

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Incidencia e Identificación de Hongos Asociados a la Pudrición de la Mazorca de
Maíz (*Zea mays* L.) en Saltillo, Coahuila

Por:

CRISTIAN CONTRERAS CHÁVEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Incidencia e Identificación de Hongos Asociados a la Pudrición de la Mazorca de
Maiz (*Zea mays* L.) en Saltillo, Coahuila

Por:

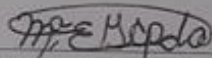
CRISTIAN CONTRERAS CHÁVEZ

TESIS

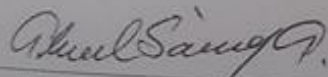
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

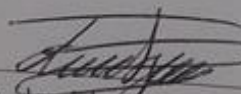
Aprobada por el Comité de Asesoría:



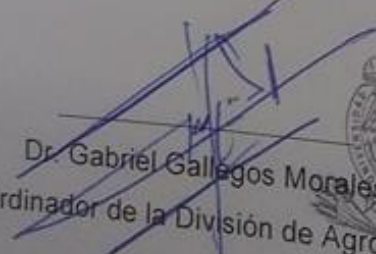
Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Asesor Principal



M.C. Abiel Sánchez Arizpe
Coasesor




Ing. José Luis Arispe Vázquez
Coasesor



Dr. Gabriel Gallégo Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2018



Coordinación
de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

Con toda gratitud y respeto a mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme todo este conocimiento, por permitirme llevar acabo mi formación profesional y ser parte de este sueño, a ti mi "ALMA MATER" Gracias.

Con todo el respeto que se merece e la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por su valiosa asesoría y apoyo para la realización de este trabajo.

A mis coasesores a el M.C. Abiel Sánchez Arizpe y al Ing. José Arispe Vázquez por su valioso apoyo y participación para la realización de este trabajo.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera colaboraron para terminar este proyecto

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la oportunidad de estar aquí, y hacerme un hombre de bien. Por permitirme llegar hasta este momento de mi vida y culminar mi carrera, por acompañarme siempre en todo momento en mis éxitos en mis fracasos, porque así le plació, siempre de su mano, gracias a Él.

A mis padres:

Sr. Silvano Contreras Damián

Sra. Ofelia Chávez Bustos

Sr. Perfecto Gante Leónides

Por la bendición de Dios al tenerlos a mi lado, por la confianza depositada en mí, su esfuerzo, sacrificio, paciencia y todo su amor y cariño. Y por darme la vida. Gracias.

A mis hermanos:

Marlen Contreras Chávez

José Anicel Contreras Chávez

Ilse María Contreras Chávez

Carmelita Contreras Chávez

Brisleydi Contreras Chávez

José de Jesús Contreras Chávez

Por las alegrías y momentos felices que siempre tengo a su lado y por esperarme siempre con una sonrisa. Gracias.

A mi esposa e hijo:

Sin duda agradecer por el apoyo moral y tu compañía Marisol Rivera Piedra, por haberme dado lo más hermoso en mi vida mi hijo, Karim Emiliano Contreras Rivera. Gracias.

A mis tíos y abuelos:

En especial a mi tío el Sr. Clemente Contreras Damián que donde se encuentro lo llevo en mi corazón y a mi abuelo el Sr. Justino Contreras Gabino.

No tendría palabras para agradecerles toda su confianza y apoyo. Solo decirles muchas gracias y Dios los bendiga.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE CUADROS	9
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
El Maíz en México.....	4
Producción Mundial del Maíz	4
Producción Nacional de Maíz	5
Enfermedades en el Cultivo de Maíz Transmitidas por Semilla	5
Enfermedades Asociadas a la Pudrición de Mazorca	10
Hongos de importancia en la Pudrición de la Mazorca	11
Importancia del Género <i>Fusarium</i>	11
Características Generales de <i>F. oxysporum</i>	11
Diseminación	12
Efecto de los hongos del genero <i>Fusarium</i> y de la especie <i>oxysporum</i> sobre la salud humana y animal	12
Características Generales de <i>Penicillium</i>	13
Características generales de <i>Torula</i>	14
Características generales de <i>Trichothecium roseum</i>	15

Características generales de <i>Acremoniella</i>	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Muestreo	16
Cosecha.....	17
Ubicación de la Evaluación de las Muestras.....	17
Pruebas Papel Secante y Congelamiento.....	18
Evaluación	20
Elaboración de PDA.....	20
Aislamiento del patógeno.....	21
Elaboración de laminillas	22
Identificación del patógeno	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA	30
APÉNDICE	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Produccion mundial de maiz	4
Figura 2. Aspectos de penicilios.....	14
Figura 3. Cultivo de maíz en el bajío	16
Figura 4. Departamento de Parasitología.....	17
Figura 5. Desinfección de Semillas	18
Figura 6 Tratamientos	19
Figura 7. Charolas en el ultracongelador	19
Figura 8. Charolas a temperatura ambiente	20
Figura 9. Esterilización del PDA.....	21
Figura 10. Aislamiento del patógeno	22
Figura 11. Identificación de los hongos	24
Figura 12 <i>Acremoniella</i>	24
Figura 13 Macro y microconidios de <i>Fusarium oxysporum</i>	25
Figura 14. Clamidosporas de <i>Fusarium oxysporum</i>	25
Figura 15. <i>Penicillium sp</i>	25
Figura 16. Conidios de <i>Trichothecium roseum</i>	26
Figura 17. Conidos en cadena del hongo <i>Torula</i>	26

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Total de Tratamientos.....	17
Cuadro 2. Comparación de medias de la incidencia	27

RESUMEN

Para los mexicanos, el maíz está entrelazado con su vida, su historia y sus tradiciones. No es solo un cultivo, sino el centro de su identidad. Incluso hoy en día, pese a las políticas económicas que han ocasionado que México importe más del 33% del maíz que consume, la producción de este cereal sigue estando estrechamente ligada a las tradiciones y la cultura de las comunidades rurales. Además, la producción y los precios del maíz son importantes tanto para la seguridad alimentaria como para la estabilidad política en México.

El maíz, uno de los más grandes logros agronómicos de la humanidad, es el cultivo que más se produce en el mundo, sin embargo se ve afectado por un gran número de fitopatógenos y debido a la importancia de las pérdidas el objetivo de esta investigación fue la identificación de los hongos presentes en cuatro genotipos de maíz. El muestreo y cosecha se realizó en el Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la prueba de sanidad que se utilizó para la detección de hongos fue la de papel secante y congelación, posteriormente, los resultados se analizaron mediante el programa estadístico Nuevo León versión 2.5 mediante la prueba de Tukey, los géneros de hongos identificados fueron *Fusarium*, *Penicillium* y *Acremonia*, *Torula*, y *Trichotecium* con una incidencia que va del 0.6 al 53.5%.

