



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

POSGRADO EN PROTECCIÓN VEGETAL

**BIODIVERSIDAD E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FOLIARES
PRESENTES EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE TEMPORAL, EN LOS
VALLES ALTOS DE MÉXICO.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL.



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

ENEDINO FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Chapingo, Estado de México, Junio de 2012.

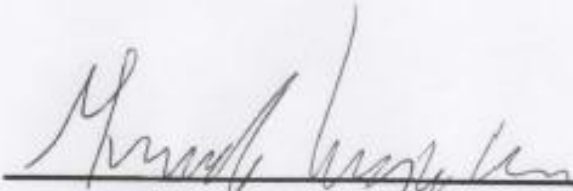


**BIODIVERSIDAD E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FOLIARES
PRESENTES EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE TEMPORAL, EN LOS
VALLES ALTOS DE MÉXICO.**

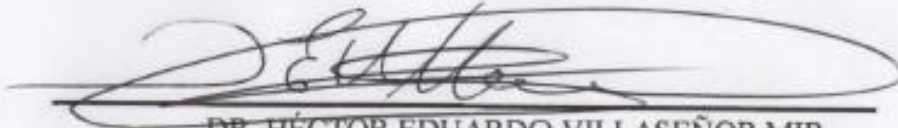
Tesis realizada por el **Ing. Enedino Fernández Hernández** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:


DR. SANTOS GERARDO LEYVA MIR

ASESOR:


DR. HÉCTOR EDUARDO VILLASEÑOR MIR

ASESOR:


M.C. MARÍA FLORENCIA RODRÍGUEZ GARCÍA

AGRADECIMIENTOS.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestro en Ciencias.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por ser mi alma mater y brindarme las facilidades para mi formación y obtención de un grado académico.

Al Departamento de Parasitología Agrícola por la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal.

A los profesores de la Maestría en Protección Vegetal por su valiosa amistad y por contribuir en mi formación académica compartiendo sus conocimientos.

Al Dr. S. Gerardo Leyva Mir, por su amistad e interés en el proyecto y las aportaciones oportunas durante la realización de este trabajo de investigación.

Al Dr. H. Eduardo Villaseñor Mir, por la confianza, aportaciones y las facilidades otorgadas para la realización de la presente investigación.

A la M.C. María Florencia Rodríguez García., por su apoyo incondicional, sugerencias y aportaciones otorgadas durante la realización y revisión de la presente investigación.

A mis compañeros y amigos del postgrado por su apoyo en todo momento: Azucena, René, Rocío, Marina, Job Joel, Gerardo, Emmita y Elizabeth.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron para la culminación exitosa de mis estudios.

DEDICATORIA.

Este trabajo está dedicado a todo el hermoso pueblo de México que día a día lucha por tener un mejor futuro, y sobre todo a nuestros productores agrícolas que siempre buscan la manera de contribuir con el crecimiento de este país a pesar de las difíciles adversidades con la que se encuentran en todo momento.

DATOS BIOGRÁFICOS.

ENEDINO FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ.

Nació en San Antonio, San Luis Potosí, el 08 de Julio de 1984. Realizó sus estudios básicos en el mismo Estado, en el año 1999 ingresó a la Preparatoria Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo, en 2002 comenzó sus estudios de licenciatura en el Departamento de Parasitología Agrícola de la misma universidad, culminado en el año 2006. Trabajó como asesor técnico en la empresa Fertitex SA de CV, en el Estado de Puebla de 2006 a 2009. A finales del año 2009 comenzó sus estudios en el Programa de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal en la Universidad Autónoma Chapingo, la que finalizó en diciembre de 2011.

Actualmente se encuentra laborando en el Centro de Innovación y Transferencia de Tecnología en el Estado de San Luis Potosí.

INDICE GENERAL.

INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRAC.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Objetivos.....	15
1.2 Justificación.....	15
II. MARCO TEORICO	16
2.1 Origen del trigo.....	16
2.2 Descripción botánica.....	18
2.3 Enfermedades foliares del trigo.....	20
2.3.1 Tizón de la gluma (<i>Septoria nodorum</i>).....	20
2.3.2 Tizón foliar o mancha de la hoja (<i>Helminthosporium sativum.</i>).....	22
2.3.3 Mancha foliar por (<i>Alternaria</i> sp.)	24
2.3.4 Tizón foliar <i>Mycosphaerella graminícola</i> (<i>Septoria tritici</i>).....	25
2.3.5 <i>Epicoccum nigrum</i>	26
2.3.6 <i>Curvularia</i> spp.....	27
2.3.7 <i>Pleospora</i> spp.....	27
2.3.8 <i>Phoma</i> spp.....	29

	ii
III. MATERIALES Y MÉTODO	30
3.1 Colecta de material	30
3.2 Muestreo	30
3.3 Laboratorio	31
3.4 Análisis de datos	32
3.5 Sitios de muestreo	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1 Enfermedades foliares asociados al trigo	38
4.1.1 <i>Septoria nodorum</i> Berk.	38
4.1.2 <i>Septoria tritici</i> Rob.	39
4.1.3 <i>Helminthosporium sativum</i> Pammel, King y Bakke.	41
4.1.4 <i>Helminthosporium spiciferum</i> Bainier	42
4.1.5 <i>Leptosphaeria nodorum</i> Müll.	43
4.1.6 <i>Alternaria</i> Nees.	45
4.1.7 <i>Phoma</i> spp.	46
4.1.8 <i>Epicoccum nigrum</i> Link.	47
4.1.9 <i>Sordaria</i> Ces. Y Not.	48
4.1.10 <i>Pleospora</i> Rabenh.	49
4.1.11 <i>Rhizopus</i> Ehrenb.	50
4.1.12 <i>Nigrospora</i> Zimm.	51
4.1.13 <i>Chaetomium</i> Kunze.	52
4.1.14 <i>Curvularia</i> Boedijn.	53
4.1.15 <i>Stemphylium</i> Wallr.	54

4.2 Géneros y especies de hongos encontrados en trigo.....	56
4.3 Incidencia total de hongos encontrados. Ciclo P-V/2010 y 2011.....	57
4.4 Incidencia de hongos patógenos y saprófitos. Ciclo P-V/2010 y 2011.....	58
4.5 Comparación de resultados de los ciclos P-V/2010 y 2011.....	59
4.6 Frecuencia de hongos encontrados en trigo de temporal. Ciclo P-V/2010....	60
4.7 Frecuencia de hongos encontrados en trigo de temporal. Ciclo P-V/2011....	61
4.8 Frecuencia de hongos en tres diferentes altitudes. Ciclo P-V/2010.....	62
4.8.1 Frecuencia de hongos encontrados en altitudes mayores a 2700 msnm..	62
4.8.2 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm...	63
4.8.3 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm...	64
4.8.4 Comparación de la frecuencia de hongos por altitudes. Ciclo P-V/2011	65
4.9 Frecuencia de hongos en tres diferentes altitudes. Ciclo P-V/2011.....	66
4.9.1 Frecuencia de hongos encontrados en altitudes mayor a 2700 msnm..	66
4.9.2 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm..	67
4.9.3 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm..	68
4.9.4 Comparación de la frecuencia de hongos por altitudes. Ciclo P-V/2011	69
VI. CONCLUSIÓN.....	72
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	73

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Sitios de colecta de hojas de trigo. Ciclo P-V/2010.....	33
Cuadro 2. Sitios de colecta de hojas de trigo. Ciclo P-V/2011.....	36
Cuadro 3. Especies de hongos identificados en trigo de temporal. Ciclo P-V/2010 y 2011.....	56
Cuadro 4. Comparación de incidencias de hongos en ciclo P-V/2010 y 2011.....	58
Cuadro 5. Medias de la frecuencia de enfermedades en diferentes altitudes con la agrupación Tukey del ciclo PV-2010.....	65
Cuadro 6. Medias de la frecuencia de enfermedades en diferentes altitudes con la agrupación Tukey del ciclo PV-2011.....	69

