

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



Detección de *Fusarium verticillioides* en tres materiales de maíz del estado de Veracruz y de Guanajuato.

Por:

ROEL VAZQUEZ RUIZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2008

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



Detección de *Fusarium verticillioides* en tres materiales de maíz del estado de Veracruz y de Guanajuato.

Por:

ROEL VÁZQUEZ RUIZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2008

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Detección de *Fusarium verticillioides* en tres materiales de maíz del estado de Veracruz y de Guanajuato.

POR

ROEL VÁZQUEZ RUIZ

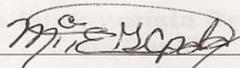
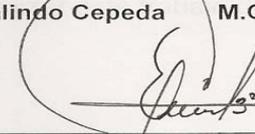
TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCION

A P R O B A D A



Dr. Abiel Sánchez Arizpe
PRESIDENTE DEL JURADO


M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
SINODAL
M.C. Ma. Magdalena Rodríguez Valdés
SINODAL
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

BUENA VISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, DICIEMBRE DEL 2008.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por darme la oportunidad de vivir, la capacidad para poder seguir adelante y alcanzar una de mis metas más importantes, así como también por estar conmigo en todo momento y ayudarme a cada paso de mi vida a si como cuidar de mis familiares mientras estuve ausente y permitir ver unos de mis logros en esta vida.

Al Dr. ABIEL SANCHEZ ARIZPE. Por su valiosa asesoría y facilidades presentadas para la realización de esta investigación, por su confianza y apoyo depositado en mi, así como su valiosa ayuda que me brindó durante la elaboración y revisión del presente trabajo.

A LA . M.C. ELIZABETH GALINDO CEPEDA Y A LA MC. MAGDALENA RODRIGUEZ V. Por valiosa disponibilidad depositada para que el presente trabajo lograra las metas propuestas.

A TODOS MIS MAESTROS: que contribuyeron en mi formación profesional y que con conocimientos y consejos me hicieron realizarme como profesionista.

A las laboratorista Sandra Luz García Valdez y Martina de la Cruz Casillas, Por su ayuda incondicional que me brindó para realizar este trabajo de investigación.

“PARA TODOS ELLOS MIL GRACIAS.”

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Romeo González Vázquez
Sra. Dalia Vázquez Ruiz

Por haberme brindado todo su apoyo incondicionalmente y con paciencia y sacrificio hicieron posible que mis estudios concluyeran y hacer de mí un hombre de bien .gracias por su apoyo y confianza pero sobre todo por el amor y cariño depositados en mí a lo largo de mi vida. Gracias por el esfuerzo que realizaron por darme la oportunidad de estudiar, es un orgullo de mi parte, el decirles y demostrarles que mi sueño se cumplió, “Dios los bendiga hoy y siempre”. Toda mi familia.

A mis hermanos:

Aversai, Romeo, Francisco, Yair, Zuly y Maria. Por su gran cariño, comprensión y apoyo económico haciendo posible la culminación de mi carrera y sobre todo por ser como son, unos verdaderos hermanos que me motivaron para culminar mi formación profesional. Así como también por el gran amor que nos ha unido y que ha sido el pilar en la unión de nuestra familia. Gracias por el infinito apoyo moral existente. A mi hermana Zuly mil gracias por ser muy buena ,a mi hermano Aversai por apoyarme en el momento cuando necesitaba durante el trayecto de mi carrera.

A mis primos:

Victor Manuel, Loyda, Ronay, Hilario, Giovanni, Esther, Azariel, Martín, Hilario, ojala que el presente trabajo les sirva como un estímulo para su formación profesional.

Y a todos mis familiares

Primos, primas tíos, tías; que siempre creyeron en mí y me dieron palabras de aliento, y hoy más que nunca me siento orgullosamente feliz de tener una familia como ustedes. En especial a mi tío Hilario por su apoyo económico y por sus palabras de aliento que me impulsaban a continuar y estar siempre pendiente de mi. y a mi abuelita Rosario que aunque ya no este conmigo la llevare en mi corazón siempre.

A mis amigos de la generación:

Magalidia, Yesenia, Denice, Yuri, Armando, Gabriel, Roel, Rafa, Abner, Hau, Beyki y Elena.

A todos ellos gracias por su valiosa amistad, pero sobre todo el apoyo

que me brindaron en los momentos difíciles, gracias por ser mis amigos y pasar conmigo esos momentos que nunca olvidare Ya que tuve la oportunidad de conocerlos y convivir con ustedes los 4 años y medio en esta Universidad.

A mis amigos de trabajo

Lic. Hugo, Lic. Julio, Lic. Marina, Ing. Alfredo Garza, Dra. Liliana, Beto Jaime, Fernando Vera, Toño, Eleazar, Diana Zenteno, Carolina y Fili a todos mis amigos gracias por su gran amistad que me han dado y por convivir con ellos durante mucho tiempo y aceptarme con una persona de mucha confianza y por pasar momento inolvidables de alegría.

INDICE DE CONTENIDO

	Páginas
AGRADECIMIENTO-----	i
DEDICATORIA-----	ii
INDICE DE CONTENIDO-----	iv
INDICE DE CUADROS-----	vi
I. INTRODUCCION -----	1
Importancia de las enfermedades transmitidas por semillas-----	1
Objetivo-----	5
Hipótesis-----	5
II. REVISION DE LITERATURA-----	6
Enfermedades del maíz transmitido por semilla-----	6
Clasificación taxonómica del hongo <i>Fusarium spp</i> -----	11
Características de hongo <i>Fusarium moniliforme</i> -----	11
Diseminación-----	12
Agente Causal-----	12
Etiología-----	14
Epidemiología-----	15
Sígnos y síntomas-----	16
Germinación-----	17
Estúdios relacionados con la enfermedad-----	18
III. MATERIALES Y METODOS-----	19
Localización-----	19
Pruebas de sanidad de la semilla-----	19
Prueba papel secante y congelamiento-----	19
Prueba estándar de geminación-----	21
Prueba de vigor con envejecimiento acelerado-----	22

Análisis estadístico-----	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES -----	24
Identificación-----	24
Incidencia-----	25
Prueba de Germinación-----	27
Prueba de Vigor-----	29
V. CONCLUSIÓN-----	32
VI. LITERATURA CITADA-----	33
VII. APENDICE-----	40

INDICE DE CUADROS

- No 1 Por ciento de Incidencia del hongo en semillas de
maíz.----- Pág. 26
- No 2 Plántulas Normales, Anormales y Por ciento de
Germinación----- Pág. 28
- No 3 Plántulas Normales, Anormales y Por ciento
de Vigor.-----Pág. 31
- No 4 Análisis de varianza para *Fusarium verticillioides* en tres
materiales de maíz.----- Pág.40
- No 5 Análisis de varianza para la prueba de germinación en
es materiales de maíz.-----Pág.41
- No 6 Análisis de varianza prueba de vigor con Envejecimiento
Acelerado .En los tres materiales de maíz.----- Pág. 42

PALABRAS CLAVE: *Fusarium verticillioides*, incidencia,
severidad, germinación, vigor, maíz

INTRODUCCION

Importancia de las enfermedades transmitidas por semillas

Agarwal y Sinclair (1987) mencionan que las semillas son el punto básico de origen para la producción ya que alrededor del 90% de los cultivos alimenticios del mundo son sembrados directamente de estas .

Los organismos que pueden causar enfermedades en las plantas pueden presentarse en las semillas, dentro o fuera de cualquier etapa de desarrollo del cultivo (Salazar, 1992).

Por otra parte se tiene evidencias de que las semillas juegan un papel importante en la diseminación de enfermedades en las plantas de un lugar a otro y que algunos patógenos, pueden sobrevivir por años alojados con seguridad en o sobre las semillas (Kleitlow *et al*,1982).

Neergaard(1979) cita que las semillas son el vehiculo de patógenos y ellos pueden ser acáreados como contaminantes o como infección y para que ocurra el establecimiento o infección dependerá de las condiciones favorables expuestas de la semilla al inóculo y de la susceptibilidad de las etapas sucesivas en el desarrollo de la madurez de óvulo o de la semillas y del micro ambiente que provee la planta madre.

