

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Detección e Identificación de Hongos en Semillas de Dos Materiales
Híbridos de Maíz del Estado de Puebla

Por:

ANA KAREN GUADALUPE DE LEÓN TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Detección e Identificación de Hongos en Semillas de Dos Materiales
Híbridos de Maíz del Estado de Puebla

Por:

ANA KAREN GUADALUPE DE LEÓN TORRES

TESIS

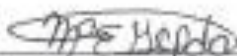
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría



M.C. Abiel Sánchez Arizpe
Asesor Principal



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor



Ing. Elizabeth Laureano Luna
Coasesor



Dr. Gabriel Salgado Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2017

Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Josefina y Juan Manuel.

Por ser los cimientos que me sostienen y enseñarme que pese a las adversidades, he de salir adelante. Por llenarme de fortaleza, Gracias por darme siempre la mano.

A mis tíos:

Otilia de León por ser parte de mi formación junto con mis padres. No hay palabras para expresar lo agradecida que estoy por tu apoyo.

José Reyes Torres, por tu apoyo constante y tus consejos.

A mis hermanos:

Juan José, Martha+, Sandra, Arturo y Josué. Por permanecer siempre unidos, por sus consejos y palabras de aliento.

A mis cuñados:

Por ser parte de mi familia, por ser como mis hermanos: Héctor, Cristina, Leticia.

A mis sobrinos:

Jesús Manuel, Yesica, Juan José, Tadeo, Luna, José Manuel y María José. Por contagiar su energía y alegría en los momentos de esters.

Dios los llene de bendiciones.

Al **Dr. Abiel Sánchez Arizpe**, por darme la oportunidad de realizar mi titulación bajo su asesoría. Por compartir sus conocimientos.

A la **Ing. Elisabeth Laureano Luna**, por su paciencia, tiempo, y consejos que han sido de mucha utilidad para la realización de este trabajo. Gracias Eli, por tu amistad.

A la **Dr. Elizabeth Galindo Cepeda**, por su tiempo y asesoría.

Al **Mc. Epifanio Castro del Ángel**, buen amigo, gracias por permanecer en mi vida, gracias por insistir, por tu paciencia, y por compartir tus conocimientos. Dios te bendice.

DEDICATORIA

A mis hijos Pablo Alan y Santiago. Cada paso que dé, cada cosa que haga en mi vida siempre lo hare pensando en ustedes. Los amo con todo mi corazón.

A la memoria de mi hermana Martha Amalia, Gracias por creer en mí, por tu apoyo y por seguir cuidándonos desde el cielo. Te amo hermosa mariposa.

A mis amigos:

José Ulises Murillo Ramírez, Gracias porque aun en la distancia seguimos estando cerca, por tantos años de amistad, por las muestras de cariño, los regaños, consejos, por estar al pendiente. Siempre en mi corazón.

A Laura Vargas, Abraham Cruz, Reina Trejo, Yoseni Martínez, Lety y Francisco Macias; coincidir en con ustedes y sentir su abrazo es una bendición.

*Dame señor acierto al comenzar, dirección al progresar y perfección
al concluir*

(Santo Tomas de Aquino)

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del cultivo.....	4
El Grano o semilla.....	5
Producción mundial de maíz.....	6
Producción nacional de maíz.....	6
Aportación del estado de Puebla a la producción de maíz.....	8
Calidad de la semilla.....	9
Importancia de las pruebas de sanidad.....	10
Enfermedades de la semilla causadas por hongos y su importancia.....	13
Hongos asociados a la pudrición de la mazorca.....	16
Clasificación taxonómica de <i>Fusarium verticillioides</i>	17
Características de <i>Fusarium verticillioides</i>	17
Clasificación taxonómica del género <i>Aspergillus</i>	19
Características del género <i>Aspergillus</i>	19
Clasificación taxonómica del género <i>Penicillium</i>	21
Características del género <i>Penicillium</i>	21

MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
Localización del experimento.....	23
Material genético.....	23
Evaluación visual para el cálculo de severidad.....	23
Pruebas de sanidad de la semilla.....	24
Prueba de papel secante.....	25
Preparación de PDA.....	26
Prueba de germinación.....	28
Prueba de vigor.....	29
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	39
APÉNDICE.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura de la semilla de maíz.....	5
Figura 2. Departamento de parasitología UAAAN.....	23
Figura 3 Evaluación visual de la severidad en las mazorcas.....	24
Figura 4 Mazorca seccionad.....	24
Figura 5. Secado de las semillas.....	25
Figura 6. Siembra de las semillas.....	26
Figura 7. Llenado de cajas Petri.....	26
Figura 8. Siembra en medio de cultivo PDA.....	27
Figura 9. Muestreo por cuadrantes.....	28
Figura 10. Siembra de semillas para prueba de germinación.....	28
Figura 11. Semillas germinadas normalmente.....	29
Figura 12 Prueba de vigor.....	29
Figura 13 <i>Penicillium</i> sp aislado de semillas de maíz.....	31
Figura 14. Macro y micoconidias de <i>Fusarium</i> sp.....	32
Figura 15 <i>Aspergillus</i> sp aislado de semillas de maíz.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1 Principales estados productores de Maíz Forrajero.....	6
Cuadro 2 Principales estados productores de Maíz Grano.....	7
Cuadro 3 Principales estados productores de Maíz para semilla.....	7
Cuadro 4. Municipios del estado de Puebla con mayor producción de maíz.....	8
Cuadro 5. Escala de severidad.....	24
Cuadro 6. Incidencia de hongos en método de PDA.....	37
Cuadro 7. Incidencia de los hongos en método de papel húmedo.....	37
Cuadro 8. Incidencia de hongos de acuerdo a la coloración del micelio sobre la semilla HC8 en método papel húmedo.....	49
Cuadro 9. Incidencia de los hongos de acuerdo a la coloración del micelio sobre la semilla Faisan en el método papel húmedo.....	50
Cuadro 10. Incidencia de hongos de acuerdo al color del micelio en semillas HC8 por el método PDA.....	51
Cuadro 11. Incidencia de los hongos de acuerdo a la coloración del micelio en semillas Faisan.....	53

RESUMEN

El maíz desde la perspectiva productiva, se ubica como el cultivo de mayor importancia en nuestro país, puesto que lo podemos encontrar en todos los estados, bajo diversos climas y en distintas altitudes.

El rendimiento productivo se ve afectado a consecuencia de las mermas ocasionadas por la aparición de enfermedades entre las que destacan las causadas por hongos pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Diplodia*. No solamente representan un riesgo para el propio productor, sino también para la salud del consumidor debido a la producción de micotoxinas.

El objetivo de esta investigación fue estimar la incidencia y severidad de los hongos presentes en dos materiales híbridos del Estado de Puebla, HC8 Aapros y Faisan Asgrow e identificar los géneros de hongos asociados a la pudrición de la mazorca Mediante el método de papel húmedo y medio de cultivo PDA; así mismo conocer la calidad fisiológica de cada material.

Los resultados se analizaron mediante el programa estadístico SAS utilizando la prueba de Tukey para la separación de las medias al 0.05% de significancia.

Los géneros identificados fueron *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium*. Encontrándose la mayor incidencia en el género *Fusarium*.

Palabras clave: incidencia y severidad, pudrición de la mazorca, pruebas de sanidad, prueba de vigor y germinación

INTRODUCCIÓN

El maíz, desde la perspectiva productiva, se ubica como el cultivo de mayor importancia en nuestro país, puesto que lo podemos encontrar en todos los estados, bajo diversos climas y en distintas altitudes.

Siguiendo este contexto en México se identifican dos sistemas de producción, el sistema comercial y el de autoconsumo. Estimándose que existen 3.2 millones de productores de maíz, y el consumo anual per-cápita es de 278 kilogramos de este grano.

De acuerdo con un informe emitido por Sagarpa, durante el año comercial octubre 2015 – septiembre 2016 la producción total de maíz fue de 25.7 millones de toneladas. También dio a conocer que durante el ciclo Primavera–Verano 2015 se produjeron 17.3 millones de toneladas de maíz en ambas variedades y en el ciclo Otoño - Invierno 2015/16, la producción fue de 8.4 millones de toneladas.

Las semillas son el punto de básico de origen para la producción ya que alrededor del 90% de los cultivos alimenticios en el mundo son sembrados directamente de ellas. Payak y Sharma (1985) estimaron que la pérdida de rendimiento que causan las enfermedades del maíz a nivel mundial se encuentra en 7 y 17%, mientras que en México oscila entre 7.5 y 38.0% (Castañón y Latournerie, 2004; Morán *et al.*, 1993).

Es por esto que alcanzar altos niveles de producción depende en gran medida de la sanidad con la que cuenta la semilla, constituyendo esta una de las fuentes de inóculo primario.

En el caso de los enfermedades, los hongos sobreviven principalmente por el medio de semilla contaminada con infecciones latentes. El uso de esta semilla puede causar problemas con fallas en la emergencia, ahogamiento y marchitez en las plántulas, así como enfermedades foliares y en los frutos.

Las estructuras fungosas contaminantes pueden permanecer en residuos de cosecha. Infectando de esta manera a la planta en desarrollo originando infecciones primarias, por lo tanto la planta con estas lesiones se convierte también en fuente de inóculo. Estos propágulos son diseminados por varios agentes como la lluvia, insectos y el hombre.

Las enfermedades que atacan al cultivo del maíz pueden causar severas mermas en la producción y dado que el cultivo es de muy baja rentabilidad se recomienda adquirir semilla de buena calidad para garantizar una mejor producción. Entonces se puede afirmar que la calidad de la siembra está determinada por el historial de la semilla, que inicia en el momento de la fecundación y termina en el momento de la siembra. De ahí radica la importancia de la realización de pruebas de sanidad que permitan al productor conocer los porcentajes de germinación, la calidad fisiológica con la que cuenta su semilla así como los patógenos a los que se puede enfrentar durante el desarrollo del cultivo.

Actualmente existe un sin número de enfermedades que afectan al cultivo de maíz causadas por microorganismos, tal es el caso de la pudrición de la mazorca cuyo agente causal pertenece a los géneros *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Diplodia*. No solamente representan un riesgo para el propio productor, sino también para la salud el consumidor debido a la producción de micotoxinas

OBJETIVOS

- Determinar la incidencia y severidad de los hongos presentes en dos materiales híbridos de maíz; HC8 y Faisán.
- Identificación de los diversos hongos asociados a pudrición de mazorca.
- Determinar la calidad fisiológica de ambos híbridos de maíz.

HIPÓTESIS

Se espera encontrar tres géneros de hongos afectando la calidad de la semilla de manera significativa.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del cultivo de maíz.

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conoce, es la única especie cultivada del género *Zea*. El maíz cultivado es una planta completamente domesticada por el hombre, él y el maíz han evolucionado juntos desde tiempos remotos. El maíz no crece en forma salvaje por lo que no puede sobrevivir en la naturaleza siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre Dowawell (1996).