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Picnidios de <i>Septoria nodorum</i> en hoja de trigo.....	39
Figura 2. Conidios de <i>Septoria nodorum</i>	39
Figura 3. Manchas causadas por <i>Septoria tritici</i> en hoja de trigo.....	40
Figura 4. Picnidios de <i>Septoria tritici</i> en hoja de trigo.....	40
Figura 5. Conidios de <i>Septoria tritici</i>	41
Figura 6. Colonias de <i>Helminthosporium sativum</i> en hoja de trigo.....	42
Figura 7. Conidios de <i>Helminthosporium sativum</i>	42
Figura 8. Colonias de <i>Helminthosporium spiciferum</i> en hoja de trigo.....	43
Figura 9. Conidios de <i>Helminthosporium spiciferum</i>	43
Figura 10. Peritecios oscuros de <i>Leptosphaeria nodorum</i> en hoja de trigo.....	44
Figura 11. Conidios de <i>Leptosphaeria nodorum</i>	44
Figura 12. Colonias de <i>Alternaria</i> spp en hoja de trigo.....	45
Figura 13. Conidios de <i>Alternaria</i> spp.....	45
Figura 14. Picnidios de <i>Phoma</i> spp., desarrollándose en hoja de trigo.....	46
Figura 15. Picnidio y conidios de <i>Phoma</i> spp.....	46
Figura 16. Colonias de <i>Epicoccum nigrum</i> , en hoja de trigo.....	47
Figura 17. Conidios de <i>Epicoccum nigrum</i>	47
Figura 18. Peritecios de <i>Sordaria</i> spp., en hoja de trigo.....	48
Figura 19. Ascas y ascosporas de <i>Sordaria</i> spp.....	48
Figura 20. Pseudotecios de <i>Pleospora</i> spp., en hoja de trigo.....	49
Figura 21. Ascosporas de <i>Pleospora</i> spp., con septas transversales y longitudinales.....	49
Figura 22. Colonias de <i>Rhizopus</i> sp., en hoja de trigo... ..	50

Figura 23. Esporangióforos y esporas de <i>Rhizopus</i> sp.....	51
Figura 24. Colonias de <i>Nigrospora</i> sp en hoja de trigo.....	51
Figura 25. Conidios de <i>Nigrospora</i> sp.....	52
Figura 26. Peritecios de <i>Chaetomium</i> spp., en hoja de trigo.....	52
Figura 27. Ascosporas de <i>Chaetomium</i> spp.....	53
Figura 28. Colonias de <i>Curvularia</i> spp., en hoja de trigo.....	54
Figura 29. Conidióforo y conidios de <i>Curvularia</i> spp.....	54
Figura 30. Colonia de <i>Stemphylium</i> spp.....	55
Figura 31. Conidios de <i>Stemphylium</i> spp.....	55
Figura 32. Incidencia total de hongos del ciclo P-V/2010 y P-V/2011.....	57
Figura 33. Comparación de especies de hongos en 2010 y 2011.....	59
Figura 34. Frecuencia de hongos encontrados en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.....	60
Figura 35. Frecuencia de hongos encontrados en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2011.....	61
Figura 36. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud mayor a 2700 msnm. en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.....	62
Figura 37. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm. en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.....	63
Figura 38. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm. en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.....	64
Figura 39. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud mayor a 2700 msnm. en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.....	66
Figura 40. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm. en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.....	67
Figura 41. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm. en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2011.....	68

BIODIVERSIDAD E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FOLIARES PRESENTES EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE TEMPORAL, EN LOS VALLES ALTOS DE MÉXICO.

BIODIVERSITY AND IDENTIFICATION OF LEAF FUNGI FOUND IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.) OF TIME IN THE VALLEY OF MEXICO HIGH.

Enedino Fernández Hernández¹, Santos Gerardo Leyva Mir²

RESUMEN

Triticum aestivum, es uno de los cereales de mayor importancia en la dieta mundial, aumentando la superficie sembrada constantemente, con ello la incidencia y severidad de las enfermedades foliares. Se colectaron hojas con tizones foliares en los Valles Altos de México, anotando la altitud y coordenadas de cada sitio, con el objetivo de identificar los hongos presentes y determinar el comportamiento en diferentes altitudes. La colecta de muestras se realizó en el ciclo primavera-verano 2010 y 2011, se llevaron al laboratorio y se colocaron en cámaras húmedas; los hongos desarrollados se identificaron a través de síntomas y estructuras de reproducción. Se encontraron quince hongos, de los cuales los de mayor frecuencia son: *Alternaria* sp, *Epicoccum nigrum*, *Helminthosporium sativum*, *Phoma* sp, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*; los hongos patógenos y saprofitos fue mayor en altitudes de 2401 a 2700 msnm en los dos ciclos se observó menor frecuencia de hongos en altitudes mayor a 2700 msnm.

PALABRAS CLAVE: Trigo, Tizones foliares, Altitud, cámara húmeda.

ABSTRACT

Triticum aestivum is one of the most important cereals in the diet world, constantly increasing acreage, thus the incidence and severity of foliar diseases. Collected leaves with leaf blights in the High Valleys of Mexico, noting the altitude and coordinates of each site, in order to identify the fungi present and determine the behavior at different altitudes. The sample collection was conducted in the spring-summer 2010 and 2011, taken to the laboratory and placed in humid chambers; developed fungi were identified through symptoms and reproductive structures. They found fifteen fungi, of which the most frequent are: *Alternaria* sp, *Epicoccum nigrum*, *Helminthosporium sativum*, *Phoma* sp, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*, the presence of pathogenic fungi and saprophytes was higher at altitudes from 2401 to 2700 msnm in the two cycles we observed lower frequency of fungi at altitudes greater than 2700 msnm.

KEY WORDS: Wheat, leaf blights, altitude, humid chambers.

¹ Tesista, ² Director de tesis

¹ Thesis autor, ² Thesis director

I. INTRODUCCIÓN.

Las plantas constituyen 93% de la dieta mundial, los cereales constituyen dos tercios de todos los alimentos y entre estos últimos, el trigo es el cultivo de mayor importancia. Los productos de origen animal, los cuales forman el 7% restante de la dieta mundial, provienen en forma indirecta de las plantas-cereales y forrajes (Hanson, 1985).

El trigo constituye una fuente de alimentación y proporciona cerca del 20% de los requerimientos calóricos alimentarios y constituye el producto principal para casi el 40% de la población mundial; éste se consume principalmente como pan, pero es un ingrediente básico de muchos otros productos alimentarios; se aprovecha prácticamente todas las partes de la planta, para alimentación del ganado, como materia orgánica para el suelo, y para enriquecer las comidas (Wiese, 1986).

Desde el primer día de la semilla de trigo en el suelo, hasta los últimos días antes de la cosecha, e incluso después de la cosecha, el trigo está en riesgo de pudriciones, manchas, royas, mildew, malezas y ataque de diferentes plagas; conocer los problemas de plagas y enfermedades que afectan la calidad y rendimiento del trigo y cómo manejar es fundamental para eliminar o al menos minimizar las pérdidas y aumentar los rendimientos (Cook, 1991).

En todas sus etapas de crecimiento las plantas de trigo, están expuestas a numerosos daños y estreses que interfieren con su funcionamiento y desarrollo. Cualquier condición anormal resultante, constituye en un sentido amplio, una enfermedad. Cada

año alrededor del 20% del trigo que podría encontrarse disponible como alimento y forraje se pierde debido a las enfermedades (Wiese, 1986).

Las áreas trigueras en México y con potencial, se ubican en alturas que oscilan entre los 2000 a 3000 msnm y con régimen de lluvias durante el verano (Turrent *et al.*, 1992). La precipitación puede variar desde los 450 mm hasta poco más de 1000 mm; en los ambientes húmedos no es frecuente la sequía intraestival, mientras que en los subhúmedos se generaliza (García, 1981). También en forma general, en todas las áreas temporaleras se presentan condiciones de alta humedad relativa; en los climas húmedos casi durante todo el ciclo, mientras que en los subhúmedos durante los meses de septiembre y octubre, que coincide con la temporada de ciclones en el Golfo y el Pacífico. Las temperaturas bajas durante el mes de octubre son definitivas para determinar el fin de la estación de crecimiento o período de cultivo; para las partes altas son más frecuentes a inicios del mes, mientras que en las partes bajas ocurren más a finales del mismo (Villaseñor y Espitia, 2000).

Como se ha podido observar, son sumamente contrastadas las condiciones bajo las cuales se produce trigo de temporal, al extremo que para un estado del país se pueden contemplar hasta cerca de 100 ambientes diferentes de producción. Esta realidad implica que el agricultor debe tener mayor apoyo, de diferentes índoles, para que logre sobrevivir de una actividad cada vez más deteriorada. Es necesario intensificar acciones como investigación, transferencia de tecnología y asistencia técnica, entre otras, para hacer frente a la compleja problemática edáfica y climatológica y disponer de tecnología específica para las diferentes situaciones, para que una vez que el productor la adopte, aproveche más eficientemente las condiciones del medio y obtenga mayores rendimientos.