Muchos patógenos de plantas pueden asociarse a las semillas infectándolas o como contaminantes , pueden no afectar inmediatamente a la germinación si no multiplicarse en las plántulas emergentes que pueden entonces sucumbir las enfermedades (Kleitlow *et. al.*, 1982).

Otra forma de asociación puede ser la mezcla de la semilla con las estructuras de esclerocios, agallas y partes de plantas infestadas

El uso de esta semilla puede causar problemas con fallas en la emergencia, ahogamiento y marchitez en las plántulas, así como las enfermedades foliares y de frutos (Navarrete *et al.*, 1992).

Los organismos transmitidos por las semillas son propagados por esta o transportados con esta y sobreviven como esporas o estructuras en reposo dentro de la semilla y sobre ella. Ambos tipos de organismos pueden constituir un mecanismo mediante el cual un agente patógeno puede ser introducido en zonas donde originalmente no existía y por consiguiente causar grandes pérdidas de los cultivos al enfermarlos (Warham *et al.* 1994).

Fenwick (1988), menciona que la cantidad de inóculo puede ser bastante pequeño, pero muchas enfermedades son capaces de multiplicarse rápidamente al momento de sembrar las semillas y esta poca cantidad, puede causar graves daños en el cultivo.

Thompson (1979), cita que la calidad de siembra es determinada por el historial de la semilla, el cual inicia en el momento de la fecundación y termina en el momento de la siembra. Además menciona que en este período la calidad de la semilla es afectada por muchos factores, principalmente las condiciones ambientales antes de la cosecha, método de cosecha, secado, daño mecánico durante el manejo y procesamiento, contenido de humedad, condiciones de almacenamiento, ataque de insectos y enfermedades.

Muchos hongos, bacterias y virus patógenos se transmiten en o con las semillas usadas por los agricultores para siembra; estos patógenos pueden sobrevivir por largos períodos de tiempo y pueden infectar y distribuir la germinación de las plántulas o sobrevivir como epífitas en el desarrollo de la planta, esperando condiciones ambientales favorables para infección durante la fenología del cultivo. Estos patógenos pueden infectar en almacén, la emergencia y vigor de las semillas y las plantas en el campo.

Las fumonisinas son un grupo de micotoxinas caracterizado recientemente producidas por *Fusarium moniliforme*, un moho presente en todo el mundo y que se encuentra con frecuencia en el maíz Cáncer (1993). Se ha comunicado la presencia de fumonisina B₁ en maíz (y sus productos) en diversas regiones agroclimáticas de países como los Estados Unidos, Canadá, Uruguay, Brasil, Sudáfrica, Austria, Italia y Francia. La producción de toxinas es particularmente frecuente cuando el maíz se cultiva en condiciones calurosas y secas.

La actividad de agua mínima para el crecimiento de *F. moniliforme* es 0,87; el límite máximo registrado es superior a 0,99. Las temperaturas de crecimiento mínima, óptima y máxima son 2,5 a 5,0, 22,5 a 27,5 y 32,0 a 37,0°C, respectivamente. No existe información sobre las condiciones necesarias para la producción de fumonisina B₁.

La exposición a la fumonisina B₁ (FB1) del maíz produce leucoencefalomalacia (LEM) en ganado equino y edema pulmonar en ganado porcino. Se han registrado casos de LEM en numerosos países, entre ellos los Estados Unidos, Argentina, Brasil, Egipto, Sudáfrica y China. La FB1 produce también efectos tóxicos en el sistema nervioso central, hígado, páncreas, riñones y pulmones de varias especies de animales.

La presencia de fumonisinas en maíz se ha relacionado con casos de cáncer de esófago en habitantes de la zona de Transkei, África austral y China. Se ha estudiado la relación entre la exposición a *F. moniliforme*, en maíz de producción doméstica, y la incidencia de cáncer de esófago en la zona de Transkei durante el decenio 1976-1986. El porcentaje de granos infectados por *F. moniliforme* fue significativamente mayor en la zona de alto riesgo de cáncer durante todo el período, y las concentraciones de FB1 y FB2 fueron significativamente mayores en maíz mohoso obtenido de zonas de alto riesgo en 1986.

Anteriormente, una evaluación del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer había llegado a la conclusión de que se habían obtenido en estudios con animales de experimentación pruebas suficientes de la carcinogenicidad de cultivos de *F. moniliforme* con un alto contenido de fumonisinas; sin embargo, los experimentos con animales habían proporcionado pocas pruebas de la carcinogenicidad de la

fumonisina B₁ (IA. No obstante, el Programa Nacional de Toxicología del Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos ha comunicado los resultados de un estudio concluido recientemente sobre la toxicidad y carcinogenicidad de la fumonisina B₁ .

México ,ocupa el quinto productor de maíz en el mundo ,dedica para este cultivo mas de 8 millones de hectáreas, es decir, casi 40% de la superficie agrícola nacional .La importancia que tiene este cultivo en nuestro país es que forma parte esencial de la dieta alimenticia (180 kg. per. capita), además de su uso para alimento para aves y ganado en su cultivo están inmersos 2.7 millones de agricultores, lo que determina la importancia socioeconómica que tiene en México. En cuanto al rendimiento del grano este fluctúa desde 200 Kg./ha hasta 11 ton/ha, dependiendo entre otros factores del material utilizado ,disponibilidad de agua control del malezas ,plagas y enfermedades siendo el promedio nacional de aproximadamente 1.8 ton/ha.

En el presente existe un sin numero de enfermedades identificadas en el cultivo de maíz ,los cuales se sabe que son causados por microorganismos como en el caso de aquellos que son causados por hongos como: *Macrophomina phaseoli*,*Diplodia maydis*,*D.zaeae* y *Fusarium verticillioides* siendo este ultimo el considerado con el mas dañino causando trastornos que van desde ligeros decrementos en la producción del maíz .

Como ya hemos mencionado anteriormente , las enfermedades que atacan al cultivo de maíz pueden causar severas mermas en la producción dado que el cultivo es de muy baja rentabilidad lo mas recomendable para una mejor producción seria una semilla de muy buena calidad para la siembra y a si garantizar una mejor producción.(Díaz, 2000).

Objetivo General:

Detectar la presencia de *Fusarium verticillioides* en semillas de maíz de los estados de Veracruz y de Guanajuato.

Hipótesis

Al menos unos de los tres tratamientos de maíz tendrán alta incidencia *Fusarium verticillioides* al analizar la prueba de congelamiento.

REVISION DE LITERATURA

Enfermedades del maíz transmitido por la semilla

Al maíz lo afectan numerosas enfermedades , dentro de ellas las fungosas que provocan serios daños ya que anualmente en las zonas maiceras se presentan ligeros decrementos hasta perdidas totales de la producción por diversas enfermedades .

Entender el efecto del ambiente en el desarrollo de una enfermedad es bastante complejo puesto que es el resultado de la conjugación del ambiente favorable y el patógeno virulento siendo la temperatura el factor determinante de la incidencia regional de las enfermedades (Navarrete, 1986).

Castaño (1978) , Ahmed y Blutta (1989), menciona que las enfermedades fungosas del maíz prácticamente se inicia con las infecciones causadas en el endospermo del grano mas que todo hacia el escutelo por especies de los nominados **“hongos del campo”** principalmente corresponde al genero *Fusarium verticillioides* y otros contaminantes externos ocasionados por los denominados **“hongos mohos” del almacén** principalmente *Aspergillus* y *Penicillium* además por los comúnmente conocidos como saprofitos de los géneros *Mucor* y *Rhizopus*.

En cuanto a los “hongos de campo” estos infectan los granos de la mazorca desde el cultivo y sobre viven en estado latente en el endospermo de la semilla, principalmente en el escutelo, reanudando de inmediato sus funciones vitales en presencia de factores adecuados de temperatura y humedad , Moreno(1988). Ocasionalmente además la pronta muerte del embrión con lo cual la semilla pierde su viabilidad siendo mas susceptible aquellas variedades de endospermo muy amiláceo (Castaño 1978).