Palabras Clave: Maíz, Hongo, Enfermedad, Pérdida

INTRODUCCIÓN

El maíz es una gramínea de producción mundial, cuya adaptabilidad permite su cultivo en más de 113 países. Entre sus principales usos se encuentran la alimentación humana, animal y producción de almidones; por otra parte, es un insumo para la elaboración de aceites, barnices, pinturas, caucho y jabones, entre otros (Chávez, 1995). El principal país productor de maíz en el mundo es Estados Unidos con el 51% del total, con una producción cercana a los 300 millones de toneladas por año. China y Brasil poseen cada uno el 23% y 7%, respectivamente, de la producción mundial.

De acuerdo con los datos del United States Department of Agriculture (USDA, 2005), a nivel internacional los tres principales productores por volumen de producción del grano son Estado Unidos, China y Brasil. Se destaca China por el mayor dinamismo en su cosecha, con una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) de 6.4%, entre el 2007 y el 2012. Por su parte, Estados Unidos presentó una TMAC de -3.7%, dejando de lado la afectación de la sequía severa del 2012, su tendencia decreciente es constante. El promedio de producción de los últimos tres años en EU es 9.0% inferior a la producción del 2007 (USDA, 2007).

En México el maíz es ampliamente cultivado por su aportación nutrimental en la dieta de la población, consumiéndose principalmente como grano seco procesado; en razón de ello la investigación de la obtención de nuevas variedades está encaminada a mejorar la producción y calidad de proteína del grano. Otra forma de consumo es en estado fresco o elote del cual existe poca información que permita mejorar tanto su producción como la calidad del mismo (Di Marco et al., 2003). Desde el punto de vista alimentario, económico y social, el maíz es el cultivo más importante del país. Durante el periodo 2000-2011 ocupó el 57% de la superficie sembrada y cosechada totales en promedio anual; generó el 8.5% del volumen de

Producción agrícola total, representando el 45% del valor total de la producción (SAGARPA, 2011). Se producen diversas variedades, sin embargo la más importante es la del maíz blanco, cuya participación en la producción total del maíz fue de 94% promedio en el bienio 2010-2011. En tanto que la participación del maíz amarillo significó el 6% en promedio durante el periodo de referencia (Enríquez *et al.*, 2003).

La producción agrícola es de -1.8%, en los últimos seis años. Si bien la producción estimada de 21.5 millones de toneladas del 2011 es la más alta de los últimos cuatro años, no se puede negar la tendencia decreciente. Ante la disminución en la cosecha del principal productor mundial, México debe canalizar mayores esfuerzos para incrementar la producción nacional a través del incremento en los rendimientos, uso de insumos de mayor calidad y prácticas productivas sustentables (SIAP, 2011).

México produce el 2.7% del maíz en el mundo (23 millones de toneladas en 2010), siendo el 4º productor a nivel global, detrás de Estados Unidos, China y Brasil. Nuestro rendimiento promedio por hectárea es de 3.2 toneladas (lugar 78 de 164 países que producen este grano en el mundo). El promedio mundial es de 5.2 ton/ha. México es el mercado más grande de maíz en el mundo, representando el 11% del consumo mundial. Cada mexicano consume, en promedio, 123 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial (Boschini, 2002).

El maíz es afectado por un gran número de fitopatógenos, sin embargo, algunos de los géneros más importantes son *Fusarium spp* y *Aspergillus spp*, causantes de grandes pérdidas en el rendimiento, disminución en la calidad del grano y que adicionalmente producen sustancias tóxicas conocidas como micotoxinas, las cuales causan enfermedades de importancia que afectan la salud humana y de los animales que consumen granos contaminados con ellos (POA, 2009).

Las especies de *Fusarium* presentan distribución cosmopolita, son endémicas en las regiones maiceras, capaces de colonizar todas las partes de la planta y

sobrevivir largos períodos en restos vegetales (Thomas y Buddenhagen, 1980; Desjardins *et al.*, 1994).

OBJETIVOS

- Identificar los diferentes hongos asociados a la pudrición de la mazorca.
- Determinar la incidencia de los hongos presentes en los distintos genotipos de maíz.

HIPÓTESIS

Se espera encontrar al menos 2 hongos de importancia relacionados a la pudrición de la mazorca.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Maíz en México

México está consolidado como el principal consumidor de maíz en el mundo, la relación entre los mexicanos y el maíz es milenaria y está íntimamente asociada a la evolución de las civilizaciones mesoamericanas; desde su domesticación ha constituido la base de nuestra alimentación, su uso se diversifica desde granos y forraje, los cuales constituyen la base para la elaboración de bastos alimentos, hasta la industria farmacéutica y manufacturera. Se estima que existen más de 4 mil productos asociados al maíz (almidón, fructuosa, aceites, cartón, chocolates, biocombustible, alimento animal FIRA (2016)).

Producción Mundial del Maíz

De acuerdo con FIRA (2016) durante el ciclo comercial 2016/17 se observará el nivel de producción mundial más alto de la historia, al totalizar 1,025.6 millones de toneladas. Las expectativas de producción para el ciclo mencionado indican un incremento de 6.9 por ciento con respecto a la producción obtenida en 2015/16.

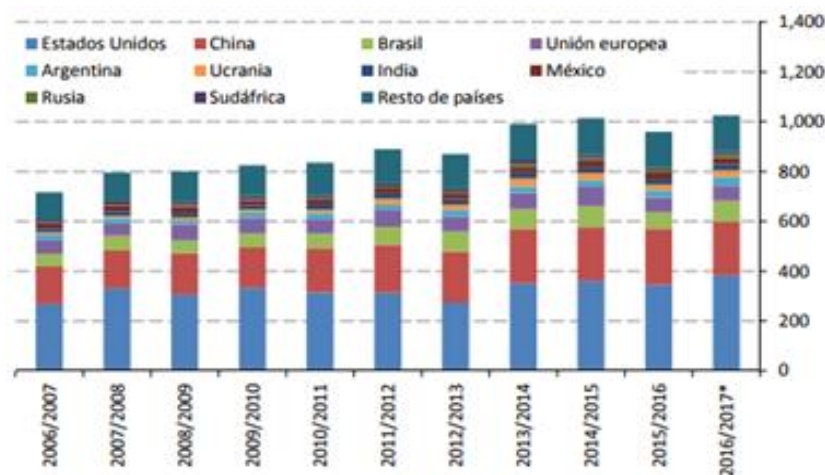


Fig 1 .Produccion mundial de maiz, 2006/07 – 2016/17 (Millones de toneladas)

Producción Nacional de Maíz

De acuerdo a los últimos datos reportados, la producción nacional de maíz obtenida hasta el mes de diciembre del 2014, para el año agrícola 2014, alcanzó un volumen de 17.4 millones de toneladas, el cual es sólo 24.5 miles de toneladas mayor al cosechado en el ciclo anterior y se explica principalmente por la mayor productividad del cultivo, es decir por el aumento en los rendimientos obtenidos, lo que a su vez se explica por una reducción importante de la superficie siniestrada respecto a la del año previo, ya que las superficies sembradas y cosechadas se redujeron (SAGARPA, 2014).