El maíz es una gramínea originaria de las Américas, encontrándose la mayor diversidad en México. De entre las 220 y 300 razas de maíz reportadas en el continente americano 59 se encuentran en nuestro país (Vigouroux *et al.*, 2008). Gracias a esta riqueza varietal México es considerado como el centro de origen y domesticación de este grano (Matsuoka *et al.*, 2002).

Actualmente el cultivo de maíz es el cereal de mayor producción en el mundo superando al trigo y al arroz (Muschler *et al.*, 2008).

En los países industrializados el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y recientemente para la producción de etanol. Por el contrario, en algunos países de América Latina y cada vez más en países africanos, un gran porcentaje del maíz que se produce o importa se destina al consumo humano (Serratos, 2009).

El grano o semilla.

Santamaria (1998) refiere que el crecimiento del maíz está determinado por el genotipo de la semilla y su expresión depende de factores ambientales como luz, agua, temperatura, CO₂, nutrientes, cuyas interacciones determinan la calidad del grano y forraje producido.

Ospina (2001) describe a la estructura del grano de maíz como uno de los cereales de mayor tamaño. El fruto de la planta se denomina mazorca; en la etapa de madurez la mazorca se llena de granos aplanados grandes, colocados en ejes paralelos alrededor de su eje vertical

El grano de maíz es un cariopse, la pared del ovario o pericarpio esta fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes: la pared, el embrión diploide y el endosperma triploide (Esau, 1977).

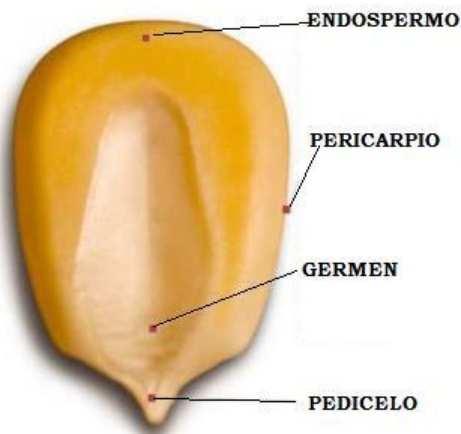


Figura 1: Estructura del grano de maíz

Producción mundial de maíz

De acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos la producción mundial de maíz en el año 2016 fue de 960.73 millones de toneladas. Los principales países productores fueron:

Estados Unidos 384, 778,000

China: 219, 554,000

Otros: 93, 265,000

Brasil: 86, 500,000

Unión Europea: 60, 309,000

Argentina: 36, 500,000

Ucrania: 28, 000,000

México: 26, 000,000

Producción nacional de maíz.

En el año 2014 la encuesta nacional agropecuaria de INEGI reporta que la superficie total sembrada fue de 22,415 118 hectáreas.

De las cuales 225,302 ha. Fueron destinadas para la producción de maíz forrajero, mientras que 6, 715,157 ha, fueron ocupadas para siembra de maíz

Ubicación	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Jalisco	176,272.61	168,557.61	3,701,931.27	21.96
Zacatecas	113,585.00	112,400.00	1,893,980.67	16.85
Durango	47,129.82	46,646.32	1,522,846.07	32.65
Aguascalientes	62,615.00	61,655.00	1,400,609.61	22.72
México	24,640.50	24,640.50	1,241,502.15	50.38

Cuadro 1. Principales estados productores de Maíz Forrajero 2015.

Fuente SIAP.

Ubicación	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Sinaloa	544,070.17	540,654.49	5,380,042.41	9.95
Jalisco	538,870.35	522,985.85	3,338,766.29	6.38
México	540,463.76	533,153.06	2,036,339.17	3.82
Michoacán	467,821.00	414,994.34	1,721,658.03	4.15
Chihuahua	238,747.12	233,367.62	1,436,559.58	6.16

Cuadro 2. Principales estados productores de Maíz Grano. Fuente SIAP 2015

Ubicación	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Guanajuato	7,251.00	7,251.00	29,844.10	4.12
Sinaloa	4,013.00	4,013.00	26,727.97	6.66
Jalisco	2,685.95	2,685.95	21,974.63	8.18
Nayarit	5,237.50	5,170.50	20,823.45	4.03
Chihuahua	444.00	444.00	4,322.00	9.73

Cuadro 3. Principales estados productores de Maíz para semilla 2015.

Fuente: SIAP

Aportación del estado de Puebla a la producción de maíz.

En los ciclos productivos primavera-verano, otoño invierno 2015, SIAP reporto que la producción de maíz forrajero fue de 13,660, 717.70 toneladas, mientras que para maíz grano se obtuvieron 24, 694,046.25, y de maíz para semilla 109,509.65 toneladas.

De las cuales el Estado de Puebla produjo 324,542.77 t. De maíz forrajero y

1 ,002,154.92 t. De maíz grano.

Municipio	Sup. Sembrada (ha)	Producción (t)
Libres	2,432.00	115,980.30
Cholula	3,719.80	110,803.97
Tecamachalco	1,408.50	96,038.00
Zacatlán	61.50	1,720.50

Cuadro 4. Municipios del estado de Puebla con mayor producción de maíz. Fuente SIAP 2015

Calidad de la semilla.

Un factor básico para el éxito de la agricultura moderna es la utilización de variedades con potencial para obtener altos rendimientos en granos o forrajes. Para contribuir a este propósito, se han desarrollado técnicas de análisis que permiten evaluar la calidad de las semillas para la siembra (Hernández y Carballo, 1997), las cuales son de interés tanto para la industria semillera como para las instituciones responsables de la certificación, ya que determinan el valor de las semillas para beneficio del agricultor (ISTA, 2005).

Una semilla de calidad contribuye a mayor eficiencia varietal productiva, ya que es capaz de emerger de manera rápida y uniforme, bajo diferentes condiciones ambientales. La calidad de la semilla es un concepto basado en la valoración de diferentes atributos (Kelly, 1988), los cuales mejoran el establecimiento de la planta en campo, entre los que destacan: la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria. (Basra, 1995; Copeland y McDonald, 1995).

Calidad fisiológica: mecanismos intrínsecos de la semilla que determinan su capacidad de germinación, la emergencia y el desarrollo de aquellas estructuras esenciales para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Basra, 1995). Por otro lado, la calidad fisiológica involucra características tales como: contenido de humedad, peso por volumen y pureza (Moreno, 1996)

Salinas *et al.*, 2001, señala que una semilla con calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura y el mínimo contenido de malezas, de otros cultivos y materia inerte.

Pureza varietal: la FAO describe que las plantas a producir por medio de semilla deben presentar las mismas características propias a su variedad.

Calidad sanitaria: las semillas deben estar sanas, libres de plagas y enfermedades que puedan ser transmitidas (FAO 2011).

Poulsen (2000) mencionó las siguientes ventajas de la semilla de buena calidad:

- Mejor condición para el almacenamiento.
- Desperdicio mínimo de la semilla.
- Plantas uniformes en espacios acondicionados como los viveros.
- Mayor acierto en la producción de plantas.

Importancia de las pruebas de sanidad en la semilla.

La disponibilidad de semilla de alta calidad es importante para todos los sectores de la agricultura. El análisis de pureza y las pruebas de germinación han sido ampliamente utilizadas en la evaluación de la calidad de las semillas durante aproximadamente un siglo. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha dado énfasis en las mediciones de otros componentes de la calidad de semillas, tales como: sanidad, pureza genética y vigor (Ferguson, 1995).

En cuanto a las pruebas de sanidad, Moreno (1996) señala que son importantes porque:

1. El inóculo es portado por la semilla y puede dar lugar al desarrollo progresivo de enfermedades en el campo y reducir el valor comercial del cultivo.
2. Los lotes de semilla importados pueden introducir enfermedades en nuevas regiones. Por lo tanto, es necesario realizarlas para satisfacer los requerimientos cuarentenarios.
3. Pueden elucidar la evaluación de las plántulas y las causas de una germinación deficiente o del establecimiento en campo y por consiguiente suplementar las pruebas de germinación.

El desarrollo de métodos y técnicas de detección, son medidas de suma importancia para poder determinar la presencia de microorganismos en semillas y determinar si éstas causan o no problemas en la dispersión; mediante esta información se tendrán elementos para informar al agricultor y campesinos sobre la calidad de la semilla (Zillinsky, 1984).

La semilla de buena calidad es el principal requisito para el buen rendimiento de un cultivo. El éxito o fracaso de la siembra, depende la calidad con la que cuente la semilla, de alta calidad producirá plantas fuertes, resistentes a enfermedades y a condiciones adversas (CIAT, 1981).

A continuación se describen los objetivos de algunas de las pruebas de sanidad que ayudan a determinar la calidad con la que cuenta una semilla:

Prueba de germinación: permite conocer la capacidad de la semilla de desarrollar plántulas normales en condiciones óptimas (CIMMYT)

Prueba de vigor: Velásquez, (2008) señala que el vigor es la suma de los atributos de la semilla que favorecen el establecimiento rápido y uniforme de una población inicial hasta el campo.

El conocimiento del vigor como componente de la calidad fisiológica de la semilla es garantizar densidades de población óptimas a fin de maximizar rendimiento y/o la calidad de la producción (Hernández *et al.*, 2000)

Método de incubación: CIMMYT en su manual de ensayos para la semilla de Trigo y Maíz menciona que la asociación Internacional de Pruebas de Sanidad de semillas (ISTA), recomienda los métodos de papel secante y placas de agar dentro de los exámenes rutinarios de semillas cultivadas infestadas por hongos.

La identificación se basa en el desarrollo morfológico del hongo durante la incubación en la superficie de semillas o en características de colonias en un medio de agar (Agarwal y Sinclair 1987).

Prueba de papel secante: es aplicable para toda clase de semillas Neergaard (1979).

Las semillas son colocadas sobre capas húmedas de papel absorbente y se incuban bajo condiciones que estimulen el crecimiento de los hongos (Rao *et al.*, 2007). Entre las ventajas del uso de este método Agraw y Sinclair (1979), mencionan que este método es muy económico y sencillo.

Método del plato de agar: este es el método más comúnmente utilizado para identificar hongos transmitidos por semillas. Los medios que se utilizan comúnmente son agar papa dextrosa/sucrosa y agar harina de avena. Muchos hongos pueden ser identificados por esta vía. (Rao *et al.*, 2007).

Enfermedades de la semilla causadas por hongos y su importancia.

Año con año los productores maiceros ven afectados los rendimientos de sus cultivos a consecuencia de las mermas ocasionadas por la aparición de diversas enfermedades entre las que destacan de manera importante las causadas por hongos.

En zonas húmedas, las pudriciones de mazorca son importantes, particularmente cuando la precipitación pluvial es mayor que la normal desde la época de la floración hasta la cosecha; registrándose daños severos causados por esas enfermedades (Charmley *et al.*, 1994).