MacGee (1988). Enlista las principales enfermedades del maíz mencionando las que son portadas y transmitidas por semillas a sí como su agente causal y entre estas se encuentran las pudriciones del tallo ,raíz y mazorca ,ocasionado por el género de *Fusarium*.

Aunque estas pudriciones son causadas por las especies de *Fusarium verticillioides* y *F.graminearum* ,las especies de *F.verticillioides* es la mas reportada como causante de daños en las zonas maiceras de México ,especialmente cuando las plantas se acercan a la madurez y esta se encuentra asociada con periodos de sequía ,Pérez (1985) reporta una marca y sobresaliente incidencia de este patógeno en tallos de maíz por daños de podredumbre en la zona maicera del bajío.

Fusarium verticillioides es uno de los patógenos mas cosmopolitas ya que esta extensivamente distribuido en América ,Europa, Asia y África , McGee (1988) y su presencia ha sido reportada en un amplio rango de hospederos y en todos ellos causan enfermedades . es el parasito de mayor importancia en los cultivos como el arroz caña de azúcar ,sorgo y maíz. Nelson (1991) en los que ocasiona ahogamiento, pudriciones y otras anomalías. En maíz produce la pudrición de tallos y mazorca , en la caña de azúcar la pudrición del tallo o poca-bong Romero (1993) y en arroz la enfermedad de bakanae o gigantismo provocado por la giberelina que este hongo produce en este cultivo (Rojas y Róvalo,1984).

McGee(1988) menciona que *Fusarium moniliforme* es el causante de pudriciones del tallo y mazorca en maíz y *Fusarium culmorum* y otras especies causan pudriciones en el tallo y raíz ,la médula del tallo se desintegra dejando intactos solo los haces vasculares , la pudrición afecta también a las raíces de la planta, la pudrición de la mazorca (denominada como la pudrición roja de la mazorca se caracteriza porque en esta ultima aparece un moho que va de rosado a rojizo (Agris,1989). En la mazorca presenta un moho algodonoso o rosado sobre las áreas hacia fuera de esta o esparcido sobre los granos , las semillas pueden

presentar rayas blancas o son invadidas por micelio rosa. En semillas se han reportado hasta un 100% de infección (Sibngh 1977).

Foley (1962) encontró que el hongo en toda planta ,ubicándose en parénquima y esclerenquima de tallos; en proxilema y xilema de entrenudos ,nudos y hojas ; a si como en el anillo exterior del olote. Mencionan que el deterioro gradual del tejido del parenquima del tallo se presenta en nudos antes que los entrenudos y es debida a la rápida elongación meristemática de esta zona . En el grano encontraron al hongo en las cepas externas del pericarpio y pocas veces en el endospermo

Navarrete(1986) al estudiar a *Fusarium moniliforme* como causante de la enfermedad "germinación prematura del maíz "detecto en la semilla a *Fusarium moniliforme* en porcentajes similares en embriones y cotiledones en plántulas provenientes de semillas infectadas , el hongo aparentemente se desarrollo de modo sistemático pues fue detectado en porcentajes elevados en los ápices foliares de dicha plantas. Encontró el hongo en la mayoría de la semillas maduras de la variedades de maíz empleadas en campo pero no se observó relación entre el porcentaje de infección de la semilla y la incidencia de la enfermedad en el ciclo siguiente.

Fusarium moniliforme es capaz de sobrevivir a 16°C por un periodo de hasta 6 meses en forma de conidios o hifas ya sea en granos o en tallos de sorgo.

Respecto al efecto de *Fusarium moniliforme* sobre la calidad fisiológica de la semilla Marasas, *et al* (1979) encontraron evidencia de infección en plantulas durante la germinación viéndose infectado el vigor, al utilizar el filtrado tóxico de este hongo como inóculo encontrado que las micotoxinas de *Fusarium moniliforme* producidas en los granos infectados son además tóxicas para los humanos y animales.

Sinclair(1979), por otro lado cita que comercialmente, los microorganismos de semillas reducen la calidad del grano en almacén causando reducción de tamaño, distorsiones, semillas encogidas

decoloradas y manchadas, estos signos y síntomas son patogénicos bastante comunes en las semillas, las cuales son definidas en términos fitopatológicos citado por Copelan y McDonald(1985), como un microorganismos ,con el potencial para llevar una amplia variedad de hongos ,bacterias, virus y nemátodos, los cuales pueden causar enfermedades en las semillas o plantas . En cuanto a la sanidad nos indica que hay gran diversidad de patógenos o microorganismos asociados ala semilla.

McGee(1988),indica que la lista de enfermedades de semillas publicada por Richardson ,registra casi 500 microorganismos de semillas en cerca de 600 géneros en cultivos agrícolas ,horticolas y forestales.

Sinclair y Shurtleft(1975), indica que la cantidad de perdidas dependen del tipo de patógenos involucrados en el estado de desarrollo de las plantas individuales y el numero de plantas infectadas, para tener perspectivas de los aspectos de las enfermedades en las semillas, organismos de estos pueden ser consideradas bajo cuatro clases : uno consiste de patógenos para los cuales la semilla es el principal punto de inculo , el segundo y más grande grupos de organismos de semillas son los que nunca muestran la causa de la enfermedad como un resultado de su presencia de estas,finalmente se encuentra un grupo de microorganismos que pueden infectar a la semillas en campo o almacén causando reducción de la calidad en campo y semillas (McGee,1988).

No obstante que la semilla es afectada con menos frecuencia que las partes vegetativas de las plantas ,en algunos casos ciertos patógenos son transmitidos a través de la semilla en cantidad suficiente para causar problemas importantes, es por ello que se debe considerar la sanidad de la semilla dentro de las medidas para reducir la cantidad o eficiencia de la población inicial de los patógenos lo que a su vez constituye u n componente importante en el manejo de enfermedades (Fry,1982).

Por otra parte Navarrete (1995) señala que generalmente las semillas infectadas van a producir cultivos de menor calidad ,pues al desarrollarse la nueva plántula, se desarrollara también el patógeno

contenido en la semilla ,afectando el desarrollo normal de la planta. Además el hecho de sembrar semillas infectadas repercute a nivel epidemiológico, pues estas se comportan como foco de infección ,al partir del cual se diseminan los patógenos hacia plantas vecinas y se incrementara la incidencia de la enfermedad.

Fusarium verticillioides (Saccardo) Nirenberg [= *F. moniliforme* Sheldon)] {teleomorfo *G. fujikuroi* (Sawada) Ito in Ito & Kimura es uno de los hongos de mayor prevalencia asociado al cultivo de maíz destinado al consumo humano y animal, que causa deterioro del grano y afecta su calidad por contaminación con micotoxinas (Marasas *et al.*, 1988).

El nivel de micotoxinas en grano depende en gran medida de la severidad de la podredumbre de la espiga (Reid *et al.*, 1996, Desjardins *et al.*, 1998); por lo tanto, el desarrollo y uso de genotipos con resistencia frente a estos patógenos puede ser una alternativa de manejo útil para reducir la contaminación con micotoxinas. Las dos principales vías de ingreso de *Fusarium spp.* Al grano de maíz son los estigmas o las heridas causadas por pájaros o insectos en los granos en desarrollo (Lew *et al.*, 1991).

Existen diversas técnicas de inoculación que tratan de simular ambas vías de entrada. Estas técnicas deben ser adaptadas a las condiciones ambientales locales antes de ser aplicadas a programas de mejoramiento. Dos técnicas que tratan de simular las vías naturales de ingreso de *Fusarium spp.* a la espiga son las inyecciones de suspensiones conidiales en el canal de los estigmas y en el grano en desarrollo (Reid *et al.* 1996).

La inoculación a través de la inserción en la espiga de palillos colonizados con *Fusarium* es otra técnica difundida para la inoculación de estos hongos (Jardine and Leslie, 1999); sin embargo, esta técnica no simula las vías naturales ya que se inocula micelio en vez de esporas. El objetivo de este trabajo fue comparar el efecto del momento de inoculación sobre la expresión de síntomas en las tres técnicas de inoculación mencionadas arriba.