Enfermedades en el Cultivo de Maíz Transmitidas por Semilla

Al maíz lo afectan numerosas enfermedades, dentro de ellas las fungosas que provocan serios daños ya que anualmente en las zonas maiceras de presentan ligeros decrementos hasta pérdidas 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 más que todo hacia el escutelo por especies de los nominados “hongos del campo” principalmente corresponde al género *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 más 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 así 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 más 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 más 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 parásito 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 anormalidades. 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 última aparece un moho que va de rosado a rojizo (Agris, 2005). 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; así 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" detectó en la semilla a *Fusarium moniliforme* en porcentajes similares en embriones y cotiledones en plántulas provenientes de semillas infectadas, el hongo aparentemente se desarrolló de modo sistemático pues fue detectado en porcentajes elevados en los ápices foliares de dicha plantas. Encontró el hongo en la mayoría de las semillas maduras de las 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* (2001) encontraron evidencia de infección en plántulas 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 y 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 nematodos, 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 a la 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, hortícolas y forestales.

Sinclair y Shurtleft (1975), indica que la cantidad de pérdidas dependen del tipo de patógenos involucrados en el estado de desarrollo de las plantas individuales y el número 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 inóculo , 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 un componente importante en el manejo de enfermedades (Fry, 1982).

Por otra parte Navarrete (1986) 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.* 1999).

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.

Enfermedades Asociadas a la Pudrición de Mazorca

Una enfermedad es un mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante debido al efecto continuo sobre estudios últimos de un organismo patógeno o factor ambiental y que origina la aparición de los síntomas. La enfermedad es un estado que implica cambios anormales en la forma fisiológica, integrada o comportamiento de la planta o de sus órganos (Agris, 2005).

En maíz, se han reportado aproximadamente 125 enfermedades, para su reconocimiento y manejo se clasifican de acuerdo a la parte de la planta que infectan, como follaje, espiga, tallo y mazorca (Rodríguez-Montesoro y De León, 2008).

Las principales enfermedades que afectan el maíz en México son de origen fungoso, se encuentran diseminadas en todo el país, y su aparición están sujetas a las condiciones ambientales que favorezcan la infección y multiplicación del patógeno, así como la fuente de inóculo y la susceptibilidad de los genotipos (Varón y Sarria, 2007).

El maíz en México, es afectado principalmente por hongos que causan los llamados carbones, *Sporisorium reilianum*, *Ustilago maydis* (DC), o bien las que causan los tizones y manchas foliares, como *Helminthosporium spp.* (*Dreschlera*),

Fusarium spp., *Curvularia spp.*, *Alternaria spp.*, complejo de la mancha de asfalto y el cornezuelo del maíz, *Claviceps gigantea* (Programa de Maíz de CIMMYT, 2003; Morales-Martínez, 1993).

Hongos de importancia en la Pudrición de la Mazorca

De acuerdo al García, (2016) dentro de los hongos de mayor importancia que causan pudrición de la mazorca se encuentran *Diplodia*, *Gibberella*, *Fusarium* y *Aspergillus*.

Importancia del Género *Fusarium*

La importancia de *Fusarium* como patógeno de plantas se ha puesto de manifiesto, debido a la dificultad de controlar las enfermedades que produce. Ya que se dividen en tres grupos en función del tipo de enfermedad que producen. El primer grupo, cuyo representante principal es *F. oxysporum*, los cuales provocan marchitamiento vascular. El segundo grupo, provoca pudrición en la raíz, el cual es *F. solani*, y por ultimo las especies que provocan enfermedades en plantas gramíneas (*F. verticilliodies*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*, y *F. culmorum*) (Price, 1984).

Características Generales de *F. oxysporum*

Fusarium oxysporum es un hongo cosmopolita que existe en muchas formas patogénicas, parasitando más de 100 especies de plantas Gimnospermas y Angiospermas, gracias a los diversos mecanismos que tiene el hongo para vencer las defensas de muchas plantas. Se caracteriza por producir colonias de rápido crecimiento, con una tasa diaria cercana a un centímetro en medio papa-dextrosa agar (PDA) a 25°C. La morfología de las colonias es muy variable y puede presentar dos tipos: una de tipo micelial caracterizada por la producción de abundante micelio aéreo, algodonoso, con una coloración variable, de blanco a

rosado durazno, pero usualmente con un tinte púrpura o violeta más intenso en la superficie del agar y pocas microconidias (Booth, 1970) y una de tipo pionotal con la formación de poco o ningún micelio aéreo y abundantes microconidias.

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.

Efecto de los hongos del genero Fusarium y de la especie oxysporum sobre la salud humana y animal

Algunos géneros de hongos patógenos de plantas tienen la capacidad de producir toxinas, las cuales pueden afectar de formas diversas al hombre y a los animales que ingieren alimentos contaminados con esos hongos. Entre los géneros productores de toxinas están *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, entre otros. (Schumann, 1991).

Los hongos del género *Fusarium* producen micotoxinas como la Zearalenona producida por *F. oxysporum*. *F. avenacearum*, *F. graminearum*, fumonisinas producidas por *F. verticillioides*, moniliforminas por *F. subglutinans* y *F. avenacearum* y deoxinivalenol por *F. verticillioides* y *F. graminearum* (Marasas,

2001). Sólo unas pocas especies del género *Fusarium* tienen la capacidad de atacar algunos cereales y de producir micotoxinas (Schumann, 1991).

Fusarium graminearum, *F. moniliforme* y *F. tricinctum*, patógenos de maíz y de algunos cereales menores, producen la toxina zearalenona, la cual causa desequilibrios hormonales, infertilidad, disminución del crecimiento y, en casos extremos, la muerte de los animales que consumen granos contaminados. *Fusarium graminearum* sobre granos de cereales, especialmente maíz, también tiene la capacidad de producir la toxina deoxinivalenol o vomitoxina, la cual causa rechazo en el consumo de alimentos contaminados y disminución en el peso de los animales que lo consumen (Rebell, 1981).

Fusarium tricinctum, *F. equiseti*, *F. lateritium*, *F. poae*, y *F. sporotrichoides* y algunas razas de *Fusarium graminearum* en granos de cereales pueden producir varias toxinas llamadas tricocentenos, las cuales causan inflamaciones y hemorragias del tracto intestinal, infertilidad y esterilidad en animales que consumen granos infestados (Schumann, 1991).

Fusarium moniliforme y *F. proliferatum*, cuando se desarrollan sobre granos de maíz, pueden producir la toxina fumonicina, la cual puede causar leucoencefalomacia en caballos (Vesonder y Hesseltine, 1981).

Características Generales de *Penicillium*

Este género se caracteriza por formar conidios en una estructura ramificada semejante a un pincel que termina en células conidiógenas llamadas fiálides. En la figura 2 se esquematizan los tipos de conidióforos del género *Penicillium*, cuyas ramificaciones se ubican formando verticilos. Si hay sólo un verticilo de fiálides el pincel es monoverticilado.