En el cultivo de 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, tallo o mazorca (Ródriguez-Montesoro de León, 2008).

En el caso de las semillas muchos patógenos de las plantas pueden asociarse a ellas 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).

Blutta (1989) indica que las enfermedades fungosas del maíz se inician con las infecciones causadas en el endospermo del grano, hacia el escutelo, por especies denominadas “hongos de campo”, principalmente correspondientes a los géneros *Gibberela*, *Fusarium*, *Diplodia* y *Helminthosporium*, y con contaminaciones externas ocasionadas por mohos de almacén particularmente de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* y además por los comúnmente conocidos saprófitos de los géneros *Mucor* y *Rhizopus*.

La principal diferencia entre los hongos de campo y los hongos de almacén son los requerimientos de agua para crecer los hongos de campo requieren humedades relativas de 90% a 100%; mientras que los hongos de almacén pueden crecer en humedades relativas de 65% a 90%, condiciones frecuentes en el almacenamiento de granos (Moreno, 1988).

Estos hongos infectan a los granos de la mazorca desde el cultivo y sobreviven en estado latente en el endospermo de la semilla, reanudando sus funciones una vez presentes los factores adecuados de temperatura y humedad (Moreno, 1995). Trayendo como consecuencia la muerte del embrión con lo cual la semilla pierde su viabilidad (Castaño, 1987).

Moreno (1995) destaca que para combatir estos hongos acarreados en las semillas y evitar efectos nocivos al momento de la germinación en el campo o las enfermedades en el desarrollo de la planta se utiliza el tratamiento fungicida en la semilla.

Pérez (2014) considera que una de las enfermedades más importantes en México y en todos los países donde se cultiva maíz, es la pudrición de la mazorca, pues además de reducir el rendimiento del cultivo esta enfermedad afecta las cualidades, físicas, fisiológicas y fitosanitarias de las semillas. De las pudriciones de mazorca y de grano, las mejor conocidas son la llamada pudrición por *Fusarium* y la pudrición rosada de la mazorca inducida por *Gibberella*: *Fusarium moniliforme* J. Sheld. y *Gibberella zea* (Schwein.) Petch= *F. graminearum*, respectivamente. Estas especies, además de inducir pudriciones de mazorca, pueden producir diversas toxinas potencialmente riesgosas (Koehler, 1959; De León, 1974; Bacon y Williamson, 1992; Desjardins *et al.*, 1994).

La pudrición de mazorca ha causado reducción del rendimiento hasta 50%, mientras que la pudrición del tallo puede ocurrir con una incidencia (plantas dañadas) hasta 75% y causar pérdidas de 57% (Munkvold y Desjardins 1997; Ireta *et al.*, 2006; Pérez *et al.*, 2006; Briones, 2007).

Los hongos que comúnmente atacan al maíz tanto en campo como en almacén pertenecen a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*; estos organismos son productores potenciales de micotoxinas (Hernández *et al.*, 2007; Montes *et al.*, 2009).

Bennet y Kilich, 2003 señalan que de las micotoxinas identificadas hasta el momento, cinco familias son consideradas las más importantes a nivel mundial por su toxicidad, el tipo de cultivos que afectan y el impacto económico que suponen. Estas micotoxinas son aflatoxinas, ocratoxina, zearalenona, fumorisininas y tricotecenos producidas por los géneros de hongos antes mencionados

El crecimiento de *Aspergillus* y la contaminación de los productos alimenticios con aflatoxinas son consecuencia de la interacción entre el hongo, el hospedero y el ambiente. La interacción de dichos factores determina la infestación y la colonización del sustrato, así como el tipo y la cantidad de las aflatoxinas producidas (García y Heredia, 2006).

Entre las pudriciones de mazorca más relevantes están las inducidas por especies de *Fusarium* que además de reducir el rendimiento son causa del deterioro y mala calidad de los granos, y debido a la capacidad de producir micotoxinas también están relacionadas con enfermedades en humanos y en animales que los consumen (Charmley *et al.*, 1994).

La contaminación de alimentos por aflatoxinas es un problema que afecta a todos los países, pero en México este puede ser un problema mayor debido al alto consumo de productos derivados del maíz (Valdivia, 2000).

Hongos asociados a la pudrición de la mazorca.

Los hongos del género *Fusarium* tienen una amplia distribución en el mundo y una gran importancia desde el punto de vista agrícola y económico. Su ocurrencia es cosmopolita y las diversas especies son comunes en el suelo, en el aire y en el agua (Booth, 1971).

Las enfermedades de las plantas causadas por especies del género *Fusarium* consisten en marchitamientos vasculares, manchas y añublos de las hojas, pudrición de raíces y de tallos, pudrición de frutos, granos y semillas (Nelson, 1990). Tal distribución de este género se atribuye a la su capacidad para crecer en diferentes sustratos y a sus eficientes métodos de dispersión (Díaz de Castro *et al.*, 2007)

El género *Fusarium* presenta una distribución cosmopolita y es endémico de zonas maiceras de todo el mundo (Mendoza *et al.*, 2003). Este hongo, en maíz puede causar daño en todas las etapas del cultivo. En semilla, el micelio puede invadir y ocasionar manchas en las cubiertas externas, causando además disminución de la geminación por la muerte del embrión (Cisneros, 2004; Morales *et al.*, 2007; González *et al.*, 2007).

Clasificación taxonómica de *Fusarium verticillioides*. Alexopoulos y Mimis (1979)

Reino... Mycetozoa
División... Amastigomycota
Subdivisión... Deuteromycotina
Clase... Deuteromycetes
Orden... Moniliales
Familia... Tuberculariaceae
Género... *Fusarium*
Especie... *verticillioides*

Características de *Fusarium verticillioides*.

Fusarium verticillioides es un ascomiceto perteneciente a la subdivisión Deuteromycota, que agrupa a aquellos hongos en los que no hay descrita una fase sexual o, bien, ésta es muy rara (Deacon, 1997).

F. verticillioides presenta una fase sexual llamada teleomorfo, o forma perfecta, muy difícil de encontrar en la naturaleza y se requieren condiciones especiales para observarla *in vitro*. La forma teleomórfica recibe otro nombre de género y especie: para *F. verticillioides* es *Gibberella moniliformis*

Como *Gibberella*; ascas cilíndricas adelgazadas hacia la base; ascosporas ovals a elípticas con los extremos redondeados bicelulares.

En el estado anamorfo, o de reproducción asexual, hay abundante producción de microconidias; éstas son células ovaladas con la base aplanada y agrupadas en cadenas. Algunas cepas también generan macroconidias con apariencia larga y delgada, y con cinco o seis septos (Leslie, 2007).

Muestran dos células: una apical, que es curva, y otra basal, en forma de pie.

Este tipo de conidias se producen con estructuras que aparentan racimos denominados esporodoquios (De la Torre 2014). Romero 1993, menciona que el hongo posee un micelio extendido y algodonoso frecuentemente con matices rosas, púrpuras o amarillos.

Fusarium verticillioides inicia la infección en la mazorca con la formación de micelio blanco que va descendiendo a partir de la punta ocasionando una coloración rojiza a rosada en los granos infectados.

Fusarium verticillioides ataca en todos los estados de crecimiento de la planta de maíz y a diferentes partes de la misma induciendo enfermedades de pre y post cosecha causando reducción en el rendimiento del cultivo y afectan la calidad de la semilla (Schulthess et., al. 2002).

Cuando las mazorcas son infectadas prematuramente por el hongo se pudren totalmente, y entre la mazorca y la vaina estrechamente unidas se desarrolla un moho rozado o rojizo, la pudrición comienza normalmente en seguida de la polinización y se agrava a medida que la planta madura. *F. verticillioides* causa la muerte del embrión y reduce la germinación por lesiones en la semilla (Vázquez, 2008).

Algunas cepas de *Fusarium verticillioides* producen infecciones asintomáticas en la semilla, la cual se transmite a la plántula afectando su emergencia (Yates et al., 1997). En las infecciones sintomáticas las hifas colonizan los espacios intercelulares mientras que en las asintomáticas se encuentran en los espacios inter e intracelulares (Oren et al., 2003).

Clasificación Taxonómica del Género *Aspergillus* según Alexopoulos y Mims, (1979)

Reino: Fungi

División: Amastigomycota

Clase: Deuteromycetes

Subclase: Hiphomycetidae

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Aspergillus*

Características del género *Aspergillus*.

Los hongos del género *Aspergillus* se multiplican rápidamente sobre materia vegetal almacenada o en descomposición y en un amplio rango de temperatura, humedad y aerobiosis, contaminando así muchos sustratos (Pointing y Hyde, 2001; Perrone *et al.*, 2007).

Su propagación es a través del aire, el suelo y por medio de insectos que lo diseminan. Pueden inocular y colonizar los granos en cualquier tiempo desde la fecha de floración hasta la de cosecha, particularmente cuando se presentan simultáneamente algunas condiciones como la sequía, el daño de los granos por insectos o condiciones sub-óptimas de temperatura y humedad en el almacenamiento (Abarca *et al.*, 1994)

La acción patógena de *Aspergillus* sobre las plantas disminuye su productividad; sin embargo la pérdida económica más importante se relaciona con el rechazo de los granos y semillas contaminadas (Henry *et al.*, 1999).

Las colonias de las especies de este género presentan diversas tonalidades: blanquecinas, amarillentas, marrón, negruzcas o verdosas. Están formadas por densas agrupaciones de conidióforos sobre los que

se encuentran las células conidiógenas que originan las esporas asexuales o conidios.

El conidióforo característico de *Aspergillus* posee tres partes bien diferenciadas: vesícula (extremo apical hinchado), estipe (sección cilíndrica situada debajo de la vesícula) y pie (sección final que une al conidióforo con el micelio) sobre la vesícula se disponen las células conidiógnas o fiálides. La cabeza conidial se constituye por la vesícula, las fiálides y los conidios (Soriano, 2007).

El género *Aspergillus* tiene una considerable importancia para la sociedad debido a la capacidad que presentan algunas de sus especies de producir enzimas y ácidos orgánicos. Sin embargo, algunas especies de *Aspergillus* también producen deterioro y contaminación de ciertos sustratos alimentarios y sintetizan micotoxinas, entre las que aflatoxinas y ocratoxina A destacan por su importancia (González, 2010).

Clasificación Taxonómica del Género *Penicillium* (Berbee *et al.*, 1995; Schoch *et al.*, 2009; Bisby *et al.*, 2012).

Reino.....Fungi

Phyllum.....Ascomycota

Clase.....Eurotiomycetes

Orden.... Eurotiales

Familia.... Trichocomaceae

Género.... *Penicillium*

Características del género *Penicillium*.