Clasificación taxonómica del hongo *Fusarium spp*

Los estudios taxonómicos del género *Fusarium spp*. Se remontan a principios del siglo XIX con la descripción realizada por Link en el año de 1809, posteriormente 100 años después el micólogo Alemán H.W Wollenveber dada la importancia reconocida sobre las especies como patógeno que causaba serios daños a las plantas, comenzó estudios sobre el género y logro concluirlos en reinking en 1985. su identificación estaba basada en la medida y septación de esporas Tousson *et al.*,1983 .

De acuerdo a Alexopulos y Mims (1979) el género *Fusarium* se ubica dentro de la siguiente taxa

Reino... Mycetae
División...Amastigomycota
Subdivisión...Deuteromicotina
Clase....Deuteromycetes
Orden.....Moniliales
Familia:.....Tuberculariaceae
Género.....*Fusarium*
Especie.....*verticillioides*

Características del hongo *Fusarium moniliforme* (Sheld.) (*Gibberella fujikuroi*)

Presenta peritecios de color violeta con centrum tipo nectria , como *Gibberella* ;ascas cilíndricas adelgazadas hacia la base ;ascosporas ovals a elípticas con los extremos redondeados bicelulares .

Fase conidial caracterizada por microconidios abundantes, formando cadenas largas o cortas ,hialinas ,unicelulares ;macroconidias angostas, de paredes delgadas ,septadas(3 a 5 septas transversales), folcadas (Romero, 1993). Menciona que el hongo posee un micelio extendido y algodonoso frecuentemente con matices rosas ,púrpuras o amarillos ;conidioforos

variables delgados simples o cortos y robustos ,solos o agrupados en un esporodoquio conidias hialinas ,frecuentemente sostenidas en pequeñas cabezas ; macroconidias con varias células delgadas ,curvadas o encorvadas de forma típica de canoa;macroconidia celular ovoide y oblonga, nacen solas o en cadena .

Diseminación

Kommedahl *et., al* 1974. Mencionan que el viento y el agua son los principales vectores del hongo. El desarrollo de la enfermedad y su diseminación son favorecidos por condiciones de sequía y temperatura de 28 a 30 °C.

Foley (1962) concluye que el hongo es sistemático y que las plantas que son contaminadas por inóculo el cual es transportado por el viento o el que se encuentra invernando en el suelo ,penetra por la parte basal del tallo, hojas y mazorca .

El barrenador europeo del maíz (*Ostrinia nubilis*)como vector de conidias de *F.moniliforme*, al inocular las plantas cuando se alimenta de ellas.

Agente Causal

La podredumbre de la espiga es ocasionada por diferentes hongos, *Fusarium verticillioides* es el principal agente causal de la podredumbre de la espiga. Si bien es considerado un patógeno de baja virulencia, sus efectos sobre el rendimiento en grano se ven magnificados debido a su capacidad de producción de micotoxinas, especialmente fumonisinas, que son inmunosupresoras y tóxicas para el ganado. Mientras que *Diplopía* ocasiona una podredumbre color blanco grisácea que progresa desde la base de la espiga y *Fusarium graminearum* avanza desde el ápice hacia la base con tonos rosados y puntuaciones negras; *F.verticillioides* produce podredumbres parciales de la espiga afectando granos aislados que presentan características estrías blancas. Las infecciones en el campo

ocurren de manera endémica e incluso se presentan infecciones asintomáticas con elevadas concentraciones de micotoxinas.

Presello *et al.* (2006) observaron que el contenido de fumonisinas aumenta con la Severidad de los síntomas y que la presencia del hongo afecta significativamente la productividad del cultivo. La ocurrencia de lluvias excesivas desde el período de floración hasta madurez, la presencia de daños mecánicos y el contacto de las espigas con el suelo, debido al vuelco de plantas, son todas condiciones que favorecen la expresión de la enfermedad.

La presencia de rastrojo de maíz en superficie y el monocultivo permite la supervivencia del patógeno y favorecen la presencia continua de la enfermedad. El manejo preferencial de la podredumbre de la espiga debe realizarse aplicando medidas de prevención. Ensayos realizados de muestran que híbridos resistentes presentaron menor podredumbre de espiga y granos y menores niveles de contaminación con micotoxinas.

El principal agente patógeno causante de la podredumbre de la mazorca de maíz (*Zea mays* L.) es *Fusarium verticillioides* (Sacc.)Nirenberg se inicia con la formación de micelios blancos que van descendiendo desde la punta de la mazorca y dan una coloración rojiza a rosada a los granos infectados. Seguidamente se producen micotoxinas, particularmente las micotoxinas que tienen efectos tóxicos cuando son consumidos por humanos y animales . *Fusarium verticillioides* ataca en todos los estado de crecimiento de la planta de maíz y a diferentes partes de la misma induciendo enfermedades de pre- y poscosecha que causan reducción de rendimientos y afectan la calidad de la semilla (Schulthess *et al.*2002). Algunas cepas de *Fusarium verticillioides* producen las infecciones asintomaticas en la semilla, la cual se transmite en la plántula afectando su emergencia (Yates *et al*, 1997). En las infecciones sintomáticas las hifas colonizan los espacios intercelulares, a diferencia de las infecciones sintomáticas que se encuentran tanto en los espacios inter como intracelulares Oren et al.2003).

La infección sintomática en las plantas dificulta la selección por resistencia basada en evaluaciones visuales (Giorda y Peiretti 2006; Duvick 2001).

La susceptibilidad diferencial de los genotipos de maíz al ataque de este hongo se conoce a nivel cultivares inscriptos (Presello *et al.* 2006) sin embargo es necesario establecer la variabilidad que existe dentro de cada población cuando esta debe ser sometida al proceso de selección, así mismo resulta necesario establecer las interrelaciones entre los diferentes grados de susceptibilidad y la variación de otros caracteres implicados en la cobertura de la mazorca, en particular la cantidad de hojas que envuelven la mazorca y la prolongación de las brácteas en más de 5cm de la punta de la mazorca, que han sido reportados como asociados en la prevención de la resistencia a humedad y el desarrollo de la pudrición de la mazorca.

Etiología

La colonia en semilla crece con rapidez, con un micelio aéreo blanco que a menudo se tiñe de púrpura, en particular en el papel secante. El micelio tiene una apariencia pulverulenta a causa de la formación de microconidios. En ocasiones hay masas de esporas de color canela a anaranjado.

Los abundantes microconidios por lo general son hialinos, generalmente unicelulares, pero en ocasiones bicelulares; miden de 5-12 x 1-3 μm , tiene forma oval o de garrote y están ligeramente aplanadas en cada extremo.

Los macroconidios se presentan en forma poco frecuente, son hialinos, delicados, con paredes delgadas, y su forma varía de curvos a casi rectos; tienen de 3-7 septas miden 25-60 x 2-4 μm y la célula basal tiene forma de pie. Nunca hay clamidosporas en el micelio o los conidios.

Los peritecios se presentan rara vez y son esféricos y de color negro azulado, de 250-350 μm de alto por 220-300 μm de diámetro. Las ascas son ovaladas en forma de garrote con 4-8 ascosporas. Las ascosporas son hialinas, rectas en su mayoría con una sépta, y miden 4-7 x 12-17 μm . Se forman abundante microconidios uniformes en cadenas largas que se pueden observar de inmediato usando el método de la cinta adhesiva. Signos y síntomas CIMMYT (2003).

Epidemiología

Fusarium moniliforme (sheld.) inverna en forma de peritecios, micelio o clamidosporas en restos de plantas infectadas, particularmente en pedúnculos de maíz, en la primavera, cuando el clima es cálido húmedo, las ascosporas son llevadas por el viento hacia los tallos y mazorca del maíz, en las cuales penetran directamente o a través de heridas y producen infecciones. Forma también conidias sobre restos infectados de la planta de maíz pero esto es más frecuente sobre órganos vegetales infectados en climas cálidos y húmedos sirviendo como inóculo secundario. Las enfermedades son favorecidas por los climas secos de principios de la estación y por climas húmedos cerca o después de la maduración así mismo, la gran densidad de plantas, altos niveles de nitrógeno y bajo de potasio en la planta y la madurez precoz de híbridos, hace que las plantas sea más susceptible a las enfermedades. (Agrios, 1989). Menciona que el crecimiento óptimo de *F.moniliforme* oscila entre los 26 y 33°C y que a temperaturas mayores el crecimiento disminuye. Botánico y Logrieco (1988) encontraron que la fertilización nitrogenada incremento la susceptibilidad a las especies de *Fusarium* y la enfermedad fue más severa con cantidades mayores de 200 Kg./ha.