1.1 Objetivos.

- Identificar las enfermedades foliares del trigo de temporal en los Valles Altos de México.
- Analizar el comportamiento de las enfermedades foliares del trigo en dos ciclos de producción.
- Determinar las enfermedades que se presentan en diferentes altitudes en los Valles Altos de México.

1.2 Justificación.

El estudio de las enfermedades de las plantas es de importancia fundamental para mantener y mejorar los suministros de alimentos, actualmente los cultivares de trigo se han visto afectados por una amplia gama de enfermedades, por ello es necesario realizar estudios para determinar las enfermedades de mayor importancia y con ello realizar las cruas convenientes con el fin de disminuir los daños y así aumentar los rendimientos y calidad del cultivo, beneficiando directamente a los productores al proporcionar posteriormente las variedades mejoradas.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Origen del trigo.

Los restos de fósiles permiten ubicar los granos de trigo miles de años atrás, el hombre primitivo encontraba las semillas de gramíneas semejantes al trigo como una fuente de alimento segura y apetitosa. Estas plantas influyeron en su longevidad, distribución y estilo de vida. Las industrias panadera y cervecera se desarrollaron a partir de la larga relación entre el hombre y los granos de cereal (Wiese, 1986).

El origen de la planta de trigo no se conoce con certeza, sin embargo existe evidencia que es el resultado de un tipo de pasto nativo de las áridas tierras de Asia menor (Pomeranz, 1971). Percivae y colaboradores suponen que los trigos de panificación resultaron de la hibridación del trigo *Emmer* con una especie del género *Aegilops*, especie que se encuentra silvestre en el oeste de Asia y sureste de Europa. Estudios más recientes, hechos por Mangelsdorf, sugieren que el trigo tuvo su origen en la región que abarca el Cáucaso-Turquía-Iraq (Robles, 1976).

Desde el punto de vista botánico, el trigo pertenece al género *Triticum* L. en la familia de las gramíneas. El género se divide en diversas especies según la morfología y, en parte, también el número de cromosomas. El trigo común (*T. aestivum* L.), el duro (*T. durum* Desf.) y el “club” (*T. compactum* Host) representan cerca del 90% del cereal cultivado (Wiese, 1986).

Los españoles introdujeron el trigo a México en el siglo XVI, se mantuvo como el único cereal para la elaboración de pan; esa cualidad le permitió ampliar el área sembrada durante los siglos XVII al XIX, debido a que la demanda de su grano por la población, sobre todo de origen europeo, se incrementó con el paso del tiempo. Fue así como las áreas temporales de los Valles Altos de México y de la región de El Bajío se convirtieron en la principal zona productora de trigo durante el tiempo de la colonia (Villaseñor y Espitia, 2000).

El trigo es cultivado comercialmente de los 32° latitud norte a lo largo de la frontera mexicana en el norte de México (Sonora y Baja California) a los 16° en los valles altos de Chiapas, en el sur. Dentro de estas latitudes el trigo es cultivado desde unos cuantos metros sobre el nivel del mar, en Sonora, Sinaloa y Baja California, hasta una elevación de casi 3,000 metros en algunos de los valles altos de la parte central de México. Más del 92% del cultivo del trigo es sembrado bajo riego o en suelos con humedad, siendo sembrado en su mayor parte durante los meses de invierno de octubre, noviembre y diciembre, y cosechando en abril, mayo, junio y julio, dependiendo de la elevación (Hanson, 1985).

El área dedicada al cultivo de trigo en el verano varía, y en los Valles Altos de México principalmente en los estados de Hidalgo, México, Puebla, Tlaxcala y Zacatecas es sembrado durante los meses de abril, mayo, junio y cosechando a principios del invierno. Las siembras de verano no son irrigadas y las fechas de siembra coinciden con el principio de la época de lluvias. El trigo es también cultivado durante el invierno, bajo riego, en algunos de estos mismos estados (Hanson, 1985).

Se desconoce el número real de enfermedades del trigo, alrededor de 50 son habitualmente importantes desde el punto de vista económico. Todas, ya sean infecciosas o no infecciosas, son peligrosas en algunas regiones, durante ciertos años y en determinada parte de la planta. Todas demandan atención debido a sus síntomas o a sus efectos perjudiciales en la calidad o en la cantidad de las plantas, de paja o de grano (Wiese, 1986).

Los fitogenetistas del trigo actualmente reagrupan genes, genomas y otros grupos génicos. Sus esfuerzos produjeron cultivares mejorados de gran importancia tanto a nivel local, nacional como internacional. Los cultivares con un mayor potencial de cosecha, uniformidad y resistencia a las enfermedades son tan buscadas como aquellos adaptados a condiciones ambientales, regiones y usos específicos. Por lo tanto, hoy en día el trigo constituye un cultivo heterogéneo diferenciado por sus hábitos de crecimiento primaveral e invernal su respuesta a la duración del día, su color de semilla, su resistencia a las inclemencias del invierno y la sequía, la altura de la planta, la resistencia de la paja y sus cualidades como alimento y forraje (Wiese, 1986).

2.2 Descripción botánica.

Raíz: cuando una semilla de trigo germina, emite la plúmula y produce las raíces temporales. Las raíces permanentes nacen después de que emerge la plántula en el suelo, estas nacen de los nudos que están cerca de la superficie del suelo, que son los que sostienen a la planta en el aspecto mecánico y en la absorción del agua y los nutrientes del suelo hasta su maduración (Robles, 1976).

Tallo: el tallo del trigo crece de acuerdo con las variedades, normalmente de 60 a 120 cm. En la actualidad existen trigos enanos que tienen una altura de 25 a 30 cm., y trigos muy altos de 120 a 180 cm., desde el punto de vista comercial, los trigos semi-enanos de 50 a 70 cm., son los mas convenientes. En estado de plántula, los nudos están muy juntos y cerca de la superficie del suelo; medida que va creciendo la planta ésta se alarga, además emite brotes que dan lugar a otros tallos que son los que constituyen los macollos variables en número, de acuerdo con el clima, variedad y suelo, que también producen espiga y en esto radica el mayor o menor rendimiento de algunas variedades.

Hoja: en cada nudo nace una hoja, esta se compone de vaina y limbo o lamina, entre estas dos partes existe una parte que recibe nombre de cuello de cuyas partes laterales salen unas prolongaciones que se llaman aurículas y entre la separación del limbo y el tallo o caña existe una parte membranosa que recibe el nombre de lígula. La hoja tiene una longitud que varía de 15 a 25 cm., y de 0.5 a 1 cm., de ancho. El número de hojas varía de 4 a 6 y en cada nudo nace una hoja, excepto los nudos que están debajo del suelo que en lugar de hojas producen brotes o macollos (Robles, 1976).

Espiga: está formado por espiguillas (manitas) dispuestas alternadamente en un eje central denominado raquis. Las espiguillas contienen de 2 a 5 flores que posteriormente formaran el grano que queda inserto entre la lemma (envoltura exterior del grano que en algunas variedades tiene una prolongación que constituye la barba o arista), y la pálea o envoltura interior del grano. La primera y segunda flor está cubierta exteriormente por las glumas. En algunas variedades de trigo, la lemma queda casi totalmente cubierta por la gluma, mientras que en otras la gluma solo cubre aproximadamente dos terceras partes de la lemma. No todas las flores que contiene la espiguilla son fértiles, de aquí que el número de granos por espiguilla varía desde dos hasta cuatro. El número de

espiguillas varía de 8 a 12 según sean las variedades y la separación entre ellas es variable también, lo que da la longitud total de la espiga. La flor de trigo se compone de un estigma y alrededor nacen las anteras que tienen un filamento que se alarga conforme va desarrollándose el estigma hasta que adquiere un aspecto plumoso que es precisamente cuando se encuentra receptivo, cuando llega a este estado, las anteras están próximas a reventarse soltando el polen sobre el estigma. La polinización se efectúa en su mayor parte estando las anteras dentro de la pálea y la lemma (Robles, 1976).

2.3 Enfermedades foliares del trigo.

2.3.1 Tizón de la gluma (*Septoria nodorum*).

CLASE: Ascomycetes.

ORDEN: Pleosporales

FAMILIA: Pleosporaceae.