Las ramificaciones de un pincel poliverticilado son ramas, r mulas, m tulas y fiálides. Los conidios generados en fiálides suelen llamarse fialoconidios para indicar su origen. En la fi lide, al dividirse el núcleo, se extiende simultáneamente el extremo apical que luego se estrangula separando a la espora recién formada. Se llama conectivo a la porción de pared que une entre sí a los conidios permitiendo la formación de cadenas, y en algunas especies se aprecia claramente con el microscopio óptico (Webster 1986).

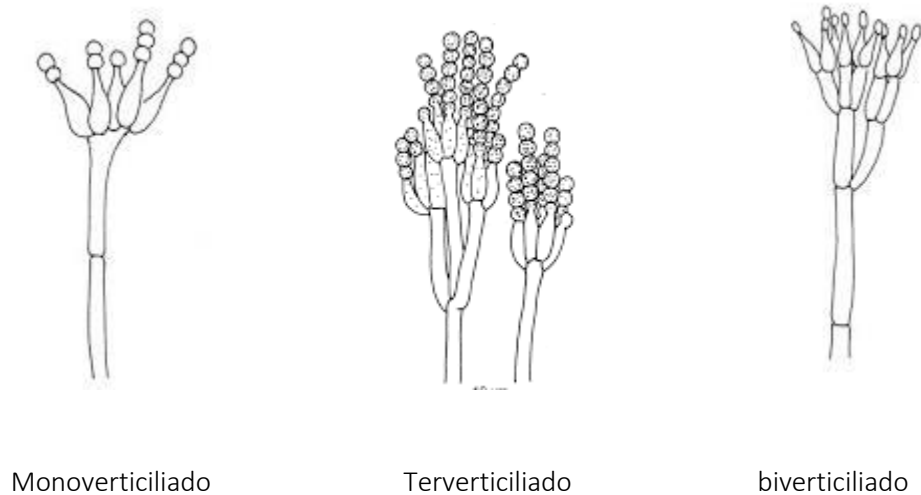


Fig. 2 Aspectos de penicilios

Características generales de *Torula*

Torula se caracteriza por las cadenas simples o ramificadas de conidios oscuros, que se rompen con facilidad y que surgen más o menos directamente de las hifas vegetativas CIMMYT (2003).

Características generales de *Trichothecium roseum*

Son características las cadenas cortas de conidios bicelulares en el ápice del conidióforo simple hialino CIMMYT (2003).

La colonia en la semilla se asemeja superficialmente a las masas de esporas de *Fusarium Gliocladium*.

Características generales de *Acremoniella*

Poco micelio con racimos de grandes conidios de color café, en forma de huevo, que se producen individualmente en conidióforos muy puntiagudos CIMMYT (2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

El muestreo se llevó a cabo en el bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con la localización geográfica de coordenadas de 101°00' Longitud Oeste 25°22' Latitud Norte con una altitud de 1,742 msnm, se etiquetaron las mazorcas de acuerdo a cada tratamiento y repetición correspondiente para su posterior identificación. Ver figura 3.



Fig. 3 Cultivo de maíz en el bajío

Cosecha

En total se cosecharon las mazorcas de cada planta el 27 de Noviembre del 2017 y se introdujeron cada una en una bolsa de papel, esto para evitar la alta humedad. Se obtuvieron 4 genotipos con 20 repeticiones cada uno.

Cuadro 1. Total de Tratamientos

Genotipo	Repeticiones
VS-221	20 repeticiones
CAFIME	20 repeticiones
CRIOLLO	20 repeticiones
JAGUAN	20 repeticiones

Ubicación de la Evaluación de las Muestras

La evaluación de las muestras fue llevada a cabo en las instalaciones del Departamento de Parasitología en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).



Fig. 4 Departamento de Parasitología

Pruebas Papel Secante y Congelamiento

Pruebas Papel Secante y Congelamiento. Se realizó de acuerdo a la prueba del manual de laboratorio para semillas de maíz y trigo CIMMYT (2003), y al Sistema Nacional de Salud de Semillas NSHS (2017).

Primeramente, se desinfectaron las semillas en una solución de hipoclorito de sodio (blanqueador comercial) al 2%, durante 3 minutos y posteriormente se enjuagaron con agua destilada durante un minuto. Ver figura 5.

Posteriormente se colocaron 50 semillas de manera uniforme en caja de plástico, la cual contenía una doble capa de papel de estraza previa mente humedecida, y se sellaron con clean pack anotándose los datos del tratamiento y/o repetición para su identificación, en un total de 20 repeticiones y un total de 1000 semillas por genotipo. Ver figura 6



Fig. 5 Desinfección de Semillas



Fig. 6 Tratamientos

A continuación, las charolas se transportaron al ultra congelador del laboratorio de semillas del Departamento de Fitomejoramiento a una temperatura de $-20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ por un periodo de 24 horas. Ver figura 7



Fig. 7 Charolas en el ultracongelador

Por ultimo las charolas se transportaron al departamento de parasitología en el cual se mantuvieron a temperatura ambiente de $23^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$, con periodos de 12 h luz y 12 h oscuridad durante 11 días. Ver figura 8



Fig. 8 Charolas a temperatura ambiente

Evaluación

La incidencia se expresó en términos de porcentajes y se evaluó en un análisis completamente al azar en el programa estadístico de Nuevo León mediante la prueba de Tukey al 0.05 de significancia.

Elaboración de PDA

En tres matraces de un litro se agregaron 31.2 g de PDA sintético y se aforo con 800 ml de agua destilada en cada uno, se agitaron de manera constante hasta obtener una mezcla homogénea y se llevaron a esterilización en una olla de presión a una temperatura de 121°C (15 lbs de presión) durante un tiempo de 15 minutos. Ver figura 9



Fig. 9 Esterilización del PDA

Aislamiento del patógeno

En la campana de flujo laminar y con ayuda de una aguja de disección se tomaron pequeñas porciones de cada colonia de hongos que se presentaron en las cajas de plástico, y se pasaron en cajas Petri con PDA y estas se sellaron con parafilm, identificándose cada tratamiento y repetición, incubándose a una temperatura de 25 ± 2 °C para su desarrollo. Ver figura 10



Figura 10. Aislamiento del patógeno

Elaboración de laminillas

En primer lugar en un porta objetos se agregó una gota de lactofenol y con una aguja de disección se colocó una pequeña cantidad micelio por último se puso un cubre objetos, sellándose con esmalte transparente para posteriormente analizar las montas, este procedimiento se realizó por cada uno de los tratamientos.

Identificación del patógeno

Los hongos se identificaron con la ayuda de un microscopio compuesto con el objetivo de 5x, 10x, y 40x y mediante el manual de laboratorio para semillas de maíz y trigo CIMMYT (2003). Ver figura 12



Figura 11. Identificación de los hongos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación de los hongos fitopatógenos se realizó de acuerdo a lo señalado en el Manual de Laboratorio Ensayos para la semilla de maíz y trigo CIMMYT (2003) y a las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1972), identificándose los siguientes hongos.