La capacidad de la semilla se refiere a la alta concentración de proteínas en el grano de maíz. Se observa que altas concentraciones de lisina en el grano incrementan la pudrición de la mazorca por *F.moniliforme*.

La sociedad americana de Fitopatología en 1980 cita que condiciones secas y calientes (28 a 30°C) al principio de la estación de dos a tres semanas de tiempo húmedo favorece el desarrollo de podredumbre del tallo ocasionado por *F.moniliforme*.

Gilbertson (1983), menciona que suelos con siembra continua de maíz tienden a tener más densidades poblacionarias de *F.moniliforme*. la enfermedad es favorecida por los suelos secos de principio de estación y

por climas húmedos ,cerca o después de la maduración del grano ,así mismo la gran densidad de plantas ,alto nivel de nitrógeno y bajo de potasio en la planta y la madurez precoz de híbridos hacen que estas plantas se han mas susceptibles a la enfermedad.

Signos y síntomas

Fusarium verticillioides (Sacc.) Nirenberg. (Sinónimo: *F. moniliforme* Sheldon; teleomorfo: *Gibberella fujikuroi*, población de apareamiento A, se encuentra asociado con maíz y bajo condiciones favorables, es capaz de causar enfermedades en plántulas, podredumbre del tallo, raíz y mazorca (Nelson 1992). La podredumbre de la mazorca constituye un problema en todo el mundo, lo que ocasiona reducción en los rendimientos y acumulación de diferentes metabolitos tóxicos, como las fumonisinas, que convierten a los granos en inadecuados para el consumo humano y animal Perkowski *et al.* 1991.

La pudrición de la mazorca se caracteriza porque aparece un moho rojizo que con frecuencia empieza a desarrollarse en el casquete de cada grano o grupos de granos distribuidos sobre toda la espiga, cuando las mazorcas son infectadas prematuramente por el hongo se pudre totalmente, y entre la mazorca y la vaina estrechamente unidas se desarrolla un moho de color rozado o rojizo, la podredumbre comienza normalmente enseguida de la polinización y se agrava a medida que la planta madura. *F.moniliforme* causa la muerte del embrión y reduce la germinación por lesiones de la semilla. Este hongo puede causar pudrición del tallo, hojas, espiga y grano. Damping off y tizones en plantulas.

Las principales enfermedades que se presentan en el cultivo del maíz bajo condiciones de riego y temporal; son las pudriciones de la raíz y tallo causadas por diferencias hongos tales como *F.moniliforme*.

Las heridas por el desprendimiento de los estigmas en el maíz abre la puerta de entrada para el hongo *F.moniliforme* causante de la podredumbre seca en las espigas del maíz Agrios (1989).

Germinación

La association Official Seed Analysts AOSA, 1983. Define a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión ,que por la clase de semillas en análisis son indicativos de la habilidad de producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Por otra parte la germinación de semillas se define como la emergencia y desarrollo de la plántula aun estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican si son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima.

En general el proceso de germinación de las semillas puede dividirse en las siguientes etapas:

El agua del medio entra a la semillas y tanto las células del embrión como del endospermo se hidratan y entran en actividad por lo que la semilla se hinchan.

El embrión empieza a producir giberelinas que son transportadas desde el eje embrionario al escutelo y depositadas en el endospermo desde donde se difunde hasta la capa de aleuroma (Cotiledón en leguminosa) y la induce a promover la síntesis de enzimas (amilasa, maltosa y otras).

Estudios relacionados con la enfermedad

La transmisión de la Semilla-a-semilla de los *Fusarium verticillioides* y de la otra especie de *Fusarium* implica un proceso secuencial de la transmisión de la semilla planta de semillero, la infección sistémica sin síntoma de plantas que se convierten, y el movimiento de la planta-a-semilla de el patógeno. El seguimiento del desarrollo de estas infecciones ha sido problemático debido a la naturaleza ubicua de la especie de *Fusarium* en el ambiente de producción del maíz y a la existencia de los caminos múltiples para la infección de las plantas del maíz. Utilizamos la proteína fluorescente verde (GFP) - tensiones marcadas de *Fusarium verticillioides*. y de *Fusarium subglutinans*. para investigar la transmisión de estos hongos de las semillas a las plantas y de las plantas a las semillas. Los efectos de la temperatura sobre la transmisión de la semilla a planta y del desarrollo sistémico de *Fusarium verticillioides*. fueron investigados, y los resultados demostraron que estos fenómenos ocurren sobre una amplia gama de temperaturas pero se pueden favorecer por temperaturas promedios más arriba que de largo plazo para experimentos con los *F.subglutinans* demostró la ocurrencia de la transmisión de la semilla y la infección sistémica sin síntoma del maíz por este hongo por primera vez. GFP marcado. Las tensiones de *F.graminearum* han sido utilizadas por otros investigadores para caracterizar la infección de la semilla en trigo. Los marcadores fluorescentes de la proteína con diversas características espectrales ahora ofrecen las oportunidades ricas para las interacciones de investigación el múltiple patógeno en patosistemas de la semilla. Munkvold(1997).

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola, así como en el laboratorio de Semillas del Departamento de Fitomejoramiento, de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Las semillas se obtuvieron a través del Instituto Mexicano del Maíz de esta misma Universidad Autónoma Agraria Antonio "Narro". La semilla es cosechada en los estados de Veracruz y de Guanajuato.

Pruebas de sanidad de la semilla

Prueba papel secante y congelamiento

Se tomaron 400 semillas de maíz de cada material: VAN-443, ME, AN-447 con 8 repeticiones de 40 semillas).

Primeramente se desinfectó la semilla con una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio durante 3 minutos y después se hizo enjuague las semillas con agua destilada.

La siembra se realizó utilizando cajas de plásticos transparente y papel secante donde cada material se tomó 400 semillas se distribuyeron en ocho repeticiones de 40 semillas por repetición. La siembra se realizó en cajas de plástico transparente a cada caja se colocaron 3 capas de papel secante húmedo siguiendo con la colocación de las 40 semillas, posteriormente las cajas se sellaron con parafilm y se le anotó los datos para su respectiva identificación. Las cajas se llevaron a incubación a una temperatura ambiente de 25°C durante 2 días, después se procedió meter al

congelador a una temperatura de -17°C durante un día, después de este tiempo se sacan las cajas y se vuelven a dejar a una temperatura ambiente de (25°C) durante un periodo de 11 días.

Se observó crecimiento de micelio en las semillas al momento que estaba en la caja después se tomó una muestra el cual se hizo observación a través de un microscopio compuesto se observó conidias y microconidias con septas de 3 a 5 detectando la presencia de *Fusarium verticillioides*. las colonias en semillas crece con rapidez, con un micelio aéreo blanco que a menudo se tiñe de púrpura en particular en el papel secante el micelio tiene una apariencia pulverulenta a causa de la formación de microconidios y en ocasiones hay manchas de esporas de color canela a anaranjado los abundantes conidios por lo general son hialinos generalmente unicelulares, pero en ocasiones bicelulares; miden $5-12 \times 1-3 \mu\text{m}$, tienen forma oval o de garrote y están ligeramente aplanados en cada extremo. Los macroconidios se presentan en forma infrecuente, son hialinos delicados con paredes delgadas y su forma varía de curvos a casi rectos; tienen de 3-7 septas. CIMMYT (2003).

Haciendo comparación con las estructuras observadas en el microscopio compuesto concuerdan con las características de las claves de Booth y Nelson (1983). Se reporta que hay una relación con la presencia de *Fusarium verticillioides* encontrada durante la identificación.

El diseño que se utilizó para analizar estos datos se hicieron a través del diseño completamente al azar y una comparación de medias con la prueba de diferencia mínima significativa.