GENERO Y ESPECIE: *Leptosphaeria nodorum* (*Septoria nodorum*) (SARH, 1992).

Esta enfermedad compleja destruye aproximadamente el 2% de la producción anual mundial. La cantidad de semilla formada no es afectada, pero si el llenado de la misma; las pérdidas son mayores cuando las epidemias se desarrollan antes del espigamiento; un ataque ligero produce lesiones aislada, pero una invasión fuerte destruye parcial o totalmente el follaje (SARH, 1992).

La mancha foliar es causada por el hongo *Septoria tritici*; el cual se desarrolla en regiones frías en donde persisten nubosidades, nieblas y lluvias por largos periodos durante el ciclo de crecimiento del trigo. Otra especie, *S. nodorum*, prospera bajo condiciones de altas temperaturas y en algunos años causan severas pérdidas; debido a que la septoriosis afecta a 20% de las regiones trigueras de los países en desarrollo (Hanson, 1985).

En los cereales y los pastos, esta enfermedad aparece como manchas pardas o de un color verde claro a amarillo que se forman al principio entre las nervaduras de la hoja, pero en poco tiempo se ennegrecen y extienden con gran rapidez hasta formar manchas irregulares. Éstas últimas pueden tener un tamaño limitado o bien coalescer y cubrir la lámina y vaina de la hoja, dependiendo de la variedad de que se trate y de la humedad de la atmosfera. Es frecuente que dichas manchas tengan una apariencia moteada debido a los pequeños picnidios más o menos abundantes y sumergidos que se forman sobre ellas (Agrios, 1978).

En la hoja se desarrollan lesiones secas de forma irregular dentro de las cuales se forman puntos oscuros (picnidios). Cuando estos se humedecen, liberan masas de conidios filamentosos incoloros y septados (Zyllinsky, 1984).

El control de las enfermedades por *Septoria* depende del uso de semillas sanas de un campo libre del patógeno, de rotación de cultivos durante 2 o 3 años, el uso de variedades resistentes y aspersiones químicas (Agrios, 1978).

2.3.2 Tizón foliar o mancha de la hoja (*Helminthosporium sativum*.)

CLASE: Ascomycetes.

ORDEN: Pleosporales.

FAMILIA: Pleosporaceae.

GENERO Y ESPECIE: *Cochiobolus sativus* (= *Helminthosporium sativum*) (sin. *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera sorokiniana*) (SARH, 1992).

Se encuentra ampliamente distribuidas por todo el mundo y son muy comunes y severas en muchas plantas de cultivos importantes de la familia de los pastos (gramíneas), así diferentes especies de *Helminthosporium*, que en la actualidad se conocen bajo los nombres de *Bipolaris* y *Drechslera*, producen los tizones foliares del maíz, la pudrición de la corona y raíz del trigo y la mancha foliar de este (Agrios, 1978).

Entre los patógenos que atacan los cereales *C. sativum* es uno de los más ampliamente distribuidos. Las enfermedades causadas por este hongo probablemente restrinjan la producción de trigo y cebada en las áreas subtropicales más que ningún otro patógeno (SARH, 1992).

El patógeno *Helminthosporium sativum*, que ataca las hojas y la espiga es particularmente destructivo en climas tropicales; otra especie *H. tritici repentis*, está presente en muchos ambientes; en zonas de gran altitud como el centro de México, este hongo es agresivo y daña una gran parte de las hojas, exponiendo a las plantas a ser destruidas por patógenos más débiles. Varios millones de hectáreas podrían dedicarse al

cultivo del trigo si se desarrollase resistencia a las varias especies de *Helminthosporium* y a otras enfermedades foliares y pudriciones radiculares (Hanson, 1985).

Las manchas foliares son pardas y alargadas con bordes definidos, y con frecuencia se extienden y coalescen hasta formar rayas pardas irregulares o manchas que cubren gran parte de la lámina de la hoja. Las lesiones más viejas son cubiertas por una capa de conidióforos de color olivo y conidios que produce el hongo (Agrios, 1978).

Las principales enfermedades causadas por este grupo de hongos son: Pudriciones de raíz, manchas o estriados en las hojas, tizones de la espiga y tizón o marchitez de plántulas. Las especies de *Helminthosporium* se identifican rápidamente por las estructuras de fructificación que producen y las características morfológicas de sus esporas. Los conidióforos y los conidios se desarrollan en colonias sobre la superficie del tejido hospedante, a partir de un micelio oscuro inmerso y superficial. Los conidios son lisos, septados, de subhialinos a oscuros, generalmente cilíndricos y con frecuencia con una cicatriz oscura en la célula basal (Zyllinsky, 1984).

El control de las enfermedades por *Helminthosporium* depende del uso de variedades resistentes, semillas sanas, tratamiento de estas con fungicidas, fertilización y rotación de cultivos adecuados (Agrios, 1978).

Su habilidad para sobrevivir en residuos en el suelo y en muchas especies de pasto reduce la efectividad de la rotación de cultivos como medida de control, el mejoramiento para resistencia es un proceso lento y difícil de lograr, pero parece tener las mejores probabilidades de éxito en el combate contra este patógeno (SARH, 1992).

2.3.3 Mancha foliar por (*Alternaria* sp.)

Cuando la enfermedad es grave, puede provocar la defoliación completa con el consiguiente desarrollo escaso de granos, arrugamiento de éstos y pesos hectolítricos bajos (Prescott *et al.*, 1986).

Se encuentran entre las enfermedades más comunes de muchos tipos de plantas en todo el mundo, afecta principalmente a las hojas, tallos, flores y frutos de las plantas anuales. Las enfermedades causadas por *Alternaria* aparecen en forma de manchas y tizones foliares (Agrios, 1978).

Los síntomas característicos de esta enfermedad son: manchas que se vuelven visibles en las hojas aproximadamente a fines de la etapa de formación de nudos y comienzos del embuche (Prescott *et al.* 1986). Por lo general, el color de las manchas foliares varía de pardo oscuro a negro, a menudo son numerosas y cuando se extienden casi siempre forman anillos concéntricos que tienen la forma de un blanco. El patógeno *Alternaria* tiene un micelio de color obscuro y en los tejidos viejos infectados produce conidióforos cortos, simples y erectos que portan cadenas simples y ramificadas de conidios (Agrios, 1978).

Las lesiones crecen con rapidez, convirtiéndose en manchas "oculares" con centros blanquecinos o de color gris claro; las hojas tienden a dividirse o desgarrarse a partir del centro de las lesiones (Prescott *et al.*, 1986).

Las esporas se producen en restos de cultivos sobre la superficie del suelo o cerca de él y son transportadas a las hojas por el viento o las salpicaduras de lluvia. El tiempo fresco y húmedo favorece el desarrollo de la enfermedad (Prescott *et al.* 1986).

2.3.4 Tizón foliar *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*).

El tizón foliar causado por *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) es una enfermedad que daña la producción de trigo en los Valles Altos lluviosos de México. El tizón foliar se presenta en las partes altas (a más de 2000 msnm) y lluviosas (800 mm), principalmente en la región de la Sierra Tarasca, Michoacán, en el Valle de Toluca, Estado de México, y en los Altos de Jalisco (Gómez y González, 1990); su severidad está en función de las condiciones climáticas y de la variedad sembrada. En años inductivos al desarrollo de la enfermedad los daños pueden alcanzar 45% en los Altos de Jalisco (Gómez y González, 1990) o 60% en la Sierra Tarasca (Castrejón *et al.*, 1995).

El tizón foliar es una enfermedad agresiva en los ambientes lluviosos de los Valles Altos de México. Al convertirse el trigo en monocultivo, las pérdidas en el rendimiento serán mayores y superarán los esfuerzos del mejoramiento genético para aumentar los rendimientos del trigo del temporal en México (Rodríguez *et al.*, 2008).

Los síntomas característicos de esta enfermedad son: manchas cloróticas desde macollaje a “espiga embuchada”. Usualmente comienza en las hojas inferiores, con manchas que se alargan y expanden, de color pajizo con pequeños puntos negros (fructificaciones del hongo) (Gómez y González, 1990). Se ve favorecido con períodos con alta humedad relativa, neblinas, lloviznas y temperaturas entre 15 a 20°C. La temperatura óptima es de 20 a 25°C; Prospera con rastrojo de cultivos con el inóculo y/o monocultivo de trigo. Produce una disminución del área fotosintética, pérdida de rendimiento, menor peso de granos, disminución de la calidad panadera, disminución del porcentaje de proteínas (Rodríguez *et al.*, 2005).