En el microscopio compuesto con el objetivo 40x se observó que la colonia de color blanco presentó características de *Acremoniella*. Poco micelio con racimos de grandes conidios de color claros en forma de huevo (ver figura 12), de la misma manera Sandoval *et al.*, 2011, detectaron a este género en semilla de trigo en los Valles Altos de México en semillas estudiadas con 2 años de haberla sido cosechada, en cambio en este trabajo se utilizaron semillas con tan solo 3 meses de haberla cosechado.



Fig. 12. *Acremoniella*

En la colonia de color morado, presento características distintivas de *Fusarium oxysporum*. La colonia en semilla creció inicialmente blanco cambiando a color morado, se observaron macroconidios hialinos, curvos, un ápice en forma de gancho y una célula basal en forma de pie (Ver figura 13) y se detectaron las camidosporas (ver figura 14), siendo esféricas, al igual Martínez (2016) afirmó la presencia de *Fusarium oxysporum* en las semillas de maíz del híbrido HS-5G. Ver figura 13



Fig. 13 Macro y microconidios de *Fusarium oxysporum*



Fig. 14 Clamidosporas de *Fusarium oxysporum*

En la colonia de color verde presentó características que definen a *Penicillium spp*, los conidióforos conspicuos, hialinos, lisos, septados, con una serie de ramificaciones que le dan la estructura característica de un cepillo, con típicas fiálidas hialinas en forma de frasco que producen largas cadenas secas de conidios, de la misma manera Cordero (2016) encontró al género *Penicillium* en semillas de Puebla, de la misma manera Pachón y Castañeda (1991), reportaron en una investigación a este género con una incidencia del 71% en semillas de maíz provenientes de almacenes agrícolas. Ver figura 15

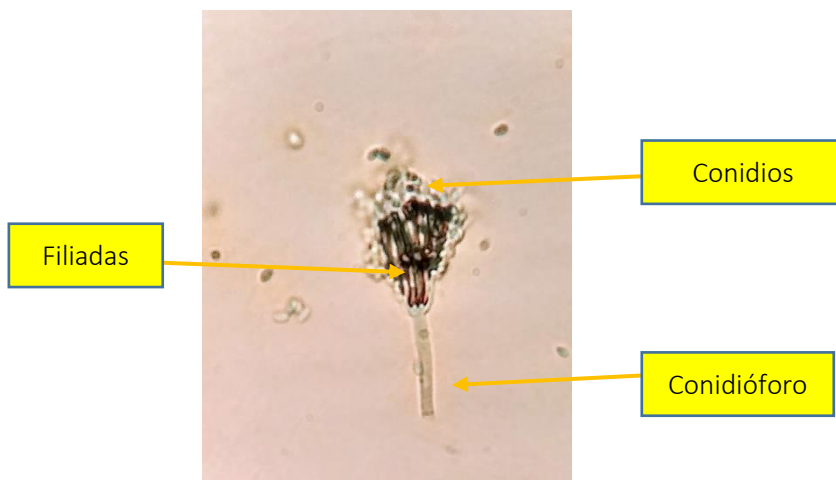


Fig. 15 *Penicillium sp*

En la colonia de color blanco se observaron características que pertenecen a *Trichothecium roseum*, se presentaron cadenas cortas de conidios bicelulares (ver figura 16), Summerbell (2011) mencionó que esta especie está estrechamente relacionado con *Acremonium spp*, sin embargo en este trabajo se detectó *Acremoniella sp*. Ver figura 16

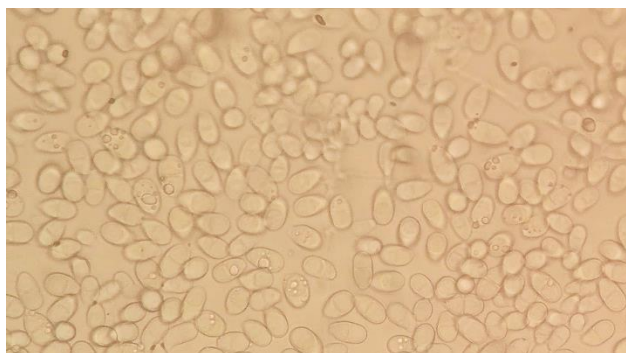


Fig. 16 Conidios de *Trichothecium roseum*

En la colonia de color café presento características de hongo *Torula*, los conidios de color café estuvieron en largas cadenas, de la misma manera González (2012) en distintos viveros de la ciudad de Chimbote, Perú reportó a este hongo, en donde las muestras fueron sembradas en medio agar celulosa fosfato para el aislamiento de hongos de suelo, se incubó a temperatura ambiente durante 5 días, en cambio en esta investigación se identificó a *Torula* de semillas de maíz.

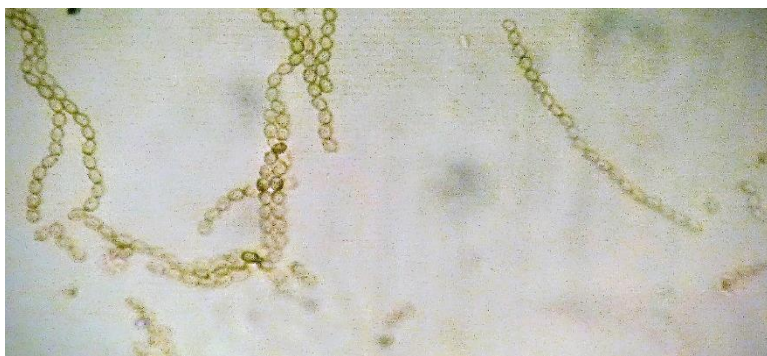


Fig. 17 Conidios en cadena de *Torula sp.*

Incidencia de los hongos

De acuerdo al cuadro 2. *Acremoniella* fue el hongo que más se presentó en los diferentes genotipos con una incidencia del 27.3 al 53 %, es decir, este hongo se presentó en 273 hasta en 535 semillas por genotipo (por cada 1000 semillas) y se obtuvo en una media de 41.3750, en cambio el hongo *Torula sp* se presentó del 0.6 al 3.6 % con una media del 4.75, de misma manera González (2012) detecto a este hongo en menor número (ver cuadro 2), encontrándose diferencia estadística con un coeficiente de variación del 47.78 %. Ver cuadro 3

Cuadro 2. Comparación de medias de la incidencia

Hongo	Media	Agrupación
<i>Acremoniella sp</i>	41.3750	A
<i>Penicillium sp</i>	23.4750	B
<i>Fusarium oxysporum</i>	14.0000	B C
<i>Trichothecium roseum</i>	11.9250	B C D
<i>Torula sp</i>	4.7500	C D