Durante mucho tiempo el género *Penicillium* fue clasificado dentro del filo Deuteromicota u hongos imperfectos por no conocerse su forma sexual. Actualmente, como resultado de estudios filogenéticos, la clasificación del género *Penicillium* se incluye dentro de la familia Trichocomonaceae (Berbee *et al.*, 1995; Schoch *et al.*, 2009; Bisby *et al.*, 2012).

Las especies del género *Penicillium* son inconfundibles por las formas de pincel o escoba que ofrecen sus aparatos conidiales y que por eso se llaman pinicilo (de aquella palabra latina que significa «pincel»). Estos penicilos o pinceles se forman en los extremos de hifas fértiles, llamadas conidióforos (portadoras de conidios) que se desarrollan como ramas del micelio, divididas en células o artejos, y a menudo, con ramas laterales (Loustau, 1950).

Pitt 1980 citado por Carrillo 2003 describe que las colonias de *Penicillium* son circulares si no hay impedimento alguno para su crecimiento, con un borde neto muchas veces sin fructificación y mostrando el color del micelio.

El género cuenta con más de 98 especies, muchas de ellas habitantes del suelo y otras fitopatógenas benignas de plantas hortícolas, frutos y granos almacenados (Romero, 1993).

Las especies de *Penicillium* que se consideran de almacén, requieren que los productos que invaden tengan contenidos de humedad en equilibrio con humedades relativas de 85 – 90% (actividad el agua 0.85 – 0.90), alrededor de 18 – 2.0% en cereales. Estos hongos pueden crecer a temperaturas muy bajas; inclusive bajo cero, (-2°C). A ciertas especies se les considera hongos toxígenos, capaces de producir diversas micotoxinas entre ellas, patulina (*P. expansum*); ocratoxina (*P. cyclopium* y *P. viridicatum*); citrinina (*P. cyclopium*); islanditoxina (*P. islandicum*) y rubratoxinas (*P. purpurogenum*).

Las especies de este género reducen el poder germinativo de las semillas almacenadas. Las colonias son de color verde o azul, con lentes de bajo aumento los conidioforos tienen apariencia de cepillos, los conidios se forman en cadenas (Moreno, 1988).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Figura 2.



Material genético.

Se empearon dos híbridos de semillas maíz HC8 Aspros y Faisan Asgrow.

El material fue proporcionado por agricultores del Estado de Puebla.

Evaluación visual para el cálculo de severidad.

Se enumeraron las mazorcas de cada material, 55 mazorcas del HC8 Aspros y 57 mazorcas de Faisan Asgrow, para ser evaluadas visualmente bajo la escala de severidad de León 1997, según el porcentaje de granos con sintomatología de hongos asociados a la pudrición de la mazorca. Cuadro 5

Para posteriormente realizar el cálculo de la media ponderada que permitirá estimar el porcentaje de severidad para cada material.



Figura 3. Evaluación visual de la severidad en las mazorcas.
Departamento de parasitología. UAAAN.2017

ESCALA	SEVERIDAD
1	sanas
2	10 % granos afectados
3	11-25 % granos afectados
4	26-50 % granos afectados
5	> 50 % granos afectados

Cuadro 5. Escala de severidad. (De León 1995)

Pruebas de Sanidad de la Semilla

Previamente a la realización de las pruebas de sanidad se desgranaron todas las mazorcas separando los granos en tres secciones para cada una de ellas, base, media y punta, este procedimiento se hizo para ambos materiales. Fig. 4

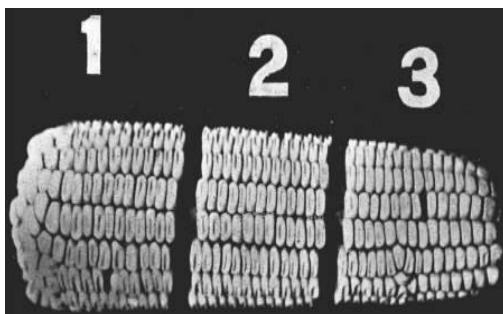


Figura 4. Mazorca seccionada
1= Base, 2=media, 3= punta

Prueba de papel secante.

La metodología empleada para esta prueba es la sugerida en el manual de laboratorio para la semilla de maíz y trigo CIMMYT (2003), modificada, tomándose 400 semillas de maíz de cada sección de la mazorca para dividirse en 8 repeticiones de 50 semillas para cada material.

Se desinfectaron las semillas en una solución de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio al 3%, durante 3 minutos luego se enjuagaron con agua destilada.



Figura 5. Secado de las semillas. Laboratorio de fitopatología UAAA.

La siembra se realizó en charolas de plástico transparente y papel secante estéril de cada material se tomaron 400 semillas que fueron distribuidas en ocho repeticiones de 50 semillas, a cada repetición se le colocaron 2 capas de papel secante humedecido con agua destilada estéril, luego se sellaron las cajas con parafilm y se rotularon para su identificación.

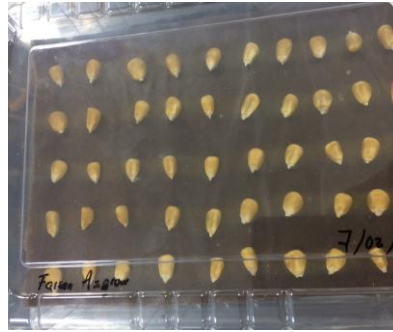


Figura 6. Siembra en cajas plásticas con papel húmedo. Laboratorio fitopatología UAAAN

Las cajas fueron incubadas durante 10 días intercalando 12 horas luz y 12 horas de oscuridad cada día.

Después de la incubación, se evaluó el crecimiento de micelio diferenciando el color presente en cada repetición, así como también se realizó conteo del número de colonias presentes y el número de semillas sanas. Pudiéndose observar en mayor medida la presencia de micelio color blanco en comparación con el de color verde.

Preparación de medio de cultivo

En un matraz de 1 L se agregó 39.5 gr de PDA sintético, a continuación se añadió 500 ml de agua destilada, tapando el matraz con papel aluminio. Una vez disuelto se esterilizo en olla de presión a 120 ° C por 15 min, luego de enfriarlo se procedió al llenado de las cajas Petri.



Figura 7. Llenado de cajas peti. Laboratorio de Fitopatologia, UAAAN

Aislamiento

Una vez observado el desarrollo de colonias fungosas en las charolas incubadas se continuó con el aislamiento del patógeno tomando 15 granos de maíz con presencia de micelio para ser colocadas en el medio de cultivo. Las cajas fueron incubadas a 28 C durante 7 días.

Purificación.

Concluido el tiempo de incubación y habiendo observado crecimiento suficiente de micelio se realizó una purificación a las cepas mediante la extracción de un explante que fue transferido a nuevas cajas Petri con medio de cultivo. Éstas fueron incubadas a una temperatura de 28 °C.



Figura 8. Siembra de semillas en medio de cultivo PDA. UAAAN 2017.

Preparación de laminillas

Empelando una aguja de disección se tomó una pequeña muestra del hongo y se colocó en un portaobjetos con una gota de agua destilada extendiendo el micelio luego se le agregó una gota de azul de algodón, colocando por último el cubreobjetos y se observó al microscopio. Para su identificación mediante la claves de Barnett y Hunter.

Prueba de Germinación en toallas de papel enrolladas.

Se seleccionaron 400 semillas de cada material de maíz mediante la técnica de muestreo por cuadrantes.



Figura 9. Muestreo por cuadrantes. Laboratorio de tecnología de semillas. UAAAN 2107

Cada material fue separado en 8 repeticiones de 50 semillas para ser colocado en espacios uniformes, con el embrión apuntando hacia abajo, en una hoja de papel humedecida con agua destilada, luego se les roció tribendazol para evitar crecimiento de hongos, las semillas fueron cubiertas con otra toalla de papel húmeda. A continuación se les enrolló y se colocaron verticalmente dentro de bolsas de polipapel. Las bolsas fueron llevadas a la incubadora durante 8 días a una temperatura de 20°.



Figura 10 Siembra de las semillas para formar tacos. Laboratorio de tecnología de semillas UAAAN. 2017.

La evaluación se realizó haciendo un conteo de plantas normales, plantas anormales y semillas sin germinar.



Figura 11: semillas germinadas normalmente. Laboratorio de tecnología de semillas. UAAAN. 2017.

Prueba de vigor.

Esta prueba se realizó tomando 200 semillas de cada material híbrido.

Previamente a la siembra las semillas fueron colocadas dentro de una rejilla de metal galvanizado sostenida por un soporte de metal galvanizado. Los recipientes se taparon con un plástico sujetado con ligas después se colocaron dentro de la cámara de envejecimiento a una temperatura de 42.3 °C durante 96 horas.



Figura 12. Semillas en hipoclorito de sodio. Laboratorio de tecnología de semillas.

Al concluir el periodo de incubación se sacaron los recipientes con las semillas y se realizó la prueba de germinación, las muestras fueron divididas en cuatro repeticiones de 50 semillas de cada material.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron mediante el programa estadístico SAS, se evaluaron usando análisis de varianza y prueba de separación de medias, usando la prueba Tukey al 0.05 de significancia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación de los hongos fitopatógenos se realizó de acuerdo al Manual de Ensayos de laboratorio para la semilla de trigo y maíz CIMMYT (2003) y mediante las claves de Barnett y Hunter (1972).

El método de papel húmedo, en ambos materiales, encontramos la presencia de tres colonias de diferentes colores; pertenecientes a los géneros *Fusarium* sp., fig 13 . *Aspergillus* sp. figura 14 y *Penicillium* sp. figura 13. Sin embargo en el método de PDA sólo se encontraron *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp.