Los síntomas de septoriosis pueden detectarse desde inicio de macolla en adelante; corresponden a lesiones necróticas en las hojas (mancha café que denotan la muerte de tejido), a veces con amarillez en sus contornos y con diversos puntos negros sobre estas lesiones. Estos últimos corresponden a los picnidios del hongo (Gómez y González, 1990); esos síntomas permiten identificar en forma inequívoca a esta enfermedad. La ausencia de picnidios en lesiones similares en una hoja de trigo, es un indicador de que muy probablemente no se trataría de la septoriosis de la hoja. Los síntomas siempre comienzan por las hojas basales y nunca se encontrarán en hojas superiores, si es que no hay síntomas en hojas inferiores. La septoriosis es una típica enfermedad foliar de tipo ascendente; por efecto de la lluvia, la infección se disemina a las hojas superiores. Comúnmente las espigas no son afectadas, pero en caso de variedades precoces sembradas temprano y primaveras muy lluviosas, es posible encontrar ocasionalmente espigas afectadas (Rodríguez *et al.*, 2005).

2.3.5 *Epicoccum nigrum*.

Epicoccum nigrum es uno de los hongos con capacidad de síntesis de compuestos colorantes. El género *Epicoccun* contiene una sola especie, es un hongo mitosporítico distribuido extensamente y aislado comúnmente del aire, del suelo, de una gran variedad de plantas e insectos etc. Se considera saprófito en algunos casos se presenta como oportunista, siendo un invasor secundario de plantas (Wiliam *et al.*, 1976). Las colonias son de crecimiento rápido y micelio suave, al esporular presentan un color negruzco debido a los agregados de conidios que son fácilmente visibles.

2.3.6 *Curvularia* spp.

Este fitopatógeno pertenece a la Clase de los Deuteromicetes, Orden Moniliales y Familia Dematiacea (Alexopolus *et al.*, 1996).

El género *Curvularia* es considerado un patógeno secundario (Sisterna *et al.*, 2006) y está citado como organismo causal de manchas foliares en trigo (Schwartz, 2005) y en diversas gramíneas. *C. lunata* ocasiona el manchado del grano (Sisterna *et al.*, 2005) y manchas foliares del trigo (Sisterna *et al.*, 2005).

Las enfermedades pueden causar daños y pérdidas en cualquier cultivo. Según Casa *et al.* (2004), los daños asociados a las enfermedades foliares son consecuencia del mal funcionamiento y destrucción de los tejidos fotosintéticos debido al aumento del número de lesiones, que pueden determinar la necrosis de toda la hoja. La necrosis y muerte prematura de las hojas limita la intersección de la radiación solar y la translocación de fotoasimilados al desarrollo del grano. Para contrarrestar las enfermedades, una de las medidas de control es el genético. Los síntomas de la mancha por *Curvularia* se manifiestan como manchas circulares con halo amarillento, iniciando con pequeñas manchas hasta llegar a cubrir toda la superficie (Garcés *et al.*, 2011).

2.3.7 *Pleospora* spp.

Las manchas, que se encuentran siempre en las hojas maduras, son porciones de tejido lesionado necrótico que abarcan un área considerable de la hoja, la enfermedad puede confundirse a simple vista con la causada por *Alternaria*, debido a la presencia de anillos concéntricos (Tomioka, 2002). Sin embargo, lo típico en la mancha es que las manchas tienen el centro plateado, prominente, de 1–2 mm de diámetro, al que rodea un

halo grueso de tejido necrótico de color marrón grisáceo y luego uno o más anillos concéntricos. Entre el tejido lesionado y el tejido sano se forma un borde purpúreo que circunscribe la mancha (Ames, 1997).

Las lesiones individuales son regulares, circulares a ovaladas y de tamaño variado, pero cuando las manchas confluyen, abarcan una superficie asimétrica grande (Tomioka, 2002). En el tejido necrótico, se observan sumergidas unas estructuras redondeadas de color negro; son los cuerpos fructificantes del agente causal. La enfermedad ha sido encontrada en hojas, no así en peciolo o tallos, ni en tubérculos, lo que permite decir que es exclusivamente foliar (Ames, 1997).

La mancha es causada por *Pleospora* sp., hongo que produce peritecios piriformes, ostiolados, de color marrón oscuro, sumergidos en el tejido de la hoja. Los peritecios contienen paráfisis y ascas. Las ascas son hialinas, bitunicadas, de 80–126 μm de largo y 12–18 μm de diámetro en su parte más ancha; contienen seis ascosporas ordenadas en una hilera dentro del asca (Ames, 1997). Las ascosporas son oblongas, ligeramente curvadas, con uno de sus extremos más ancho que el otro; son de color marrón oliváceo, con tres a cinco septas transversales y una septa longitudinal u oblicua en la célula central; miden 16–24 por 7–10 μm ., no se ha encontrado el estado anamórfico del hongo (Tomioka, 2002).

Pleospora sp, se mantiene en el suelo en su forma de micelio sobre los residuos del follaje infectado. La enfermedad se desarrolla en la etapa avanzada del cultivo, lo cual además coincide con la época lluviosa y la presencia de neblina, factores que favorecen el proceso de infección. Los hongos de este grupo requieren agua libre para liberar las ascas y una película de agua en la superficie de la hoja que permita la germinación de las ascosporas y la penetración del tubo germinativo (Ames, 1997).

2.3.8 *Phoma* spp.

Los hongos del género *Phoma* son en la actualidad uno de los más extensos en cuanto a su geografía y que consisten en un gran número de especies que se pueden encontrar en diversos nichos ecológicos. De entre los 3.000 taxones descritos hasta la fecha, 110 son especies patógenas que infectan a menudo las partes de las plantas que son importantes desde el punto de vista económico (Aveskamp *et al.* 2008). Algunos de ellos están incluidos dentro de una cuarentena, debido a que causan serios problemas a las organizaciones la creación de asentamientos legales relativas a la cuarentena de plantas (Miric *et al.*, 1999, Méndez *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODO.

3.1 Colecta de material.

La presente investigación se realizó en las zonas de mayor importancia en la siembra y producción de trigo de los Valles Centrales de México, durante los ciclos agrícolas Primavera-Verano 2010 y 2011; colectando 114 muestras durante el 2010 (Cuadro 1) y 86 en el 2011 (Cuadro 2), se tomaron datos de altura y coordenadas geográficas con un GPS modelo Garmin MAP 60 (Cuadros 1 y 2).

Se realizó la colecta de material vegetal con síntomas de enfermedad (tizones foliares), cuando la planta se encontraba entre el encañado y el espigado, ya que es el momento en donde se tiene la mayor presencia de las enfermedades debido a que se tienen las condiciones óptimas.

3.2 Muestreo

Se realizó un recorrido en los campos de cultivo y se colectaran hojas con síntomas de enfermedad; se tomaron tres muestras al azar (Castillo, 2005) en cada uno de los 200 sitios y se trasladaron al laboratorio de Micología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

Posteriormente el material colectado se colocó en bolsas de papel glassine, ya que permite que el material vegetal seque rápidamente y evita que se deteriore a causa de la humedad. Al momento de la recolección se anotó toda la información importante para identificar la muestra y se observaron los síntomas (Zyllinsky, 1984).

3.3 Laboratorio.

Se limpió la zona de trabajo en el laboratorio para evitar la contaminación del material al momento de la inducción del crecimiento de las cepas de hongos, con la ayuda de una navaja se obtuvieron tres fracciones de hoja enferma de aproximadamente 1 cm² cada una, abarcando parte sana y con síntomas de enfermedad, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 3% durante un minuto aproximadamente, posteriormente se lavaron con agua destilada estéril por un minuto más. Las muestras fueron colocadas en cajas petri estériles sobre papel filtro esterilizado con calor a las cuales se les adicionó la suficiente cantidad de agua destilada estéril haciendo las cajas húmedas (Zillinsky, 1984).

Las cajas húmedas se sellaron con parafilm con el fin de evitar la rápida evaporación del agua destilada estéril, y se colocaron de manera individual a temperatura ambiente hasta que se observaron crecimientos de las poblaciones de hongos.

De cada sitio se pusieron tres muestras de área foliar de un cm², por caja petri; cada una de estas muestras se consideró como una repetición, y como se sembró una caja por sitio con una repetición se tiene un total de seis muestras de hoja por sitio.