Letras iguales no son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad

CONCLUSIONES

De acuerdo con las características morfológicas observadas se encontraron 2 hongos de importancia en la pudrición de la mazorca en maíz lo cuales fueron: *Fusarium oxysporum* y *Penicillium sp*, con una incidencia del 2.9 al 35.8%.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios G. N., 2005 Plant Pathology. Fifth Edition. Ed. Elsevier Academic Press. San Diego, California. U.S.A. p 992
- 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.
- Booth C. 1970. *Fusarium oxysporum* CMI descriptions of plant pathogenic fungi and bacteria. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 1975. The present status of Fusarium taxonomy. Annual Review of Phytopathology.
- Boschini. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agronomía Mesoamericana.
- Barnett H. L. Y Hunter B.(1992). Illustrate Genera of imperfect Fungi 1era. Edición
- Cordero García Abram (2017) identificación e incidencia de hongos portados en Semillas de Maíz del estado de Puebla. Universidad Autónoma Agraria Antonio narro. Tesis de licenciatura
- Castaño J. J. 1978. Enfermedades del Maíz en Colombia. Noticias fitopatogenicas . Vol. 4. Num 2 ICA Colombia.
- Chávez A., J. L. 1995. Mejoramiento de Plantas 1. Segunda Edición. Ed. Trillas. México. 136 p.
- CIMMYT. 2003 Ensayos para la semilla de maíz y de trigo: Manual de laboratorio
- Copeland L.O. and M. B. McDonald. 1985. Principales of Seed Science and Techology. Second Edition. McMillan Publishing Company.U.S.A 221 p.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2007. Factores Fundamentales Oferta y Demanda de Maiz USDA.
- Desjardins A.E., C.M. Maragos, and R.H. Proctor. 2006. Maize ear rot and moniliformin contamination by cryptic species of Fusarium subglutinans. J. Agric. Food Chem. 54:7383-90.
- Di Marco O. N. y M. S. Aello. 2003. Calidad nutritiva de la planta de maíz para silage. Unidad Integral Balcarse. (Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP)-INTA EEA Balcarse). Verificado en marzo del 2006.

- Enríquez J. F., J. Romero, M. del R. Tovar. 2003. Productividad forrajera de maíces de alta calidad proteínica y normales, en Isla, Veracruz. XVII. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana, Cuba.
- FIRA (2016). Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
- Foley C.D. 1962 Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme* Phytopathology, vol.52:8 USA.
- Fry W.E. 1982 Principales of plant disease management Academic press 127-149 p.
- García Dávila Alejandra (2016). Técnico PIMAF 13 de noviembre de 2016
- González Obeso, Luis Enrique (2012). Aislamiento de hongos celulolíticos en compost utilizado en plantas ornamentales en la ciudad de Chimbote, Perú, Universidad Nacional de Trujillo, Tesis de Microbiología y Parasitología
- 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.
- Kommedahl, T.C.E., Windels and H.G. Jonson. 1974. Corstalk rot survey 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
- Marasas W. F. O. 2001. Discovery and occurrence of the fumonisinas: A Historical Perspective. Enviromental Healt Perspectives Suplements
- 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.
- McGee D.C 1988.Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists.APS Press, USA.
- 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.

- Moreno-Martínez E. 1993. Las Micotoxinas: Contaminantes naturales de los alimentos. Ciencia: 7p.
- 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.
- Nelson P.E. 1991. History of *Fusarium sistematic*s. In Recent Advances in *fusarium* sistematic. Phytopathology vol.81, No 9 1045-1048, U.S.A.
- 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.
- POA. 2009. Plan operativo anual de proyecto “Generación y validación de variedades de maíz tolerantes a sequía como medio de estabilizar la productividad y disminuir el daño por micotoxinas como consecuencia del cambio climático”. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
- Price D. (1984). *Fusarium* and plant pathology: the reservoir of infection. En the applied mycology of *Fusarium*, p. 71-93. Edited by Moss, M. O. and Smith, J. E.: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Programa de maíz del CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz resistentes al carbon de la espiga del maíz (*Sporisorium reilianum* f. sp. zea), en los valles altos de México.
- Rebell G. *Fusarium* infections in human and veterinary medicine. p. 210-220. En P.E. Nelson, T.A. Toussoun and R.J. Cook (Eds.). *Fusarium: diseases, biology and taxonomy*. Pennsylvania State University Press. University Park and London. 1981
- Reid L. M. and R. I. Hamilton. 1996. 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.

- Robles S. R. (1990). Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. 660 p.
- Rodríguez-Montesoro R. and De León C. 2008. El cultivo de maíz: temas selectos. México. D.F.: COLPOS: Mundi-Prensa México. 127p.
- Rojas G.M. y Rovalo,M.1984.Fisiología Vegetal Aplicada 3a. de MacGraw HillMéxico ,D.F.
- Romero C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos . Primera Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México . 347 p.
- Romero C. S. 1993. Hongos Fitopatógenos . Primera Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México . 347 p.
- SAGARPA (2011). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Manual de Plagas y Enfermedades en Maíz..
- SAGARPA (2014).secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural y alimentación.
- Schumann G.L. Plant diseases: their biology and social impact. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. 1991.
- SIAP (2011). Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estadísticas del sector agroalimentario y pesquero.
- NSHS (2017). Sistema Sacional de Salud de Semillas
- 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.
- Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2011. Integración Estadística Derivada del Comercio Exterior, Estudios y Perspectivas del Maíz..
- Summerbell RC, Gueidan C, Schroers HJ, de Hoog GS, Starink M, Rosete YA, Guarro J, Scott JA (2011). *Acremonium* phylogenetic overview and revision of *Gliomastix*, *Sarocladium*, and *Trichothecium*. Stud. Mycol.

- Thomas M.D., y I.W. Buddenhagen. 1980. Incidence and persistence of *Fusarium moniliforme* in symptomless maize kernels and seedlings in Nigeria. *Mycologia* 72:882-887.
- Varón-De-Agudelo, F and Sarria-Villa C. A. 2007. Enfermedades del maíz y su manejo: compendio ilustrado. Palmira, Colombia. 55p.
- Vesonder R. F. and C.W Hessel Tine. Metabolites of *Fusarium*. p. 350-364. En P.E. Nelson, T.A. Toussoun and RI Cook (Eds.). *Fusarium: diseases, biology and taxonomy*. Pennsylvania State University Press. University Park and London. 1981.
- Webster J. 1986. *Introduction to Fungi*. 2^o ed. Cambridge University Press.