Prueba estándar de germinación

Se seleccionaron 200 semillas de cada material estos son: VAN-443, ME y AN-447.

Para la realización de la siembra se homogeneizó la muestra. Donde cada tratamiento fue dividido en cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Estas semillas se separaron a espacios uniformes sobre una toalla de papel húmedo posteriormente se colocó otra toalla encima para cubrir las semillas, después se procedió a doblar en forma de taco. Anotando los datos correspondiente de cada material para su identificación y se colocaron en posición vertical dentro de una bolsa de plástico abierta en la parte superior, estas se llevaron a la cámara germinadora a 25°C de temperatura durante un periodo de 7 días. Este procedimiento fue tomado por el libro manual de laboratorio "Ensayos Para la semilla de Maíz y de Trigo. CIMMYT (2003).

Esta prueba es analizada a través de un diseño completamente al azar con el programa "UANL" y una comparación de medias con la prueba diferencia de significancia mínima.

Se determinó las cantidades de plantas normales, plantulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 50 semillas (prueba estándar ISTA, 1985).

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar y con una comparación de medias a través del programa de la UANL el consistió en insertar los datos del porcentaje de germinación de plántulas normales

Prueba de vigor con envejecimiento acelerado

Se tomaron 600 semillas de maíz de los materiales de cada tratamiento son: VAN-443, ME y AN-447.

Para realizar la siembra las semillas fueron divididas en dos repeticiones de 100 semillas por tratamiento, pero antes se dio un tratamiento a la semillas con captan; las semillas se colocaron sobre una rejilla de metal galvanizado, todo esto dentro de un vaso de precipitado de 250 ml conteniendo 100 ml de agua. Estos recipientes se taparon con un plástico sujetado con ligas y después se colocaron dentro de la cámara de envejecimiento acelerado a una temperatura de 42.3°C durante un periodo de 96 horas, la terminar este tiempo de incubación se procedió a sacar los recipientes con las semillas y se realizó la prueba de germinación las muestras fueron divididas en cuatro repeticiones de 50 semillas de cada tratamiento ;estas semillas se secaron a espacios uniformes sobre una toalla de papel húmedo y después se colocó otra toalla encima para cubrir las semillas las toallas con las semillas se doblaron en forma de taco , anotando los datos correspondientes de cada material para su identificación y se colocaron en una bolsa de plástico abierta en la parte superior estas se introdujeron en una cámara germinadora a 25°C de temperatura en posición vertical durante un periodo de 7 días.

Después del tiempo señalado se determinó la cantidad de plantulas normales, plantulas anormales y semillas no germinadas (muertas) en cada repetición de 50 semillas CIMMYT(2003).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos de la prueba de papel secante y congelamiento, se hizo un análisis de varianza con un diseño completamente al azar. Para los materiales de maíz que tuvieron diferencias significativas en la incidencia de los hongos se hizo una comparación de medias con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Incluyendo el análisis estadístico de la prueba de germinación y vigor de la semillas con los materiales mencionados anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación

La detección desarrollada en este trabajo de investigación señala que las características que presenta este hongo concuerdan con lo propuesto por Booth y Nelson (1983). Los abundantes macronidios por lo general son hialinos, generalmente unicelulares, pero en ocasiones vicelulares; miden 5-12 x 1-3 μm tiene forma oval o de garrote y están ligeramente aplanados en cada extremo.

Los macroconidios se presentan en forma infrecuente, son hialinos, delicados, con paredes delgadas, su forma varía de curvos a casi rectos, tienen de 3-7 septas miden 25-60 x 2-4 μm y la célula basal tiene forma de pie nunca hay clamidosporas en el micelio o los conidios.

En la que podemos observar claramente las características de *Fusarium verticillioides* en el microscopio compuesto macroconidias de 3 a 5 septas en forma de canoa o garrote comparando con las claves de Booth y Nelson (1983), son relativamente iguales por lo tanto se afirma la presencia de *Fusarium verticillioides* en semillas de maíz de diferentes localidades Veracruz y Guanajuato.

Incidencia

El análisis efectuado para este ensayo se encontró la presencia de *Fusarium verticillioides* en tres materiales de maíz son: VAN-443, ME, AN-447 con una incidencia relativamente alta en los diferentes tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Se reporta que el material VAN-443 demostró ser más susceptible a la presencia de *Fusarium verticillioides* ya que presentó mayor crecimiento del hongo en poco tiempo en comparación con los otros materiales.

Evaluando a cada uno de los materiales se encontró *Fusarium verticillioides* con incidencia alta, VAN-443 se presentó una incidencia mayor de 83.75%, mientras que ME presenta una incidencia de 65.62% comparando con AN-447 la incidencia fue menor presentando según la tabla de medias de 13.75 %

Estos números se obtuvieron mediante la realización de una media de todas las repeticiones que se realizaron de cada material. En el análisis de varianza muestra que es altamente significativo ($P > F 0.000$) esto indica que se comportó diferente a los demás tratamientos evaluados con una DMS de 31.7221 con un nivel de significancia de 0.01.

CUADRO No 1. Porciento de incidencia del hongo en semillas de maíz.

VAN-443 TRAT 1	No S.I	% infección
REP 1	38	95
REP 2	39	97.5
REP 3	38	95
REP 4	39	97.5
REP 5	40	100
REP 6	39	97.5
REP 7	1	2.5
REP 8	34	85

ME TRAT 2	No S.I	% infección
REP 1	30	75
REP 2	25	62.5
REP 3	27	67.5
REP 4	30	75
REP 5	28	70
REP 6	21	52.5
REP 7	32	80
REP 8	17	42.5

AN-447 TRAT 3	No S.I	% infección
REP 1	3	7.5
REP 2	4	10
REP 3	20	50
REP 4	6	15
REP 5	7	17.5
REP 6	1	2.5
REP 7	0	0
REP 8	3	7.5

Nota: VAN-443(Variedad Antonio Narro), ME(Material Experimental) y AN-447(Antonio Narro).

Prueba de Germinación

Según los datos obtenidos de la prueba la germinación es buena esto indica que no afectó el hongo durante la germinación de la semilla. Al momento de contarlos se observó plántulas anormales que la longitud de la plúmula no alcanza a medir 2 cm, se consideraron plántulas normales los que tenían una longitud de más de 2 cm. Al efectuar el análisis de varianza para la prueba de germinación demostró ser altamente significativo ($P > 0.003$) su comportamiento fue similar con la incidencia con un coeficiente de variación de 7.06%, comparando los datos obtenidos con la comparación de medias de los tres tratamientos se observa que el tratamiento 1 presenta 93% de germinación mientras, que el tratamiento 2 presenta 89% de germinación en comparación con el tratamiento 3 que tiene un 73% de germinación.

Garay (1985). Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de inóculo de patógenos de origen viral, bacterial o fungoso e inclusive de nématodos, que afectan la germinación y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausentes.

En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

Y la incidencia es el daño que provoca el patógeno en las plantas mientras que se ve afectado la germinación y el vigor. Muchas veces al tener buena germinación no indica que la plántula se encuentra sana debido a que la enfermedad se puede desarrollar en la etapa final del cultivo.

CUADRO No. 2 Plántulas Normales, Anormales y Por ciento de Germinación

PRUEBA DE GERMINACIÓN				
TRAT 1	P/NORMAL	P/ANORMAL	S/GERMINAR	%GERMINACION
REP 1	41	9	0	82
REP 2	48	1	1	96
REP 3	48	2	0	96
REP 4	49	1	0	98
TRAT 2	P/NORMAL	P/ANORMAL	S/GERMINAR	% GERMINACION
REP 1	45	5	0	90
REP 2	43	7	0	86
REP 3	43	7	0	86
REP 4	47	3	0	94
TRAT 3	P/NORMAL	P/ANORMAL	S/GERMINAR	% GERMINACION
REP 1	36	12	2	72
REP 2	41	8	1	82
REP 3	35	14	1	70
REP 4	34	16	0	68

Prueba de Vigor

La evaluación del vigor de las semillas de los tres materiales según datos obtenidos de las plántulas normales y anormales presenta los datos que la cantidad de plántulas anormales tuvo problema el cual la longitud de la plumula era menor de 2cm bajo observaciones hubieron también semillas no germinadas o contaminadas donde se presentó crecimiento de hongos saprofitos .