En el presente trabajo se decidió determinar la frecuencia de las enfermedades utilizando tres muestras de hojas por caja, de las cuales se identificaron los hongos presentes y la frecuencia de estos se convirtió en porcentaje (%).

Una vez que se observaron las poblaciones, se abrieron las cajas húmedas y se obtuvieron, con la ayuda de un microscopio esteroscópico una muestra del hongo, la cual se colocó en un portaobjetos con lactofenol, se le colocó un cubreobjetos y se

observó al microscopio compuesto con el fin de realizar la identificación del patógeno y con ayuda claves para ello. Tanto las colonias desarrolladas como las estructuras reproductivas se compararon en base a Wiese (1987), Warham *et al.*, (1998) y Zyllinsky (1984). Se registró el número de hojas sanas, con hongos patógenos y con hongos saprófitos para todos los sitios muestreados.

3.4 Análisis de datos.

Se obtuvo en porcentaje la incidencia general de hongos, incidencia de hongos patógenos e incidencia de hongos saprófitos, encontrados en cada ciclo de producción y en tres altitudes diferentes; posteriormente se analizaron con el apoyo del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System). Se realizó comparación de medias empleando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (Box *et al.*, 2006 y Castillo, 2003).

3.5 Sitios de muestreo.

Cuadro 1. Sitios de colecta de hojas de trigo. Ciclo P-V/2010.

No.	Estado.	Localidad.	Altitud	Coordenadas.
1	Tlaxcala.	Xalostoc (Santa María Tocatlan).	2,607	N 19° 21' 44" W 98° 02' 37"
2	Tlaxcala.	Huamantla, (Teacalco- Malinche).	2,802	N 19° 18' W 98° 02'
3	Tlaxcala.	Nanacamilpa, (Domingo Arenas).	2,823	N 19° 29' W 98° 33'
4	Tlaxcala.	Sanctorum, (Francisco I. Madero).	2,650	N 19° 31' W 98° 29'
5	Tlaxcala.	Xalostoc, (Tocatlán).	2,579	N 19° 28' W 97° 57'
6	Tlaxcala.	Hueyotlipan, (Recoba).	2,589	N 19° 29' 16" W 98° 22' 18"
7	Tlaxcala.	Hueyotlipan, (Hacienda Techalote).	2,583	N 19° 31' 41" W 98° 21' 24"
8	Tlaxcala.	Hueyotlipan, (Entre Hacienda Techalote y Benito Juárez).	2,538	N 19° 32' 43" W 98° 21' 12"
9	Tlaxcala.	Hueyotlipan, (4 Km antes de Ignacio Zaragoza).	2,529	N 19° 33' 22" W 98° 21' 38"
10	Tlaxcala.	Benito Juárez.	2,533	N 19° 34' 12" W 98° 23' 29"
11	Tlaxcala.	Benito Juárez.	2,535	N 19° 34' 40" W 98° 24' 38"
12	Tlaxcala.	Tlaxco, (4 Km antes de La Unión).	2,523	N 19° 37' 57" W 98° 19' 56"
13	Tlaxcala.	Tlaxco, (La Unión).	2,520	N 19° 39' 20" W 98° 20' 03"
14	Tlaxcala.	Tlaxco, (La unión rumbo a Tlaxco).	2,524	N 19° 39' 34" W 98° 21' 03"
15	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,667	W 98°10'70" N 19°64'77"
16	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,683	W 98.09°98" N 19°66°94"
17	Tlaxcala.	Tlaxco, (Entrada a Xochuca).	2,560	N 19° 36' 46" W 98° 11' 56"
18	Tlaxcala.	Tlaxco, (6 Km antes de Tlaxco).	2,553	N 19° 36' 33" W 98° 11' 28"
19	Tlaxcala.	Tlaxco, (4 Km antes de Tlaxco).	2,531	N 19° 36' 11" W 98° 09' 11"
20	Tlaxcala.	Tlaxco, (Libramiento a Tlaxco).	2,528	N 19° 35' 35" W 98° 08' 12"
21	Tlaxcala.	Tlaxco, (San Juan).	2,531	N 19° 36' 01" W 98° 07' 28"
22	Tlaxcala.	Atlangatepec.	2,565	N 19° 31' 59" W 98° 07' 32"
23	Tlaxcala.	Yauhquemecan.	2,476	N 19° 26' 56" W 98° 10' 14"
24	Tlaxcala.	San Francisco Atexcatzinco.	2,487	N 19° 27' 35" W 98° 11' 2"
25	Tlaxcala.	Muñoz de Domingo Arenas.	2,516	N 19° 28' 2" W 98° 11' 51"
26	Tlaxcala.	Muñoz, (Muñoz-Ápan 2 Km).	2,510	N 19° 28' 40" W 98° 12' 52"
27	Tlaxcala.	Muñoz, (Entronque Muñoz).	2,511	N 19° 29' 07" W 98° 13' 13"
28	Tlaxcala.	Muñoz, (Muñoz-Barca de la fe).	2,499	N 19° 31' 32" W 98° 15' 43"
29	Tlaxcala.	Muñoz, (Entronque Muñoz).	2,545	N 19° 32' 04" W 98° 16' 49"
30	Tlaxcala.	Muñoz, (Vías de ferrocarril entre Muñoz y Barca de la fe).	2,534	N 19° 32' 47" W 98° 16' 51"
31	Tlaxcala.	Muñoz, (1 km después de las vías del ferrocarril).	2,539	N 19° 33' 2" W 98° 16' 50"
32	Tlaxcala.	Muñoz, (Entronque Muñoz-Barca de la fe 1 Km).	2,536	N 19 .55461 W 98. 27983
33	Tlaxcala.	Sanctórum, (Después de la entrada a Zoltepec).	2,535	N 19° 35' 29" W 98° 18' 37"
34	Tlaxcala.	Tlaxco, (La Unión –Apan 2Km).	2,515	N 19° 39' 41" W 98° 21' 07"
35	Tlaxcala.	Tlaxco, (La Unión-Apan).	2,525	N 19° 40' 06" W 98° 22' 28"
36	Tlaxcala.	Tlaxco, (Cruce de gasolinera N° 8630 Par. Velazco).	2600	N 19° 30'20" W 98° 07'
37	Tlaxcala.	Terrenate, (Guadalupe Victoria entre Terrenate – Huamantla)	2,680	N 19° 28' W 97° 55'
38	Tlaxcala.	Teacalco, (Curva 10 de mayo).	2600	N 19° 58' W 98° 02'
39	Tlaxcala.	Teacalco, (Entre entrada a Teacalco y Huamantla).	2,606	N 19° 21' W 98° 02'
40	Tlaxcala.	Nanacamilpa.	2,811	N 19° 29' W 98° 33'