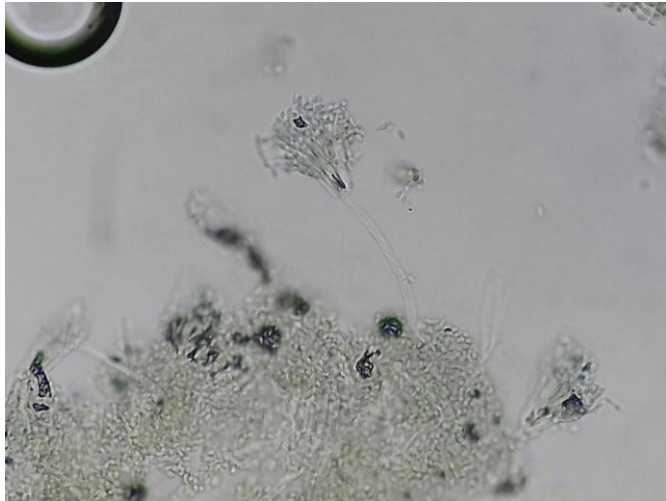


Figura 13. *Penicillium* sp asilado de semillas de maíz

Departamento de parasitología

UAAAN.2017

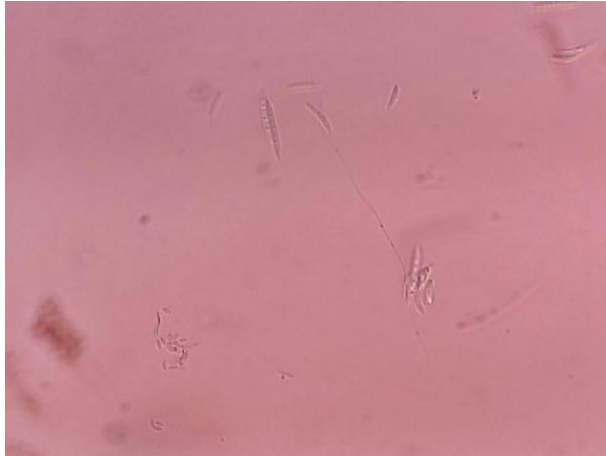


Figura 14. Macro y Microconidias de *Fusarium* sp.
Dpto. parasitología UAAAN.2017

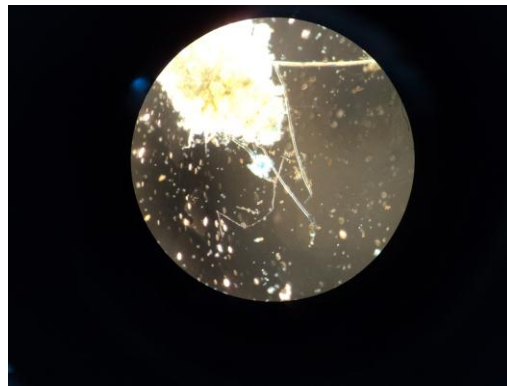


Figura 15 Aspergillus sp. Asilado de semillas de maíz. Dpto. de
parasitología
UAAAN.2017

Incidencia de los patógenos en método de siembra PDA.

Incidencia de *Fusarium* sp. En mazorcas de maíz

Para conocer la distribución y abundancia de *Fusarium* sp. las mazorcas fueron fraccionadas en tres secciones: la primera corresponde a la base, segunda fue la parte media y tercera la punta, la incidencia encontrada en el genotipo HC8 fluctuó de 46.67 a 63.46%, la mayor incidencia se presentó en la parte media de la mazorca ($P=0.0007$), la incidencia fue menor en la sección de punta; sin embargo comparado con el genotipo Faisan se encontró incidencia de 27.90 a 33.01%, la parte de la base fue la que manifestó el valor más bajo, mientras que la parte de la punta arrojó el valor mayor, el análisis no detectó diferencia significativa, comportándose igual en las tres secciones de la mazorca ($P>0.05$). (Cuadro 6).

De León y Pandey (1989) describen que el patógeno entra en la mazorca a través de los estambres en el extremo de la mazorca; la infección permanece limitada por un cierto tiempo a algunos granos o a alguna parte de la mazorca.

Sin embargo las condiciones de humedad y la presencia de insectos favorecen a que la pudrición se difunda rápidamente al resto de la mazorca.

Incidencia de *Penicillium sp.* En mazorcas de maíz.

El material de HC8 presento una incidencia mayor de 3.210% en la sección de punta, la incidencia más baja en este material fue en la base. Por otra parte en el tratamiento dos la sección con incidencia más baja corresponde a base con 0.4941%. De la misma forma en tratamiento Faisan el porcentaje de incidencia fue mayor en la sección de base (2.227%), mientras que este material reporto una incidencia menor en la sección media (cuadro 6) No se reportó diferencia significativa en la incidencia entre cada material ni en sus secciones ($P>0.05$).

Penicillium se encuentra entre los generas de hongos deterioradores de los granos almacenados, favoreciendo para su desarrollo un contenido de humedad entre 15 y 18% (ICA, 1989). El síntoma característico de *Penicillium sp.* es un moho pulverulento de color verde o verde azulado que crece sobre y entre los granos, comenzando por la punta de la mazorca, y que puede encontrarse también sobre el olote (Paliwal, 2008)

Hernández (2007) reporto 15.9% de incidencia *Penicillium sp* en maíces blancos y 11.6% en maíces amarillos del Estado de Tamaulipas

Incidencia de los patógenos en método Papel húmedo

Incidencia de *Fusarium* sp

El material híbrido HC8 mostro una incidencia mayor de *Fusarium* sp. Ubicada en la sección de punta siendo 23.500%, por otra parte el porcentaje manifestado en el tratamiento dos resulto menor obteniendo valores entre 5.75% y 7.50% correspondientes a las secciones base y punta respectivamente. En la sección media la incidencia alcanzada fue mayor, 23.500%($P>0.05$) (Cuadro 6). Mostrando diferencia la sección de punta HC8

Incidencia de *Penicillium* sp.

El comportamiento de la colonización por *Penicillium* sp. en las semillas fue similar en las tres secciones de ambos materiales genéticos. Por lo que se puede decir que no hubo diferencia significativa en la incidencia de este patógeno entre ambos tratamientos. ($P>0.05\%$)

Hernández *et al.*, (2007) en la investigación que realizaron en semillas de maíz recién cosechadas de diferentes estados de la República Mexicana describieron 0.53% de incidencia por *Penicillium* sp. La cual fue menor en comparación con los géneros de *Fusarium* y *Aspergillus*. De la misma forma Julian *et al.*, (1993) notaron una incidencia baja de *Penicillium* en maíces de Honduras.

Incidencia de *Aspergillus* sp

En contraste con el género *Fusarium* sp, *Aspergillus* sp mostro porcentajes de incidencia bajos, entre 0.75% y 1.00% donde la sección de punta de los dos tratamientos manifestaron incidencia entre 1.000% y 1.500%. De los dos tratamientos la sección que mostro menor incidencia fue la sección media de HC8 con 0.7500% .

El análisis de varianza no reporto significancia en los tratamientos ($P > 0.05$) Normalmente los granos en la punta de la mazorca son los que se infectan primero. El ataque de las distintas especies de *Aspergillus* puede ser activado o aumentado por el ataque en el campo de gorgojos de los granos almacenados. Algunos otros factores tales como las altas temperaturas y el estrés de las plantas, especialmente el estrés de humedad antes de la cosecha, están asociados con un aumento de la incidencia de la infección de *Aspergillus* (Widstrom, McWilliams y Wilson, 1984; CIMMYT, 1992). Las semillas iniciaban el crecimiento de los hongos en la punta o endospermo, tal como lo señala Castaño (1978).

Severidad

El análisis estadístico para comparar la severidad observada en los materiales de maíz permitió conocer que no se muestra variación entre la sintomatología presente en las mazorcas. Al no encontrarse diferencia significativa entre los materiales híbridos ($P > 0.05$)

La severidad de la pudrición de la mazorca causa un efecto directo en la disminución del rendimiento, que para el centro de México, oscila entre 6-55% (González *et al.*, 2007; Briones *et al.*, 2015)

	Sección de la mazorca	<i>Fusarium</i> sp. %	<i>Penicillium</i> sp. %	<i>Aspergillus</i> sp. %
HC8	Base	7.750	6.500	1.000
	Media	7.000	3.750	0,750
	Punta	23.500	3.250	1.000
Faisan	Base	5.750	6.500	1.000
	Media	23.500	2.250	1.000
	Punta	7.500	3.725	1.500.

Cuadro 6. Porcentaje de incidencia de hongos en método papel húmedo.

	Sección de la mazorca	<i>Fusarium</i> sp. %	<i>Penicillium</i> %
HC8	Base	46.66%	3.210
	Media	64.456%	2.963
	Punta	47.91	0.494
Faisan	Base	31.112	2.223
	Media	27.902	1.233
	Punta	33.087	2.223

Cuadro 7. Porcentaje de incidencia de hongos en medio de cultivo PDA

Prueba de germinación.

El tratamiento uno Faisan fue superior de acuerdo al número de semillas germinadas normalmente (SGN), 78.25%. El tratamiento dos, HC8, reporto 71% SGN $P = 0.034$, y 27% de semillas anormales (SA) a diferencia del tratamiento uno 19.7% (SA) $P < .001$.

Los granos almacenados están sujetos al ataque de insectos y hongos, que pueden disminuir la calidad del grano y en algunos casos la pérdida total o parcial del mismo (Christensen *et al.*, 1962). Rebuffel citado por Hernandez (2015), describe que los hongos presentes en los granos de almacén provocan una reducción del poder germinativo, ennegrecimiento del grano y el embrión, calentamiento y pérdida de peso. Es decir los hongos son en parte los responsables del deterioro y pérdidas de grano al provocar diversos cambios que afectan su calidad (Rebuffel, 2010). Como el manchado de la semilla, y que la invasión reduzca la tasa de germinación por muerte del embrión (De León, 1997; González *et al.*, 2007; Morales *et al.*, 2007).

Vigor

El tratamiento que mostro mejor germinación fue Faisan con 93% de plantas germinadas normalmente, así mismo el número de semillas con una longitud mayor a $2/3$ fue mayor en comparación con el tratamiento dos, donde el número de semillas germinadas alcanzo 78%, y las semillas con una longitud mayor a $2/3$ tuvieron una menor cantidad.

El objetivo de los análisis de vigor es el de evaluar o detectar diferencias significativas en la calidad fisiológica de lotes con germinación semejante, complementando las informaciones aportadas por el análisis estándar de germinación. Un lote de semillas vigoroso es aquel cuyo comportamiento potencial deseable o a esperar sea bueno aún bajo condiciones ambientales sub-óptimas para la especie (Manfrini 2004).

CONCLUSIONES

Los géneros de hongos identificados afectando la calidad de las semillas, pero no de manera significativa, fueron *Fusarium* sp, *Penicillium* sp y *Aspergillus* sp.

La incidencia de los patógenos en cada sección de los materiales se comportó en general de forma esperada.

La severidad observada fue similar en ambos tratamientos.

En las pruebas de vigor y germinación el material Faisan resultó con mejores porcentajes en comparación con el tratamiento dos, HC8.

BIBLIOGRAFIA

Abarca, M.L., Baragulat, M.R., Castella, G., y Cabanes, F.J.(1994) Mycoflora and alatoxin-producing strains in animal mixed feeds. Journal of Food Protection, 57, 256-258

Alvaréz G.M (1977) Patología vegetal práctica. Limusa. México DF. 93-118p

Alexopoulos, C.J., and Mimis, W.C.1979. Introductory Mycology. 3 ed ed. Wiley, New York. p 1-1614

Barnett, H. L. and Hunter, B. B. 1998. Illustrated Genera Imperfect Fungy. Fourth Edition. Editorial Prentice Hall Inc. 88 -127; 241 pp.

Bennet J.W., M. Klich. 2003. Las micotoxinas Clinical Microbiology Reviews 16:497-516

Berbee, M. L., Yoshimura, A., Sugiyama, J., & Taylor, J. W. (1995). Is *Penicillium* monophyletic? An evaluation of phylogeny in the family Trichocomaceae from 18S, 5.8 S and ITS ribosomal DNA sequence data. *Mycologia*, 210-222.