Al analizar los datos obtenidos del análisis de varianza mostró que no hay diferencias significativas con los demás tratamientos ; al analizar la tabla de medias en tratamiento que presenta mayor vigor es el 2 con 86% mientras que el tratamiento 1 tiene un 76.5% en comparación con el tratamiento 3 que el vigor es relativamente bajo 68.5% .

Entonces la comparación con los tres parámetros incidencia, germinación y vigor cuando hay mayor incidencia no siempre se ve afectado la germinación y el vigor de la semilla.

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma muy general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco (ha acumulado la máxima cantidad de reservas nutritivas) y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta

perder su capacidad germinativa. El deterioro podría entenderse, como la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo, afectando funciones vitales por ende su desempeño hasta su provocar su muerte.

Durante el proceso de deterioro de las semillas el cual es influenciado por factores genéticos y ambientales, lo primero que se ve afectado es el vigor antes que la germinación. Por ello, cada vez hay más interés de estudiar y conocer mejor los mecanismos bioquímicos relacionados con el vigor así como, la identificación e implementación de pruebas para su medición.

Como se ha visto, la calidad fisiológica depende de múltiples factores, pudiendo verse afectada en cualquier fase del proceso de producción. Retrasos en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables situación que es común en nuestras condiciones tropicales, deficiencias en el desarrollo de los cultivos, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento, el Almacenamiento bajo condiciones desfavorables son factores que afectan la calidad fisiológica. Delouche (2002).

Cuadro No 3. Plántulas Normales, Anormales y Porciento de Vigor.

PRUEBA DE VIGOR CON ENVEJECIMIENTO ACELERADO				
TRAT 1	P/NORMAL	P/ANORMAL	S/GERMINAR	%GERMINACION
REP 1	44	6	0	88
REP 2	30	20	0	60
REP 3	35	12	3	70
REP 4	44	6	0	88
TRAT 2	P/NORMAL	P/ANORMAL	S/GERMINAR	% GERMINACION
REP 1	46	4	0	92
REP 2	47	3	0	94
REP 3	42	8	0	84
REP 4	37	13	0	74
TRAT 3	P/NORMAL	P/ANORMAL	S/GERMINAR	% GERMINACION
REP 1	29	16	5	58
REP 2	30	18	2	60
REP 3	37	8	5	74
REP 4	41	4	5	82

Por lo tanto al haber incidencia de *Fusarium verticillioides* en los tres materiales la germinación y el vigor de la semilla no se ven afectados, debido a que han alcanzado su madurez fisiológica.

CONCLUSIÓN

La semilla de maíz del estado de Veracruz y Guanajuato utilizado para este presente trabajo de investigación.

Presentó alta incidencia de *Fusarium verticillioides* de 83.75%,65.62% mientras que la semilla de Guanajuato presentó un 13.75% de incidencia del hongo *F.verticillioides*.

LITERATURA CITADA

Agarwal, V.K. and J.B. Sinclair. 1987 I Principales of seed Pathology. Vol. I C.R.C., Inc U.S.A. 168 p.

Agarwal,V.K. and J. B. Sinclair. 1987. Principales of seed pathology. Vol.II .C.R.C., inc U.S.A 176 p.

Agrios,N.G 1989. Fitopatología. Traducción Manual Guzmán O. Edit. Limusa. México

Ahmed, S.L and Blutta,A.R 1989. seed-borne fungal pathogens of maize in Pakistan Journal of Scientific and industrial research. 32(2) 1 107-109 Pakistan.

Alexopoulos, C.J. and C. W Mims. 1979. Introductory mycology.Third Edition. John wiley and Sons.New York, U.S.A. 632 p.

Booth C. 1983. The genus *Fusarium*. CMI,UK.

Booth C.1977. The Genus *Fusarium*. Kew (Surrey): Commonwealth Mycological Institute.

Castaño, J.J. 1978. Enfermedades del Maíz en Colombia. Noticias fitopatogenicas . Vol. 4. Num 2 ICA Colombia.

CIMMYT, 2003. Manual para Identificación de Hongos en Granos Almacenados . Lisboa 27, Apdo. Postal 6 -641.06600 Mexico, D.F

CIMMYT, 2003. Manual ensayos para la semilla maíz y trigo. Lisboa 27. Apdo. postal 1-84,06600 México, D.F.

CIMMYT. 2003 Ensayos para la semilla de maíz y de trigo : Manual de laboratorio: Manual de laboratorio.

Copeland, L.O. and M. B. McDonald. 1985. Principales of Seed Science and Technology. Second Edition. McMillan Publishing Company. U.S.A 221 p.

Cancer J.C. 1993. Toxins Derived From *Fusarium sporotrichioides*: T-2 Toxin, págs. 467-488. En: *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, volumen 16. IARC, Lyon, Francia.

Diaz, V. D. 2000. Detección e Identificación de Hongos Presentes en semillas de Maíz de la región lagunera .Tesis.UAAAN, Mexico 61 p.

Desjardins, A. E., R. D. Plattner, M. Lu and L. E. Claflin. 1998. Distribution of fumonisins in maize ears infected with strains of *Fusarium moniliforme* that differ in fumonisin production. *Plant Disease*.

Delouche, J.C. 2002. Germinación deterioro y vigor de semillas. *Seed News* 6 (6).

Duvick, J. 2001 prospects for the reducing fumunisin contamination of maize though genetic modification en environmental health perspectives 109(2):337-342.

Foley, C.D. 1962 Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme* *Phytopathology*, vol.52:8 USA.

Fenwick K., A. 1988. Seed production of agricultural crops. First Edition Longman Scientific and Technical. Great Britain. 227 p.

Fry, W.E. 1982 Principales of plant disease Management Academic press 127-149 p.

Giorda, L.; Pieretti, D. 2006. Respuesta de Germoplasma de Maíz a infecciones por *Fusarium verticillioides* y contaminación con fumonisinas. In: Rubinstein H.R. ed. Micotoxinas: impacto en la producción y salud humana y animal. cap. 5. Universidad Nacional de Córdoba. P. 125-138.

Gilbertson, R.L., E.G. Ruppel and W. M. Brown. 1983. Ecology of *Fusarium moniliforme* and other *Fusarium* in Cultivated Field Soil in Colorado. *Phytopathology*. 73:812.

GARAY, A. E. 1985. Calidad de la semilla y su importancia en la productividad. En curso de enfermedades transmitidas por semilla impartido por el CIAT. Cali, Colombia. 22 p.

Hanson, E.W., Hansin E. y Schroeder, W. 1992. Tratamientos de las semillas para controlar enfermedades en semillas. Anuario de Agricultura de los Estados Unidos de América. *Technol* 21(3):495-514 p.

International Seed Testing Association 1985. International Rules for Seed Testing 1985. *Seed Science and Technology* 13(2); 299-520.

International Seed Testing Association. 1987. handbook of vigor Testing Methods. ISTA, Switzerland.

Jardine, D. J. and Leslie, J.F. 1999. Agressiveness to mature maize plants of *Fusarium* strains differing in ability to produce fumonisin. *Plant Dis.* 83:690-693.

Kleitlow, K.W.C.L., Letebre, J.T. Presley and W.J. Zaumeyer. 1982.

Enfermedades que pueden propagarse por semilla en: semillas, Anuario de agricultura de los estados unidos de América. Ed. C.E.C.S.A. p 484-497.

Kommedahl, T.C.E., Windels and H.G. Jonson. 1974. Corstalk rot sur vey
Methods and results in Minnesota in 1973. Plant diseases.Repor. 58:363-366

Lew, A., Adler, A. and Edinger, W. 1991. Moliniformin and the European
cornborer (*Ostrinia nubilalis*). Mycotoxin Res.7:71-76

Moreno M.E. 1988. Los hongos de almacén y las micotoxinas. I curso- taller
Internacional sobre métodos para la detección de patógenos en semillas.
Memorias. Buenavista, saltillo Coahuila, México.