41	Tlaxcala.	Apizaco, (Salida de Apizaco).	2,389	N 19° 20' W 97° 37'
42	Tlaxcala.	Terrenate, (Salida de Xalostoc).	2,681	N 19° 26' W 97° 54'
43	Tlaxcala.	Huamantla.	2,390	N 19° 19' W 97° 39'
44	Tlaxcala.	Apizaco, (Enfrente de soldados).	2,387	N 19° 17' W 97° 36'
45	Estado de México.	Juchitepec.	2,673	N 19° 06' 51" W 98° 54' 23"
46	Estado de México.	Juchitepec, (Carretera Juchitepec-Tlayacapan 3 Km del CICITEC).	2,785	N 19° 05' 34" W 98° 55' 33"
47	Estado de México.	Amecameca, (Carretera Ozumba-Amecameca).	2,346	N 19° 02' 35" W 98° 47' 56"
48	Estado de México.	Amecameca, (Carretera a Tlamacas (2 Km)).	2,502	N 19° 06' 12" W 98° 45' 40"
49	Estado de México.	Amecameca, (A un costado del campus de la UAEM).	2,453	N 19° 07' 47" W 98° 47' 14"
50	Estado de México.	Ayapango.	2,448	N 19° 07' 42" W 98° 48' 46"
51	Estado de México.	Amecameca.	2,416	N 19° 08' 5" W 98° 50' 2"
52	Estado de México.	Tenango, (San Mateo Tepolula).	2,392	N 19° 09' 8" W 98° 51' 7"
53	Estado de México.	Juchitepec de Mariano Rivapalacio,	2,489	N 19° 07' 30" W 98° 52' 25"
54	Estado de México.	Temamatla, (Frente a la tabiquera).	2,272	N 19° 12' 35" W 98° 52' 7"
55	Estado de México.	Ixtapaluca, (Carretera San Vicente-Coatepec (4 Km antes de Coatepec)	2,298	N 19° 23' 42" W 98° 52' 06"
56	Estado de México.	Ixtapaluca, (Carretera San Vicente-Coatepec (2 Km antes de Coatepec)	2,366	N 19° 23' 13" W 98° 51' 26"
57	Estado de México.	Ixtapaluca, (A orillas de Coatepec (Rumbo al panteón).	2,453	N 19° 22' 46" W 98° 50' 24"
58	Estado de México.	Ixtapaluca.	2,487	N 19° 22' 43" W 98° 49' 56"
59	Estado de México.	Ixtapaluca, (Adelante del panteón rumbo a la mina).	2,568	N 19° 22' 07" W 98° 48' 49"
60	Estado de México.	Ixtapaluca, (A un lado de la mina de Coatepec).	2,635	N 19° 22' 01" W 98° 48' 04"
61	Estado de México.	Texcoco, (Terracería Coatepec-Coatlinchán).	2,299	N 19° 25' 43" W 98° 52' 22"
62	Estado de México.	Texcoco, (Ejidos de Coatlinchán).	2,423	N 19° 26' 29" W 98° 50' 40"
63	Estado de México.	Texcoco.	2,394	N 19° 26' 35" W 98° 50' 40"
64	Estado de México.	Texcoco.	2,351	N 19° 26' 51" W 98° 51' 22"
65	Estado de México.	Texcoco.	2,404	N 19° 26' 49" W 98° 50' 48"
66	Estado de México.	Texcoco.	2,423	N 19° 26' 47" W 98° 50' 26"
67	Tlaxcala.	Carretera Apan – Calpulalpan.	2,220	N 19°35' W98°26'
68	Tlaxcala.	Caseta arco norte de Calpulalpan.	2,200	N 19°34' W98°27'
69	Tlaxcala.	Francisco Villa.	2,533	N 19° 36' W 98° 28'
70	Estado de México.	Texcoco, (Chapingo).	2,240	N 19° 35' W 98° 34'
71	Tlaxcala.	Terrenate, (El Pilarcon).	3,140	N 19° 30' 65" W 97° 53' 47"
72	Tlaxcala.	Terrenate, (El Rincón).	2,836	N 19° 29' 27" W 97° 54' 41"
73	Tlaxcala.	Terrenate.	2,682	N 19° 28' 38" W 97° 55' 11"
74	Tlaxcala.	Terrenate, (Nicolás Bravo).	2,517	N 19° 25' 24" W 97° 57' 99"

75	Tlaxcala.	Terrenate.	2,500	N 19°25 ' 38" W 97°54'11"
76	Tlaxcala.	Terrenate.	2,506	N 19°24 ' 38" W 97°53'11"
77	Tlaxcala.	Cuapiaxtla, (La Rascona).	2,480	N 19° 20' 53" W 97° 56' 29"
78	Tlaxcala.	Huamantla, (Tamaris).	2,392	N 19° 16' 43" W 97° 49' 51"
79	Tlaxcala.	Iztenco, (Rumbo a Velazco).	2,568	N 19° 16' 84" W 97° 55' 54"
80	Tlaxcala.	Iztenco, (Entre Huitzingo e Iztenco).	2,560	N 19° 20' 57" W 97° 58' 78"
81	Tlaxcala.	Tocatlan, (Entrada a Tezcalco).	2,550	N 19° 22' 18" W 98° 01' 46"
82	Tlaxcala.	Apizaco, (Apizaco Oriente).	2,395	N 19° 23' 25" W 98° 07' 41"
83	Tlaxcala.	Xaltocan, (oriente).	2,474	N 19° 25' 92" W 98° 12' 33"
84	Tlaxcala.	Xaltocan, (Norte).	2,496	N 19° 27' 92" W 98° 11' 66"
85	Tlaxcala.	Muñoz de Domingo Arenas.	2,476	N 19° 29' 75" W 98° 13' 81"
86	Tlaxcala.	San Lucas Tecopilco.	2,633	N 19° 28' 50" W 98° 18' 75"
87	Tlaxcala.	Tlaxco, (San Andrés Buenavista).	2,543	N 19° 28' 50" W 98° 18' 75"
88	Tlaxcala.	Tlaxco, (Rancho San Agustín).	2,519	N 19° 35' 81" W 98° 20' 54"
89	Tlaxcala.	La Luz.	2,525	N 19° 34' 41" W 98° 22' 15"
90	Tlaxcala.	Benito Juárez, (Oriente).	2,541	N 19° 34' 85" W 98° 25' 06"
91	Tlaxcala.	Benito Juárez, (Poniente).	2,548	N 19° 25' 03" W 98° 26' 36"
92	Tlaxcala.	Zotolúa, (Zotolúa a Cárdenas).	2,520	N 19° 25' 03" W 98° 26' 36"
93	Tlaxcala.	San Felipe Zoltepec.	2,613	N 19° 35' 63" W 98° 36' 23"
94	Tlaxcala.	Huamantla.	2,497	N 19° 19' 32" W 97° 54' 97"
95	Tlaxcala.	Zotolúca'.	2,522	N 19.526111 W -98.081389
96	Tlaxcala.	Españita.	2,640	N 19.461389 W -98.423056
97	Tlaxcala.	Francisco I. Madero.	2,652	N 19° 31' W 98° 29'
98	Tlaxcala.	Hueyotlipan.	2,560	N 19° 36' W 98° 28'
99	Estado de México.	Sanctórum.	2,740	N 19.492500 W -98.471944
100	Estado de México.	Jocotitlán.	2,720	N 19° 47' W 99° 46'
101	Estado de México.	Jocotitlán.	2,720	N 19° 47' W 99° 46'
102	Estado de México.	Jocotitlán.	2,720	N 19° 47' W 99° 46'
103	Estado de México.	Jocotitlán.	2,720	N 19° 47' W 99° 46'
104	Estado de México.	Juchitpec (Los cascabeles).	2,715	N 19° 49' W 99° 47'
105	Tlaxcala.	Sanctórum.	2,650	N 19.492500 W -98.471944
106	Tlaxcala.	Hueyotlipan.	2,589	N 19° 30' W 98° 25'
107	Tlaxcala.	Francisco I. Madero.	2,652	N 19° 31' W 98° 29'
108	Tlaxcala.	Españita.	2,640	N 19.461389 W -98.423056
109	Estado de México.	Chalco.	2,550	N 19° 09' W 90° 58'
110	Estado de México.	Juchitepec (Los cascabeles).	2,715	N 19° 10' W 98° 65'
111	Tlaxcala.	Tlaxcala (Malinche).	2,895	N 19° 18' W 98° 02'
112	Tlaxcala.	Sanctorum.	2,650	N 19.492500 W -98.471944
113	Tlaxcala.	Nanacamilpa, (El llano).	2,700	N 19.492500 W -98.535278
114	Tlaxcala.	Tollocan, (El llano).	2,700	N 19.49250 W -98.535279

Cuadro 2. Sitios de colecta de hojas de trigo. Ciclo P-V/2011.