Carrillo, L. (2003). Los hongos de los alimentos y forrajes. Universidad Nacional de Salta, Argentina, 118.

Castañó, J.J 1987. Enfermedades del Maíz en Colombia. Noticias fitopatogenicas. Vol.4. Num 2 ICA Colombia

Castañón, N. G. and Latournerie, L. M. (2004) Performance of S1 maize (*Zea mays* L.) families in different soil pH. *Bragantia* 63(1):63–72.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1981. Evaluación de la calidad de la semilla de maíz; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Amparo Toro de M., Producción Oscar Arregocés y Gabriel Robayo. Cali, Colombia. CIAT. 21p (Serie 04sse-02.01).

CIMMYT 1984. Guía para la Identificación de Enfermedades de Cereales de Granos Pequeños.. 91-92 p.

CIMMYT, 2003. Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo. Manual ensayos para las semillas maíz y trigo, Clave para la identificación de los organismos, Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, 06600 México, D.F. México, p. 23 – 175

Cisneros, L.M.E. 2004. *Fusarium verticillioides* (Sacc) Nirenberg en híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco, Edo de México. 159 p.

Charmley, L. L., A. Rosenberg y L. H. Trenholm. 1994. Factors responsible for economic losses due to *Fusarium* mycotoxin contamination of grains, food, and feedstuffs. *In* Mycotoxins in grain: compounds other than aflatoxin, D. J. Miller y L. H. Trenholm (eds.). Eagan, Minnesota. p. 471–486.

Christensen, C. M., & López, L. C. (1962). *Daños que causan en México los hongos de granos almacenados*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Deacon, J. W. (1997). Prevention and control of fungal growth. *Modern Mycology, 3rd Edn., Deacon JW (Edn.), Oxford: Blackwell Science, 289-290.* 97).

De la Torre-Hernández, M. E., Sánchez-Rangel, D., Galeana-Sánchez, E., & Plasencia-de la Parra, J. (2014). Fumonisin—Síntesis y función en la interacción *Fusarium verticillioides*-maíz. *TIP, 17(1), 77-91.* Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2014000100006&lng=es&nrm=iso>. Accedido en 19 abr. 2017.

Díaz de Castro, F.J.; Restrepo, M.A.; Rojas, W. 2007. Microbiología de las infecciones humanas. Primera Edición. Corporación para Investigaciones Biológicas. Medellín. Colombia.

De León, C. & Pandey, S. 1989. Improvement of resistance to ear and stalk rots and agronomic traits in tropical maize gene pools. *Crop Sci., 29:* 12-17.

De León, C. 1997. Enfermedades del maíz causadas por hongos. In: I curso Internacional sobre diagnóstico y enfermedades en maíz. Seminario taller de cosecha de maíces de la zona andina. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Cochabamba, Bolivia. Editorial PRODUMEDIOS. Bogotá, Colombia. 94 p

Esau, K.1977.Anatomy of seed plants, 2nd ed.New York, NY,USA, J.Wiley y sons p. 760

Ferguson, J. (1995, June). An introduction to seed vigour testing. In H. A. van de Venter (Ed.), *Seed vigour testing seminar, Copenhagen, Zurich: International Seed Testing Association* (pp. 1-10).

FAO producción y protección vegetal; Semillas en emergencia manual técnico. 2011 Roma Italia. p. 83

García S and Heredia N. 2006. Mycotoxins in Mexico: Epidemiology, management, and control strategies. *Mycopathologia* 162:255-264.

González, H.A., Vázquez, G.L.M., Sahagún, C.J., Rodríguez, P.J.E., y Pérez, L.D.J. 2007. Rendimiento del maíz de temporal y su relación con la pudrición de mazorca. *Agricultura Técnica en México* 33: 33–42.

González, S.A. 2010. Diagnostico y control de especies de *Aspergillus* PRODUCTORAS DE OCRATOXINA A. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de ciencias biológicas. Madrid.p18

Henry, S.H., Bosh, F.X., Troxell, T.C., Bolger, M. (1999). Public health: Reducing liver cancer global control of aflatoxin. *Science*. 286. 2453-2454

Hernández DS, Reyes LA, Reyes MCA, García OJG y Mayek PN. 2007. Incidencia de hongos potencialmente toxígenos en maíz (*Zea mays* L.) almacenado y cultivado en el norte de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 25:127-133.

Hernández L., A. y Carballo C., A. 1997. Pruebas de germinación y vigor en semillas de maíz de diferentes áreas de adaptación. *Agrociencia*. 31(4):397-403.

Hernández, J. Carballo, A. Hernández, A, y González, F.2000. Ponderación de variables de calidad fisiológica para la medición del vigor de la semilla de maíz (en línea). Consultado el 15 de abril 2017

Disponible en <http://www.Revistafitotecniamexicana.org/documentos/23-26a.pdf>

Hernández-Delgado, Sanjuana, Reyes-López, Miguel Ángel, García-Olivares, Jesús Gerardo, Mayek-Pérez, Netzahualcoyotl, & Reyes-Méndez, César Augusto. (2007). Incidencia de Hongos Potencialmente Toxígenos en Maíz (*Zea mays* L.) Almacenado y Cultivado en el Norte de Tamaulipas, México. *Revista mexicana de fitopatología*, 25(2), 127-133. Recuperado en 05 de mayo de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092007000200006&lng=es&tlng=es.

Innegi encuesta nacional agropecuaria 2014 Disponible en <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/>

International Seed Testing Association (ISTA). 2005. International rules for seed testing. *Seed Sci. Tech.* 27 (suppl).

Julian, A. M., Phillips, S., Wareing, P., & Del Río, L. (1993). Incidencia de hongos causantes del complejo de pudrición de mazorcas de maíz en fincas de pequeños agricultores de Honduras.

Kleitlow, K.W.C.L. Letebre, J.T. Presley and W.J. Zaumeyer. 1982. Enfermedades que pueden propagarse por semilla en: semilla. Anuario de agricultura de los Estados Unidos de América. Ed. C.E.C.S.A. p 484-497.

Koehler, B. 1959. Corn ear rots in Illinois. III. Agricultural Experiment Station Bulletin 639 :87.

Leslie, J.F & Summerell, B.A. The *Fusarium* Laboratory Manual (Blackwell Publishing, Ames (2006) 1 st. edition.

Loustau Gómez de Membrillera, J. (1950). Clave determinativa de las especies del género *Penicillium*. In *Anales de la Universidad de Murcia*. Murcia: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones. <https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/6407/1/N%2017%20%20Clave%20determinativa%20de%20las%20especies%20del%20genero%20Penicillium.pdf> (1 de Abril 2017)

Martínez Padrón, Hadassa Yuef; Hernández Delgado, Sanjuana; REYES MENDEZ, César Augusto y VAZQUEZ CARRILLO, Gricelda. El Género *Aspergillus* y sus Micotoxinas en Maíz en México: Problemática y Perspectivas. *Rev. mex. fitopatol* [online]. 2013, vol.31, n.2 [citado 2017-04-01], pp.126-146. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092013000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-8080.

Matsuoka Y, Y Vigouroux, M M Goodman, J Sánchez, E Buckler, J Doebley (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 99:6080-6084. Ortega P R (2003) Diversidad

Mendoza, E.M., López, B.A.O., Oyervides, G.A., Martínez, Z.G., De León, C., Moreno, M.E. 2003. Herencia genética y citoplásmica de la resistencia a la pudrición de la mazorca de maíz (*Zea mays* L.) causada por *Fusarium moniliforme* Sheld. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 267–271.

Montes GN, Reyes MCA, Montes RN, and Cantú AMA. 2009. Incidence of potentially toxigenic fungi in maize (*Zeamays* L.) grain used as food and animal feed. *Journal of Food* 7:119-125

Morales–Rodríguez, I., Yañez–Morales, M.J., Silva–Rojas, H.V., García–Santos G., Guzmán–Peña, D.A. 2007. Biodiversity of *Fusarium* species in Mexico associated with ear rot in maize, and their identification using a phylogenetic approach. *Mycopathologia* 163:30–31.

Morales, R. I.; Yañez, M. M. J.; Silva, R. H. V.; García, S. G. and Guzmán, P. D. A. 2007. Biodiversity of *Fusarium* species in Mexico associated with ear rot in maize, and their identification using a phylogenetic approach. *Mycopathologia*.

Morán, R. V.; Ramírez, D. J. L. y Ron, P. J. (1993). Ganancia genética de variedades mejoradas de maíz liberadas en diferentes épocas. *Rev. Fitotec. Mex.* 16(2): 102–112

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

Munkvold, G. P. and Desjardins, A. E. 1997. Fumonisin in maize. Can we reduce their occurrence? *Plant Dis.* 81:556-565.

Muscheler R. I, G.M. Gutiérrez, G Rivas. 2008 Producción ecológica de cultivos anuales básicos: maíz, frijol, y calabaza cuaderno de capacitación escuela de campo para promotores y promotoras de la selva Chiapas México 2008 ed. centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. CATIE

Nelson, P.E. Taxonomy of fungi in the genus *Fusarium* with emphasis on *Fusarium oxysporum*. p. 27-35. In Re. Ploetz(ed.). *Fusarium* wilt of banana. American Phytopathological Society Press. St. Paul. 1990.

Ospina J. E.2001. Características físico mecánicas y análisis de calidad de granos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

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

Paliwal, R. L., Paliwal, R. L., Granados, G., Lafitte, H. R., Violic, A. D., & Marathée, J. P. (2001). Enfermedades del maíz. *Colección FAO: Producción y Protección Vegetal (FAO)*, (28).

Payak, M. M. and Sharma, R. C. (1985). Maize diseases and approaches to their management in India. *Tropical Pest Management* 31:302–310

Perrone, G., Susca, A., Cozzi, G., Ehrlich, K., Varga, J., Frisvad, J.C., Meijer, M., Noonim, P., Mahakarnchanakul, W. y Samson, R.A. (2007). Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products. *Studies in Micology*, 59: 53- 66.

Pitt JI. 1980. The genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eu penicillium* and *Talaromyces*. Academic Press, London.

Rao, N.K.,J.Hanson, M.E.dULLO, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma No 8.Bioersivity Internacional, Roma, Italia. p 88

Romero,C. S 1988.Hongos Fitopatogenos. Primera edición. Universidad Autonoma de Chapingo. México. 347. P.

Salinas,R.A.,Yoldajian, A.M., Craviotto, R.M.,y Bisaro, V,001. Pruebas de vigor calidad fisiológica de soja. *Pesquisa Agropecuaria* 36(2):371 379

Santamaria, C.L. A.M. Caicedo. E.B. Quijano 1998. Manejo de los cultivos del sorgo y Maíz. Ibague.