McGee, D.C 1988.maize Diseases: A Reference Source for Seed
Technologists.APS Press, USA.

Marasas, W. F. O., T. S. Kellerman, W. C. A. Gelderblom, J. A. W. Coetzer,
P. G. Thiel, and J. J. Van der Lugt. 1988. Leukoencephalomalacia in a horse
induced by fumonisin B1, isolated from *Fusarium moniliforme*. Onderstepoort
J. Vet. Res. 55:197-203.

Munkvold, G. A. and A. E. Desjardins. 1997. Fumonisin in maize: Can we
reduce their occurrence. Plant Dis. 81: 566–565.

Munkvold G.P. 1997. Transmisión de investigación de la semilla-a-semilla
de la especie de *Fusarium* en maíz usando marcadores fluorescentes de la
proteína. Fitopatología 97: S132.

Nelson PE, Toussoum TA, Marasas Prees,1993. *Fusarium* species. An
illustrated Manual for identification. University Park: Pennsylvania State
University.

Nelson, P.E. 1991. History of *Fusarium* sistematics. In Recent Advances in
fusarium sistematics. Phytopathology vol.81, No 9 1045-1048, U.S.A.

Nelson, P. E. 1992. Taxonomy and biology of *Fusarium moniliforme*.
Mycopathologia117: 29–36.

Nelson,P.E,Booth, T.A y marasas,W.F.O 1983 *Fusarium Species* ,An ,Illustrated Manual for identification the Pennsylvani STATE university ,USA and London.

Nelson PE, Dignan MC, Anaissie., 1994.Taxonomy, Biology, and Clinical Aspects of *Fusarium* species. Clin Microbiol Rev.; 7:479-504.

Neergaard, P. 1979. Seed phathology Vol. I Ed. McMillan Press Ltd. London.

Navarrete M.R. 1986 Factores ambientales y biológicos que influyen en el desarrollo de la enfermedad “Germinación prematura” del maíz causada por *Fusarium moniliforme* sh. Tesis de maestría en fitopatología. Colegio de posgraduados. Montecillos México.

Navarrete M.R.,J.A. Acosta y E. M. Moreno 1992. Sanidad de 20 variedades de frijol producidas en cuatro fechas de siembra. XIX congreso nacional de Fitopalogia, México. 157 p.

Navarrete, M. R. 1997. Patología de semillas, Ier. Curso Taller internacional sobre métodos para la Detección de Patógenos en Semillas .Memoria Buenavista. Saltillo, Coahuila, México.

Oren,L.;Ezrati, S.; Cohen, D.;Sharon, A. 2003.Early events in the *Fusarium verticillioides* maize interaction characterized by using green fluorescent protein-expressing transgenic isolate. Appl. Envirom.Microbiol.69 (3):695-701.

Peiretti, D.A.; Barrandeguy, M.A.; Biasutti, C.A. 1988 MPB FCA 856, variedad experimental.

Presello D.A., Botta G., Iglesias J. y G.H. Eyherabide 2006. Efecto de la severidad de los síntomas de podredumbre de espiga causada por *Fusarium verticillioides* sobre el rendimiento y la concentración.

Perkowski, J., J. Chelkowskim, R. D. Plattner and P. Gohnsk. 1991b. Accumulation of mycotoxins in maize cobs infected with *Fusarium graminearum*. Mycotoxin Res. 7: 115-121.

Pérez, R.A. 1985. Efecto de Varios Niveles de Filtrado Toxico de *Fusarium spp.* En el comportamiento in Vitro de varias líneas de maíz. Tesis Professional. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila

Romero, C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos . Primera Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México . 347 p.

Rojas G.M. y Rovalo, M. 1984. Fisiología Vegetal Aplicada 3^a. de MacGraw Hill México, D.F.

Reid, L. M., Bolton, A.T., Hamilton, R.I., Woldemarian, T. and Mather, D. 1992. Effects of silk age on resistance of maize to *Fusarium graminearum*. Can. J. Plant Pathol. 14:293-298.

Reid, L. M., R. I. Hamilton, and D. E. Mather. 1996a. Screening maize for resistance to *Gibberella* ear rot. Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, ON. Tech. Bull. Publ. 1996-5E.

Reid, L. M., D. W. Stewart and R. I. Hamilton. 1996b. A 4-year study of the Association between *Gibberella* ear rot Severity and Desoxynivalenol concentration. J. Phytopathol. 144:431-436.

Reid, L. M. and R. I. Hamilton. 1996c. Effects of inoculation position, timing, macroconidial concentration, and irrigation on resistance of maize to *Fusarium graminearum* infection through kernels. Can. J. Plant Pathol. 18:279-285.

Singh, D. And Singh, T. 1977. Location of *Fusarium Moniliforme* in Kernels of maize and disease transmission. Indian j. Mycol. Plant Pathology. 7:32-837.

Scott, P., H. Trenholm and M. Sutton. 1985. Mycotoxins: a Canadian perspective. Ottawa. Nat. Res. Council. 55: 367-372.

Salazar,H,F,J 1992. Microflora de semillas de trigo en el noroeste de México XIX con. Nal. De Fitopatología. Memorias Buenavista, saltillo Coahuila, México. 152 p.

Sinclair J.B. 1979 Seed Pathology-the Basic. In: Proceedings short course for seedmen. Mississippi State,U.S.A. Vol(21): 7-15 p

Sinclair,J.B. And M.C. Shurtleft. 1975 Compendium of soybean diseases University of Illinois. 69 p.

Schulthess, K. F.; Gounou, S 2002. The Effect to Entophytic *Fusarium verticillioides* on infestation of to maize varieties.

Thompson J.R.1979 An Introduction to Seed Technology. Thompson.Litho Ltd.Great Britain. 252 p.

Toussoun, P.E. Nelson,T.A. y Maracas W.F.O 1983. *Fusarium species'* An, Illustrated manual for identification the pennsylvania state university, usa and London.

http://www.seimc.org/control/revi_mico/pdf/fusarium.pdf

Warham, J.E., Butter, L.D., And Sutton,B.C. 1994. Ensayos para la semilla de maíz y trigo. CYM, MTY, México. 84 p.

Yates, I.E.; Jaworshi, A.J.1997. Differential growth of *Fusarium verticillioides* relative to tissues from" silver queen, a sweet maize.Can.J.Bot 78(4):472-480.

APENDICE

Análisis estadístico

Cuadro No 4 Análisis de varianza para *Fusarium verticillioides* en tres materiales de maíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Trat.	2	21118.750000	10559.375000	21.0249**	0.000
Error	21	10546.875000	502.232147		
Total	23	31665.625000			

C.V. = 41.21 %

**= altamente significativo

Resultados de la Comparación de Medias

Tratamiento	Media
1	83.7500 A
2	65.6250 A
3	13.7500 B

Nivel de significancia = 0.01

Valor de la DMS = 31.7221

Donde:

T1 = VAN-443

T2= ME (Material experimental)

T3= AN-447

CUADRO No 5. Análisis de varianza para la prueba de germinación en tres materiales de maíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	896.000000	448.000000	12.4444**	0.003
ERROR	9	324.000000	36.000000		
TOTAL	11	1220.000000			

C.V. = 7.06 %

** = altamente significativo

Resultados de la Comparación de Medias

Tratamiento	Media
1	93.0000 A
2	89.0000 A
3	73.0000 B

Nivel de significancia = 0.01

Valor de la DMS = 13.7886

Donde:

T1= VAN-443

T2=ME (Material experimental).

T3= AN-447

CUADRO No 6 Análisis de varianza prueba de vigor con Envejecimiento Acelerado .En los tres materiales de maíz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	614.000000	307.000000	2.2610	0.159
Error	9	1222.000000	135.777771		
Total	11	1836.000000			

C.V. = 15.13 %

No significativo

Resultados de la Comparación de Medias

Tratamiento	Media
2	86.0000 A
1	76.5000 A
3	68.5000 A

Nivel de significancia = 0.05

Valor de la DMS = 18.6377

Donde:

T1= VAN-443

T2= ME(Material experimental)

T3=AN-443