APÉNDICE

1.- Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	3977.253418	795.450684	12.5434	0.000
ERROR	18	1141.481445	63.415634		
TOTAL	23	5118.734863			

C.V. = 47.78 %

2. Incidencia de los hongos en las semillas de los genotipos

Hongo fitopatológico	Incidencia % G1	Incidencia % G2	Incidencia % G3	Incidencia % G4
<i>Acremoniella</i>	53.5	34.9	27.3	49.8
<i>Fusarium oxysporum</i>	7	8.2	2.9	12.1
<i>Penicillium sp</i>	24.1	15.7	35.8	18.3
<i>Trichothecium roseum</i>	1.2	3.6	0.6	1.3
<i>Torula sp</i>	9	25.5	9.6	11.9
Sano	5.2	12.1	23.8	6.6

3.- Incidencia de hongo en el Genotipo 1

		Semillas contaminada	Incidencia %	Hongo
GENOTIPO 1 (VS-221)	R1	29	58	<i>Penicillium sp</i>
		17	34	<i>Acremoniella sp</i>
		4	8	Sano
	R2	10	22	<i>Penicillium sp</i>
		31	78	<i>Acremoniella sp</i>
		9	18	<i>Fusarium oxysporum</i>
	R3	4	8	<i>Penicillium sp</i>
		26	52	<i>Acremoniella sp</i>
		13	40	<i>Trichothecium roseum</i>
		7	14	<i>Fusarium oxysporum</i>
	R4	5	10	<i>Penicillium sp</i>
		30	60	<i>Acremoniella sp</i>
15		30	<i>Trichothecium roseum</i>	

	R5	5	10	<i>Fusarium oxysporum</i>
		20	40	<i>Penicillium sp</i>
		25	50	<i>Acremoniella sp</i>
	R6	1	2	<i>Fusarium oxysporum</i>
		5	10	<i>Penicillium sp</i>
		44	88	<i>Acremoniella sp</i>
	R7	1	2	Sano
		1	2	<i>Trichothecium roseum</i>
		25	50	<i>Penicillium sp</i>
		23	46	<i>Acremoniella sp</i>
	R8	1	2	<i>Fusarium oxysporum</i>
		13	26	<i>Trichothecium roseum</i>
		13	26	<i>Penicillium sp</i>
		23	46	<i>Acremoniella sp</i>
	R9	5	10	Sano
		45	90	<i>Acremoniella sp</i>
	R10	2	4	<i>Penicillium sp</i>
		17	34	Sano
		31	62	<i>Acremoniella sp</i>
	R11	2	4	<i>Fusarium oxysporum</i>
		2	4	<i>Trichothecium roseum</i>
		15	30	<i>Penicillium sp</i>
		31	62	<i>Acremoniella sp</i>
	R12	8	16	<i>Penicillium sp</i>
		9	18	<i>Fusarium oxysporum</i>
		16	32	<i>Acremoniella sp</i>
		17	34	<i>Trichothecium roseum</i>
	R13	1	1	<i>Penicillium sp</i>
49		49	<i>Acremoniella sp</i>	
R14	1	2	<i>Trichothecium roseum</i>	
	8	16	<i>Acremoniella sp</i>	
	41	82	<i>Penicillium sp</i>	
R15	1	2	<i>Acremoniella sp</i>	
	16	32	<i>Trichothecium roseum</i>	
	33	66	<i>Fusarium oxysporum</i>	
R16	2	4	<i>Trichothecium roseum</i>	
	11	22	<i>Acremoniella sp</i>	
	18	36	<i>Penicillium sp</i>	
	19	38	Sano	
R17	8	16	<i>Trichothecium roseum</i>	
	20	40	<i>Penicillium sp</i>	

	R18	22	44	<i>Acremoniella sp</i>
		2	4	<i>Trichothecium roseum</i>
		6	12	<i>Penicillium sp</i>
		42	84	<i>Acremoniella sp</i>
	R19	1	2	<i>Torula sp</i>
		3	6	<i>Fusarium oxysporum</i>
		6	12	Sano
		7	14	<i>Penicillium sp</i>
		33	66	<i>Acremoniella sp</i>
	R20	11	22	<i>Torula sp</i>
		12	24	<i>Penicillium sp</i>
		27	54	<i>Acremoniella sp</i>

4.- Incidencia de hongos en el genotipo 2

		Semillas contaminada	Incidencia %	Hongo
		GENOTIPO 2 (Criollo)	R1	2
19	38			<i>Fusarium oxysporum</i>
29	58			<i>Penicillium sp</i>
R2	6		12	<i>Trichothecium roseum</i>
	14		28	<i>Acremoniella sp</i>
	14		28	<i>Penicillium sp</i>
	16		32	Sano
R3	8		16	Sano
	9		18	<i>Torula sp</i>
	16		32	<i>Fusarium oxysporum</i>
	17		34	<i>Acremoniella sp</i>
R4	7		14	Sano
	11		22	<i>Trichothecium roseum</i>
	32		64	<i>Acremoniella sp</i>
R5	6		12	<i>Acremoniella sp</i>
	21		22	<i>Trichothecium roseum</i>
	23		46	<i>Penicillium sp</i>
R6	1		2	<i>Torula sp</i>
	6		12	<i>Penicillium sp</i>
	9		18	<i>Fusarium oxysporum</i>
	12		24	<i>Acremoniella sp</i>
	22		44	<i>Trichothecium roseum</i>
R7	1		2	Sano

	15	30	<i>Trichothecium roseum</i>
	15	30	<i>Penicillium sp</i>
	19	38	<i>Acremoniella sp</i>
R8	10	20	<i>Trichothecium roseum</i>
	13	26	<i>Acremoniella sp</i>
	27	34	<i>Penicillium sp</i>
R9	4	8	<i>Penicillium sp</i>
	7	14	<i>Acremoniella sp</i>
	12	24	Sano
	27	54	<i>Trichothecium roseum</i>
R10	5	10	<i>Acremoniella sp</i>
	10	20	Sano
	35	70	<i>Trichothecium roseum</i>
R11	1	2	<i>Fusarium oxysporum</i>
	1	2	<i>Penicillium sp</i>
	22	24	<i>Trichothecium roseum</i>
	26	52	<i>Acremoniella sp</i>
R12	6	12	<i>Penicillium sp</i>
	11	22	<i>Fusarium oxysporum</i>
	33	72	<i>Acremoniella sp</i>
R13	4	8	<i>Torula sp</i>
	4	8	<i>Trichothecium roseum</i>
	4	8	<i>Penicillium sp</i>
	9	18	<i>Fusarium oxysporum</i>
	29	58	<i>Acremoniella sp</i>
R14	6	12	<i>Acremoniella sp</i>
	18	36	Sano
	26	52	<i>Trichothecium roseum</i>
R15	3	6	<i>Penicillium sp</i>
	4	8	Sano
	5	10	<i>Torula sp</i>
	16	32	<i>Trichothecium roseum</i>
	22	24	<i>Acremoniella sp</i>
R16	8	16	<i>Acremoniella sp</i>
	9	18	<i>Fusarium oxysporum</i>
	33	66	Sano
R17	2	4	<i>Fusarium oxysporum</i>
	9	18	<i>Torula sp</i>
	12	24	Sano
	20	40	<i>Acremoniella sp</i>
R18	7	14	<i>Penicillium sp</i>

		8	16	<i>Torula sp</i>
		6	4	<i>Fusarium oxysporum</i>
		13	12	<i>Trichothecium roseum</i>
		23	84	<i>Acremoniella sp</i>
	R19	13	26	<i>Trichothecium roseum</i>
		37	74	<i>Acremoniella sp</i>
	R20	14	28	<i>Trichothecium roseum</i>
		18	36	<i>Penicillium sp</i>
		18	36	<i>Acremoniella sp</i>