Schultess, K.F.; Gounou, S 2002. The Effect to Entophhytic *Fusarium verticilloides* on infestation of to maize varietales.

Serratos, H. J. A. (2009). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. *Greenpeace. Ciudad de México, México.*

Soriano del Castillo, J. M. 2007. *Micotoxinas en alimentos*. Ediciones Díaz de Santos. España. p 35

Vázquez R. 2008 Detección de *Fusarium verticillioides* en tres materiales del estado de Veracruz y Guanajuato. UAAAN

Valdivia-Flores, A. G., Quezada Taristán, T., Ortiz Martínez, R., & Martínez De Anda, A. (2000). Implicaciones de la contaminación de alimentos por aflatoxinas. *Investigación y Ciencia*, vol. 23, p. 2-10.

Vigouroux Y, J C Glaubitz, Y Matsuoka, M M Goodman, J Sánchez, J Doebley (2008) Population structure and genetic diversity of new world maize races assessed by DNA microsatellites. *Amer. J. Bot.* 95:1240-1253

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

APÉNDICE

Cuadro 8. Incidencia de hongos de acurdo a la coloración del micelio sobre la semilla HC8 en método papel húmedo.

HC8	Repetición	No de Semillas infectadas	% de Incidencia <i>Penicillium</i>	No de Semillas infectadas	% de Incidencia <i>Fusarium</i>	No de Semillas infectadas	% de incidencia <i>Aspergillus</i>
Sección De Base	1	8	16.00	0	0.00	0	0.00
	2	0	0.00	4	8.00	0	0.00
	3	4	8.00	7	14.00	1	2.00
	4	0	0.00	4	8.00	2	4.00
	5	0	0.00	4	8.00	0	0.00
	6	6	12.00	0	0.00	0	0.00
	7	8	16.00	0	0.00	1	2.00
	8	0	0.00	4	8.00	0	0.00
Sección De media	1	0	0.00	4	8.00	1	2.00
	2	5	10.00	0	0.00	1	2.00
	3	0	0.00	2	4.00	0	0.00
	4	3	6.00	0	0.00	0	0.00
	5	0	0.00	5	10.00	0	0.00
	6	3	6.00	0	0.00	1	2.00
	7	0	0.00	7	14.00	0	0.00
	8	4	8.00	10	20.00	0	0.00
	1	1	2.00	0	0.00	0	0.00
Sección De punta	2	4	8.00	12	24.00	0	0.00
	3	0	0.00	22	44.00	0	0.00
	4	0	0.00	15	30.00	3	6.00
	5	8	16.00	19	38.00	0	0.00
	6	0	0.00	0	0.00	1	2.00
	7	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	8	0	0.00	26	52.00	0	0.00

Cuadro 9. Incidencia de los hongos de acuerdo a la coloración del micelio sobre la semilla Faisan en el método papel húmedo.

	Repetición	% de incidencia <i>Penicillium</i>	No. de Semillas infectadas	% de Incidencia <i>Fusarium</i>	No. de Semillas infectadas	% de Incidencia <i>Aspergillus</i>	No. de Semillas infectadas
Sección de Base	1	16.00	8	0	0	0	0
	2	0.00	0	8	4	4	2
	3	8.00	4	14	7	0	0
	4	0.00	0	8	4	0	0
	5	0.00	0	8	4	2	1
	6	12.00	6	0	0	0	0
	7	16.00	8	0	0	0	0
	8	0.00	0	8	4	2	1
Sección De media	1	2.00	1	0	0	2	1
	2	8.00	4	24	12	0	0
	3	0.00	0	44	22	0	0
	4	0.00	0	30	15	4	2
	5	16.00	8	38	19	0	0
	6	0.00	0	0	0	2	1
	7	0.00	0	0	0	0	0
	8	0.00	0	52	26	0	0
Sección De punta	1	0.00	0	8	4	2	1
	2	10.00	5	0	0	0	0
	3	0.00	0	4	2	0	0
	4	6.00	3	0	0	2	1
	5	0.00	0	10	5	4	2
	6	6.00	3	0	0	0	0
	7	0.00	0	14	7	4	2
	8	8.00	4	20	10	0	0

Cuadro 10. Incidencia de hongos de acuerdo al color del micelio en semillas HC8 por el método PDA

HC8	PUNTA				MEDIA			
	No de semillas infectadas	% incidencia <i>Fusarium</i>	No. de semillas infectadas	% de incidencia <i>Penicillium</i>	No. de Semillas infectadas	% de Incidencia <i>Fusarium</i>	No. de Semillas infectadas	% incidencia <i>Penicillium</i>
1	6	40.00	1	6.67	8	53.33	4	26.67
2	6	40.00	1	6.67	6	40.00	3	20.00
3	10	66.67	0	0.00	9	60.00	0	0.00
4	7	46.67	1	6.67	8	53.33	0	0.00
5	10	66.67	0	0.00	12	80.00	0	0.00
6	8	53.33	0	0.00	8	53.33	0	0.00
7	11	73.33	0	0.00	11	73.33	0	0.00
8	7	46.67	0	0.00	10	66.67	0	0.00
9	8	53.33	1	6.67	12	80.00	0	0.00
10	8	53.33	4	26.67	8	53.33	3	20.00
11	7	46.67	0	0.00	11	73.33	0	0.00
12	4	26.67	0	0.00	7	46.67	0	0.00
13	5	33.33	0	0.00	5	33.33	0	0.00
14	5	33.33	0	0.00	13	86.67	0	0.00
15	10	66.67	0	0.00	12	80.00	0	0.00
16	6	40.00	0	0.00	11	73.33	0	0.00
17	7	46.67	0	0.00	3	20.00	0	0.00
18	11	73.33	0	0.00	13	86.67	0	0.00
19	8	53.33	0	0.00	11	73.33	1	6.67
20	8	53.33	0	0.00	15	100.00	0	0.00
21	4	26.67	2	13.33	8	53.33	0	0.00
22	7	46.67	1	6.67	8	53.33	0	0.00
23	6	40.00	2	13.33	9	60.00	0	0.00
24	8	53.33	0	0.00	9	60.00	0	0.00
25	6	40.00	0	0.00	14	93.33	0	0.00
26	5	33.33	0	0.00	8	53.33	0	0.00
27	6	40.00	0	0.00	8	53.33	1	6.67

HC8	BASE			
	No. de semillas	% incidencia <i>Fusarium</i>	No. de semillas	% incidencia <i>Penicillium</i>
1	9	60.00	1	6.67
2	9	60.00	0	0.00
3	4	26.67	1	6.67
4	10	66.67	0	0.00
5	8	53.33	0	0.00
6	5	33.33	0	0.00
7	12	80.00	0	0.00
8	7	46.67	0	0.00
9	7	46.67	0	0.00
10	6	40.00	0	0.00
11	3	20.00	0	0.00
12	4	26.67	0	0.00
13	5	33.33	0	0.00
14	8	53.33	0	0.00
15	11	73.33	0	0.00
16	7	46.67	0	0.00
17	4	26.67	0	0.00
18	4	26.67	0	0.00
19	4	26.67	0	0.00
20	7	46.67	0	0.00
21	7	46.67	0	0.00
22	11	73.33	0	0.00
23	10	66.67	0	0.00
24	9	60.00	0	0.00
25	9	60.00	0	0.00
26	9	60.00	0	0.00
27	0	0.00	0	0.00

Cuadro 11. Incidencia de los hongos de acuerdo a la coloración del micelio en semillas Faisan.

No de Caja Petri	BASE				MEDIA			
	No de Semillas infectadas	%incidencia <i>Fusarium</i>	No. de semillas infectadas	% de Incidencia <i>Penicillium</i>	No de Semillas infectadas	% de incidencia <i>Fusarium</i>	No de Semillas infectadas	% de Incidencia <i>Penicillium</i>
1	4	26.67	0	0.00	7	46.67	1	6.67
2	6	40.00	2	13.33	2	13.33	0	0.00
3	6	40.00	0	0.00	6	40.00	0	0.00
4	8	53.33	0	0.00	6	40.00	0	0.00
5	6	40.00	0	0.00	4	26.67	0	0.00
6	8	53.33	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	6	40.00	0	0.00	5	33.33	0	0.00
8	7	46.67	0	0.00	3	20.00	0	0.00
9	4	26.67	3	20.00	4	26.67	1	6.67
10	7	46.67	1	6.67	7	46.67	0	0.00
11	3	20.00	1	6.67	3	20.00	1	6.67
12	2	13.33	1	6.67	2	13.33	1	6.67
13	1	6.67	0	0.00	1	6.67	0	0.00
14	6	40.00	1	6.67	6	40.00	1	6.67
15	9	60.00	0	0.00	9	60.00	0	0.00
16	3	20.00	0	0.00	3	20.00	0	0.00
17	4	26.67	0	0.00	4	26.67	0	0.00
18	5	33.33	0	0.00	5	33.33	0	0.00
19	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
20	3	20.00	0	0.00	3	20.00	0	0.00
21	9	60.00	0	0.00	9	60.00	0	0.00
22	6	40.00	0	0.00	6	40.00	0	0.00
23	3	20.00	0	0.00	3	20.00	0	0.00
24	4	26.67	0	0.00	4	26.67	0	0.00
25	4	26.67	0	0.00	4	26.67	0	0.00
26	7	46.67	0	0.00	7	46.67	0	0.00
27	3	20.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Faisan	BASE			
No de caja Petri	No. de semillas Infectadas	% de Incidencia <i>Fusarium</i>	# de semillas infectadas	% de incidencia <i>Penicillium</i>
1	4	26.67	0	0.00
2	7	46.67	0	0.00
3	4	26.67	0	0.00
4	3	20.00	0	0.00
5	7	46.67	0	0.00
6	3	20.00	0	0.00
7	3	20.00	0	0.00
8	5	33.33	0	0.00
9	6	40.00	2	13.33
10	4	26.67	0	0.00
11	8	53.33	1	6.67
12	2	13.33	3	20.00
13	1	6.67	0	0.00
14	7	46.67	0	0.00
15	5	33.33	0	0.00
16	5	33.33	0	0.00
17	7	46.67	0	0.00
18	4	26.67	0	0.00
19	4	26.67	0	0.00
20	3	20.00	0	0.00
21	7	46.67	0	0.00
22	4	26.67	0	0.00
23	5	33.33	0	0.00
24	3	20.00	0	0.00
25	4	26.67	1	6.67
26	4	26.67	0	0.00
27	7	46.67	0	0.00

ANALISIS DE VARIANZA

Incidencia de los patógenos en la semilla en HC8 mediante el método PDA.

Incidencia de *Fusarium* sp. En el material híbrido HC8

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	4727.74217	2363.87108	8.00	0.0007
Error	78	23058.05325	295.61607		
Total Correcto	80	27785.79542			

C.V.=32.64089

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	63.456	Media
B	47.901	Punta
B	46.667	Base

Incidencia de *Penicillium* sp en el material híbrido HC8

Fuente	GL	SC	CM	F - Valor	Pr > F
Tratamiento	2	121.8228807	60.0914404	1.93	0.1514
Error	78	2456.393548	31.492225		
Total	80	2578.222356			
Correcto					

C.V= 252.4886

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	3.210	Punta
A	2.963	Media
A	0.494	Base

Incidencia *Fusarium sp.* Presente en Faisan.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	369.83265	184.91633	0.83	0.4399
Error	78	17379.61364	222.81556		
Total Correcto	80	17749.44629			

C.V = 48.62159

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	33.087	Punta
A	31.112	Base
A	27.902	Media

Incidencia *Penicillium sp.* En el material hibrido Faisan

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	13.162143	6.581072	0.37	0.6923
Error	78	1389.514533	17.814289		
Total	80	1402.676677			
Correcto					

C.V=244.1452

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	2.223	Base
A	1.729	Punta
A	1.235	Media

Incidenca de *Fusarium* sp. En ambos materiales híbridos.

Fuente	GL	SC	CM	F - Valor	Pr > F
Tratamiento	1	2962.66667	2962.66667	14.26	0.0004
Error	52	10801.17403	207.71489		
Total	53	13763.84070			
Correcto					

C V=35.59118%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	47.901	1 HC8
B	33.087	2 Faisan

Incidenca de *Penicillium* sp . En ambos materiales híbridos de maíz.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	13.172017	13.172017	0.42	0.5201
Error	52	1633.103015	31.405827		
Total	53	1646.275031			
Correcto					

C V =206.2996

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	3.210	HC8
A	2.223	FAISAN

**INCIDENCIA DE LOS PATÓGENOS EN CADA MAERIAL HÍBRIDO
POR SECCIÓN DE LA MAZORCA**

Incidencia de *Fusarium* sp en las secciones de punta.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	78	4727.74217	2363.87108	8.00	0.0007
Error	2	23058.05325	295.61607		
Total	80	27785.79542			
Correcto					
		32.64089			

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	63.456	Media
B	47.901	Base
B	46.667	Punta

Incidencia de *Penicillium* sp. En la sección punta

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	13.172017	13.172017	0.42	0.5201
Error	52	1633.103015	31.405827		
Total	53	1646.275031			
Correcto					
		CV 252.4886			

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	3.210	HC8
B	2.223	FAISAN

Incidencia de *Fusarium* sp en la sección media de ambos materiales híbridos de maíz

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	17064.88894	17064.88894	54.43	<.0001
Error	52	16303.69247	313.53255		
Total	53	33368.58141			
Correcto					

C V = 38.76391%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	63.456	HC8
B	27.902	FAISAN

Incidencia de *Penicillium* en la sección punta de ambos materiales de maíz

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	40.317696	40.317696	1.36	0.2493
Error	52	1544.421474	29.700413		
Total	53	1584.739170			
Correcto					

C V = 259.6063%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	2.963	HC8
B	1.235	FAISAN

Incidencia de *Fusarium* sp. En la sección de media

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	17064.88894	17064.88894	54.43	<.0001
Error	52	16303.69247	313.53255		
Total	53	33368.58141			
Correcto					

CV= 38.76391

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	63.456	HC8
B	27.902	FAISAN

Incidencia de *Penicillium* sp en las secciones de media

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	40.317696	40.317696	1.36	0.2493
Error	52	1544.421474	29.700413		
Total	53	1584.739170			
Correcto					

C.V= 259.6063

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	2.963	HC8
A	1.235	FAISAN

Incidencia de *Fusarium sp.* En las secciones de base

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	3266.51111	3266.51111	12.74	0.0008
Error	52	13332.80039	256.40001		
Total	53	16599.31150			
Correcto					

C V = 41.17401

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	46.667	HC8
B	31.112	FAISAN

Incidencia de *Penicillium sp.* En las secciones de base.

Fuente	DF	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	20.5720167	20.5720167	1.60	0.2115
Error	52	668.3835926	12.8535306		
Total	53	688.9556093			
Correcto					

C V = 322.6126%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	1.7258	FAISAN
A	0.4941	HC8

Incidencia de patógenos en el método papel húmedo en el material híbrido HC8

Incidencia *Fusarium* sp.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1570.333333	785.166667	4.44	0.0246
Error	21	3713.500000	176.833333		
Total	23	5283.833333			
Correcto					

C V=110.0513%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	23.500	Punta
BA	7.00	Media
B	5.70	Base

Incidencia de *Penicillium* sp.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	40.0000	24.500000	0.069	0.5123
Error	21	745.0000	35.4761905		
Total	23	794.0000			
Correcto					

C.V= 132.3598

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	6.500	Base
A	3.750	Media
A	3.250	Punta

Incidencia de *Aspergillus* sp

Fuente	GL	Anova SS	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	0.33333333	0.06	4.44	0.0246
Error	21	55.50000000			
Total	23	55.83333333			
Correcto					

CV=177.3476

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	1.0000	1
A	1.0000	3
A	0.7500	2

Incidencia de patógenos en el material híbrido Faisan.

Incidencia *Fusarium* sp.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1570.333333	785.166667	4.44	0.0246
Error	21	3713.500000	176.833333		
Total	23	5283.833333			
Correcto					

C V= 0.297196%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	23.500	Media
BA	7.000	Punta
B	5.750	Base

Incidencia *Penicillium* sp.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	49.0000000	24.5000000	0.69	0.5123
Error	21	745.0000000	35.4761905		
Total	23	794.0000000			
Correcto					

C.V= 0.061713

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	6.500	Base
A	3.750	Punta
A	3.250	Media

Incidencia *Aspergillus* sp.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1.33333333	0.66666667	0.26	0.7741
Error	21	54.00000000	2.57142857		
Total	23	55.33333333			
Correcto					

C V= 137.4486

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	1.5000	Punta
A	1.0000	Media
A	1.0000	Baae

Incidencia de patógenos en cada sección de los materiales híbridos

Incidencia *Penicillium sp.* en la sección de punta.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.0000
Error	14	764.0000000	54.5714286		
Total	15	764.0000000			
Correcto					

C V= 113.6500%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	6.500	1Faisan
A	6.500	2HC8

Incidencia *Penicillium sp.* en la sección media.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	1.0000000	1.0000000	0.04	0.8471
Error	14	363.0000000	25.9285714		
Total	15	363.0000000			
Correcto					

C V =0.002747%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	3.750	HC8
A	3.250	FAISAN

Incidencia *Penicillium* sp. en la sección base

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	1.0000000	1.0000000	0.04	0.8471
Error	14	363.0000000	25.9285714		
Total	15	363.0000000			
Correcto					

C V= 145.4860

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	3.750	FAISAN
A	3.250	HC8

Incidencia *Fusarium* sp. sección punta

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.000
Error	14	375.0000000	26.785714		
Total	15	375.0000000			
Correcto					

C V= 113.6500

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	5.750	Faisan
A	5.750	HC8

Incidencia de *Fusarium* sp en la sección media.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.000
Error	14	764.0000000			
			54.571428		
Total	15	764.0000000			
Correcto					

C V=113.6500%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	6.500	FAISAN
A	6.500	HC8

Incidencia *Fusarium* sp. en la sección de base

Fuente	GL	SC	SM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	1089.0000000	1089.0000000	4.32	0.0564
Error	14	3526.0000000	251.857143		
Total	15	4615.0000000			
Correcto					

C V =104.0656

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	23.500	HC8
A	7.000	FAISAN

Incidencia de *Aspergillus* sp. en la sección de punta

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.000000	0.000000	0.15	0.7054
Error	14	32.000000	2.28571429		
Total	15	32.000000	23.75000000		
Correcto					

C.V= 148.0682%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	0.00000	1
A	0.00000	2

Incidencia de *Aspergillus* sp en la sección media.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.25000000	0.25000000	0.15	0.7054
Error	14	23.5000000	2.28571429		
Total	15	23.75000000			
Correcto					

CV=148.0682

Tukey Agrupamiento

	Media	Tratamiento
A	1.00000	HC8
A	0.750	FAISAN

Incidencia de *Aspergillus* sp base

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	1.0000000	1.0000000	0.26	0.6186
Error	14	54.00000000	3.85714286		
Total	15	55.00000000			
Correcto					

CV=

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	1.5000	Faisan
A	1.0000	HC8

Porcentaje de germinación Faisan

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	25470.33333	26141.33333	398.57	<.0001
Error	21	671.00000	31.95238		
Total	23				
Correcto					

C. V= 16.95%

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	78.250	SGN
B	19.750	SA
C	2.000	SSG

SGN= semillas germinadas normalmente SA= Semillas anormales SSG
semillas sin germinar

Porcentaje de germinación HC8

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	2	19857.0000	9928.50000	558.23	<.0001
Error	21	373.50000			
Total	23	20230.5000			
Correcto					

C V =12.68364

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	71.00	SGN
B	27.500	SA
C	1.250	SG

Porcentaje de germinación de plantas normales de ambos materiales híbridos.

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	210.25000	210.25000	5.08	0.0304
Error	14	507.50000	36.2500000		
Total	15	717.75000			
Correcto					

C.V =8.068070

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	78.250	Faisan
B	71.000	HC8

Severidad

Estadísticos de Cochran-Mantel-Haenszel(Basado en puntuaciones de rango)

Hipótesis alternativa	GL	Valor	Probabilidad
Correlacion nanozero	1	0.1111	0.7389
Diferencia de puntuaciones de la medida de la fial	1	0.1111	0.7389

VIGOR

Porcentaje de plántulas de la Categoría uno mayor 2/ 3

Fuente	GL	SS	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.500000	0.500000	0.00	0.9647
Error	6	1411.000000	235.166667		
Total Correcto	7	1411.500000			

C V=125.1849

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	12.5	Faisan
A	12.0	HC8

Porcentaje de plántulas de la Categoría dos, menor a 2/3

Fuente	DF	Anova SS	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	15.12500	15.12500	0.04	0.8451
Error	6	2181.7500	363.625000		
Total Correcto	7	2196.97500			

C.V=171.4063

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	12.50	HC8
A	9.75	Faisan

Porcentaje de plántulas de la Categoría tres

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.0000
Error	6	924.0000000	154.0000000		
Total Correcto	7				

C.V= 99.27739

Tukey Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	12.500	HC8
A	12.500	Faisan

Porcentaje de plántulas de la Categoría cuatro (semillas sin germinar)

Fuente	GL	SC	CM	F -Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.000000	0.000000	0.00	1.0000
Error	6	1154.000000	192.333333		
Total Correcto	7	1154.000000			

C.V= 110.9474

Tukey	Tratamiento	
Agrupamiento	Media	
A	12.500	HC8
A	12.500	Faisan