5.- Incidencia de hongos en el genotipo 3

		Semillas contaminada	Incidencia %	Hongo
GENOTIPO 3 (Cafime)	R1	10	20	<i>Acremoniella sp</i>
		16	32	<i>Penicillium sp</i>
		24	48	<i>Trichothecium roseum</i>
	R2	8	16	Sano
		8	16	<i>Trichothecium roseum</i>
		8	16	<i>Acremoniella sp</i>
		26	52	<i>Penicillium sp</i>
	R3	5	10	Sano
		6	12	<i>Torula sp</i>
		14	28	<i>Fusarium oxysporum</i>
		25	50	<i>Acremoniella sp</i>
	R4	1	2	<i>Fusarium oxysporum</i>
		13	26	<i>Acremoniella sp</i>
		14	28	Sano
		22	44	<i>Penicillium sp</i>
	R5	1	2	<i>Penicillium sp</i>
		1	2	Sano
		48	96	<i>Acremoniella sp</i>
	R6	2	4	Sano
		8	16	<i>Acremoniella sp</i>
		40	80	<i>Penicillium sp</i>
	R7	6	12	<i>Trichothecium roseum</i>
		11	22	<i>Acremoniella sp</i>
		15	30	Sano
		18	36	<i>Penicillium sp</i>
	R8	4	20	<i>Trichothecium roseum</i>

		13	26	Sano
		14	28	<i>Penicillium sp</i>
		19	38	<i>Acremoniella sp</i>
	R9	3	6	<i>Acremoniella sp</i>
		4	8	Sano
		5	10	<i>Trichothecium roseum</i>
		38	76	<i>Penicillium sp</i>
	R10	9	18	<i>Trichothecium roseum</i>
		16	32	<i>Penicillium sp</i>
		25	50	<i>Acremoniella sp</i>
	R11	1	2	<i>Trichothecium roseum</i>
		3	6	<i>Acremoniella sp</i>
		18	36	<i>Penicillium sp</i>
		28	56	Sano
	R12	4	8	Sano
		13	26	<i>Penicillium sp</i>
		14	14	<i>Fusarium oxysporum</i>
		19	38	<i>Acremoniella sp</i>
	R13	7	8	<i>Trichothecium roseum</i>
		10	8	<i>Penicillium sp</i>
		13	8	<i>Acremoniella sp</i>
		20	18	Sano
	R14	1	2	<i>Trichothecium roseum</i>
		2	4	<i>Acremoniella sp</i>
		17	34	<i>Penicillium sp</i>
		30	60	Sano
	R15	1	2	<i>Trichothecium roseum</i>
		9	18	<i>Acremoniella sp</i>
		12	24	<i>Penicillium sp</i>
		28	56	Sano
	R16	1	2	<i>Acremoniella sp</i>
		2	4	<i>Trichothecium roseum</i>
		10	20	<i>Penicillium sp</i>
		37	74	Sano
	R17	1	2	Sano
		11	22	<i>Trichothecium roseum</i>
		18	36	<i>Acremoniella sp</i>
		20	20	<i>Penicillium sp</i>
	R18	1	2	<i>Acremoniella sp</i>
		3	6	Sano
		46	92	<i>Penicillium sp</i>

	R19	6	12	<i>Penicillium sp</i>
		7	14	<i>Trichothecium roseum</i>
		10	20	Sano
		27	54	<i>Acremoniella sp</i>
	R20	10	20	<i>Acremoniella sp</i>
		10	20	<i>Trichothecium roseum</i>
		15	30	Sano
		15	30	<i>Penicillium sp</i>

4.-Incidencia de hongos en el genotipo 4

		Semillas contaminada	Incidencia %	Hongo
		R1	3	6
		7	14	<i>Fusarium oxysporum</i>
		40	80	<i>Acremoniella sp</i>
	R2	9	18	Sano
		13	26	<i>Torula sp</i>
		13	26	<i>Acremoniella sp</i>
		15	30	<i>Penicillium sp</i>
	R3	9	18	<i>Penicillium sp</i>
		14	28	Sano
		27	54	<i>Acremoniella sp</i>
	R4	10	26	<i>Fusarium oxysporum</i>
		16	28	<i>Penicillium sp</i>
		24	44	<i>Acremoniella sp</i>
	R5	6	12	<i>Penicillium sp</i>
		44	88	<i>Acremoniella sp</i>
	R6	11	22	<i>Fusarium oxysporum</i>
		14	28	<i>Penicillium sp</i>
		25	50	<i>Acremoniella sp</i>
	R7	12	24	<i>Trichothecium roseum</i>
		12	24	<i>Penicillium sp</i>
		26	52	<i>Acremoniella sp</i>
	R8	6	12	Sano
		10	20	<i>Penicillium sp</i>
		15	30	<i>Trichothecium roseum</i>

		19	38	<i>Acremoniella sp</i>
R9		3	6	Sano
		5	10	<i>Fusarium oxysporum</i>
		11	22	<i>Trichothecium roseum</i>
		31	62	<i>Acremoniella sp</i>
R10		4	8	<i>Trichothecium roseum</i>
		8	16	Penicillium sp
		38	76	<i>Acremoniella sp</i>
R11		6	12	Penicillium sp
		16	32	<i>Fusarium oxysporum</i>
		28	56	<i>Acremoniella sp</i>
R12		6	12	Penicillium sp
		15	30	<i>Fusarium oxysporum</i>
		15	30	<i>Acremoniella sp</i>
		14	28	Penicillium sp
R13		3	6	<i>Fusarium oxysporum</i>
		5	10	<i>Trichothecium roseum</i>
		7	14	Penicillium sp
		35	70	<i>Acremoniella sp</i>
R14		9	18	<i>Fusarium oxysporum</i>
		10	20	<i>Trichothecium roseum</i>
		11	22	Penicillium sp
		20	40	<i>Acremoniella sp</i>
R15		5	2	Sano
		16	18	<i>Trichothecium roseum</i>
		29	24	<i>Acremoniella sp</i>
R16		6	2	Sano
		8	4	Penicillium sp
		13	20	<i>Fusarium oxysporum</i>
		23	74	<i>Acremoniella sp</i>
R17		10	20	Penicillium sp
		14	28	<i>Trichothecium roseum</i>
		26	52	<i>Acremoniella sp</i>
R18		10	20	<i>Acremoniella sp</i>
		11	22	Sano
		14	28	<i>Trichothecium roseum</i>
		15	30	Penicillium sp
R19		8	16	Penicillium sp
		12	24	<i>Acremoniella sp</i>
		12	24	Sano
		18	36	<i>Fusarium oxysporum</i>

	R20	8	20	<i>Penicillium sp</i>
		15	20	<i>Trichothecium roseum</i>
		13	30	<i>Acremoniella sp</i>
		14	30	<i>Fusarium oxysporum</i>