No.	Estado	Localidad	Altitud	Coordenadas
1	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,515	N 19° 39' 41" W 98° 21' 07"
2	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,525	N 19° 40' 06" W 98° 22' 28"
3	Estado de México.	Ayapango.	2,448	N 19° 07' 42" W 98° 48' 46"
4	Estado de México.	Amecameca.	2,416	N 19° 08' 5" W 98° 50' 2"
5	Estado de México.	Tenango,	2,392	N 19° 09' 8" W 98° 51' 7"
6	Estado de México.	Juchitepec de Mariano Rivapalacio.	2,489	N 19° 07' 30" W 98° 52' 25"
7	Tlaxcala.	Terrenate.	3,142	N 19° 30' 65" W 97° 53' 47"
8	Tlaxcala.	Terrenate.	2,836	N 19° 29' 27" W 97° 54' 41"
9	Tlaxcala.	Terrenate.	2,682	N 19° 28' 38" W 97° 55' 11"
10	Tlaxcala.	Terrenate.	2,500	N 19° 25' 38" W 97° 54' 11"
11	Tlaxcala.	Terrenate.	2,506	N 19° 24' 38" W 97° 53' 11"
12	Tlaxcala.	Cuapiaxtla.	2,480	N 19° 20' 53" W 97° 56' 29"
13	Tlaxcala.	Iztenco.	2,560	N 19° 20' 57" W 97° 58' 78"
14	Tlaxcala.	Tocatlan.	2,550	N 19° 22' 18" W 98° 01' 46"
15	Tlaxcala.	Apizaco.	2,395	N 19° 23' 25" W 98° 07' 41"
16	Tlaxcala.	Xaltocan.	2,474	N 19° 25' 92" W 98° 12' 33"
17	Tlaxcala.	Muñoz.	2,534	N 19° 32' 47" W 98° 16' 51"
18	Tlaxcala.	Muñoz.	2,539	N 19° 33' 2" W 98° 16' 50"
19	Tlaxcala.	Muñoz.	2,536	N 19.55461 W 98.27983
20	Tlaxcala.	Yauhquemecan.	2,476	N 19° 26' 56" W 98° 10' 14"
21	Tlaxcala.	San Francisco Atexcatzinco.	2,487	N 19° 27' 35" W 98° 11' 2"
22	Tlaxcala.	Muñoz de Domingo Arenas.	2,516	N 19° 28' 2" W 98° 11' 51"
23	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,524	N 19° 39' 34" W 98° 21' 03"
24	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,667	W 98° 10' 70" N 19° 64' 77"
25	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,683	W 98.09° 98" N 19° 66' 94"
26	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,560	N 19° 36' 46" W 98° 11' 56"
27	Tlaxcala.	Hueyotlipan.	2,583	N 19° 31' 41" W 98° 21' 24"
28	Tlaxcala.	Hueyotlipan.	2,538	N 19° 32' 43" W 98° 21' 12"
29	Tlaxcala.	Hueyotlipan.	2,529	N 19° 33' 22" W 98° 21' 38"
30	Estado de México.	Juchitepec.	2,785	N 19° 05' 34" W 98° 55' 33"
31	Estado de México.	Amecameca.	2,346	N 19° 02' 35" W 98° 47' 56"
32	Estado de México.	Texcoco.	2,394	N 19° 26' 35" W 98° 50' 40"
33	Estado de México.	Texcoco.	2,351	N 19° 26' 51" W 98° 51' 22"
34	Estado de México.	Texcoco.	2,404	N 19° 26' 49" W 98° 50' 48"
35	Tlaxcala.	Huamantla.	2,392	N 19° 16' 43" W 97° 49' 51"
36	Tlaxcala.	Iztenco.	2,568	N 19° 16' 84" W 97° 55' 54"
37	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,543	N 19° 28' 50" W 98° 18' 75"
38	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,519	N 19° 35' 81" W 98° 20' 54"
39	Tlaxcala.	Tlaxcala.	2,525	N 19° 34' 41" W 98° 22' 15"
40	Estado de México.	Texcoco.	2,299	N 19° 25' 43" W 98° 52' 22"
41	Estado de México.	Texcoco.	2,423	N 19° 26' 29" W 98° 50' 40"
42	Estado de México.	Texcoco.	2,394	N 19° 26' 35" W 98° 50' 40"
43	Tlaxcala.	Muñoz.	2,511	N 19° 29' 07" W 98° 13' 13"
44	Tlaxcala.	Muñoz.	2,499	N 19° 31' 32" W 98° 15' 43"
45	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,553	N 19° 36' 33" W 98° 11' 28"
46	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,531	N 19° 36' 11" W 98° 09' 11"
47	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,528	N 19° 35' 35" W 98° 08' 12"
48	Tlaxcala.	Benito Juárez.	2,533	N 19° 34' 12" W 98° 23' 29"
49	Tlaxcala.	Benito Juárez.	2,535	N 19° 34' 40" W 98° 24' 38"
50	Tlaxcala.	Tlaxco.	2,523	N 19° 37' 57" W 98° 19' 56"
51	Tlaxcala.	Xalostoc.	2,607	N 19° 21' 44" W 98° 02' 37"
52	Tlaxcala.	Huamantla.	2,802	N 19° 18' W 98° 02'
53	Tlaxcala.	Nanacamilpa.	2,823	N 19° 29' W 98° 33'

54	Tlaxcala.	Sanctorum.	2,650	N 19° 31' W 98° 29'
55	Estado de México.	Temamatla.	2,272	N 19° 12' 35" W 98° 52' 7"
56	Estado de México.	Ixtapaluca.	2,298	N 19° 23' 42" W 98° 52' 06"
57	Estado de México.	Ixtapaluca.	2,366	N 19° 23' 13" W 98° 51' 26"
58	Estado de México.	Ixtapaluca.	2,453	N 19° 22' 46" W 98° 50' 24"
59	Xaltocan, Tlaxcala.	Muñoz de Domingo Arenas.	2,496	N 19° 27' 92" W 98° 11' 66"
60	Tlaxcala.	Tlaxcala.	2,476	N 19° 29' 75" W 98° 13' 81"
61	Tlaxcala.	San Lucas Tecopilco.	2,633	N 19° 28' 50" W 98° 18' 75"
62	Tlaxcala.	Benito Juárez.	2,541	N 19° 34' 85" W 98° 25' 06"
63	Tlaxcala.	Benito Juárez.	2,548	N 19° 25' 03" W 98° 26' 36"
64	Tlaxcala.	Zotoluca.	2,520	N 19° 25' 03" W 98° 26' 36"
65	Tlaxcala.	San Felipe Zoltepec.	2,613	N 19° 35' 63" W 98° 36' 23"
66	Tlaxcala.	Huamantla.	2,497	N 19° 19' 32" W 97° 54' 97"
67	Puebla.	Cuyuaco.	2,420	N 19° 31' W 97° 30'
68	Estado de México.	Tenango del aire.	2,428	N 19° 07' W 98° 49'
69	Tlaxcala.	Atlangatepec.	2,500	N 19° 35' W 98° 10'
70	Tlaxcala.	Soltepec.	2,480	N 19° 39' W 98° 20'
71	Estado de México.	Tenango del aire.	2,380	N 19° 15' W 98° 55'
72	Estado de México.	Juchitepec.	2,530	N 19° 05' W 98° 52'
73	Puebla.	Cuyuaco.	2,420	N 19° 31' W 97° 30'
74	Puebla.	Acajete.	2,461	19° 07' 98° 46'
75	Puebla.	Acajete, (El Texal).	2,480	N 19.125000 W-97.986111
76	Tlaxcala.	Terrenate.	2,680	N 19° 28' W 97° 55'
77	Tlaxcala.	Teacalco.	2,600	N 19° 21' W 98° 02'
78	Tlaxcala.	Terrenate, (Nicolás Bravo).	2,600	N 19° 21' W 98° 02'
79	Tlaxcala.	Atlangatepec.	2,500	N 19° 35' W 98° 20'
80	Tlaxcala.	Nanacamilpa.	2,811	N 19° 29' W 98° 33'
81	Tlaxcala.	Nanacamilpa.	2,811	N 19° 29' W 98° 33'
82	Oaxaca.	Tepelmeme.	1,996	N 17° 50' W 97° 22'
83	Oaxaca.	San Andrés Sinaxtla.	2,062	N 17° 27' 58" W 97° 16' 03"
84	Oaxaca.	San Andrés Sinaxtla.	2,062	N 17° 27' 58" W 97° 16' 03"
85	Oaxaca.	San Andrés Sinaxtla.	2,062	N 17° 27' 58" W 97° 16' 03"
86	Oaxaca.	San Andrés Sinaxtla.	2,062	N 17° 27' 58" W 97° 16' 03"

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Enfermedades foliares asociados al trigo.

4.1.1 *Septoria nodorum* Berk.

Los picnidios se observaron dentro del tejido foliar, aunque el ostiolo se observó en muchas de las veces expuesta, los picnidios inmaduros eran gelatinosos y conforme fue madurando (Figura 1), éstas también se fueron haciendo más duros. Se observaron conidios cortos, gruesos y rectos, con una coloración hialina, presentaron de una a tres septas bien diferenciados, tal como lo menciona Zyllinsky (1984). (Figura 2).

Las muestras con *Septoria nodorum* presentaron manchas de color café-amarillento, que avanzó progresivamente junto con el crecimiento de los picnidios que presentaron coloraciones de café claro a oscuro, dependiendo de su estado de desarrollo; las manchas fueron avanzando progresivamente, afectando gran parte de la muestra colocada, tal como lo menciona Zyllinsky (1984).

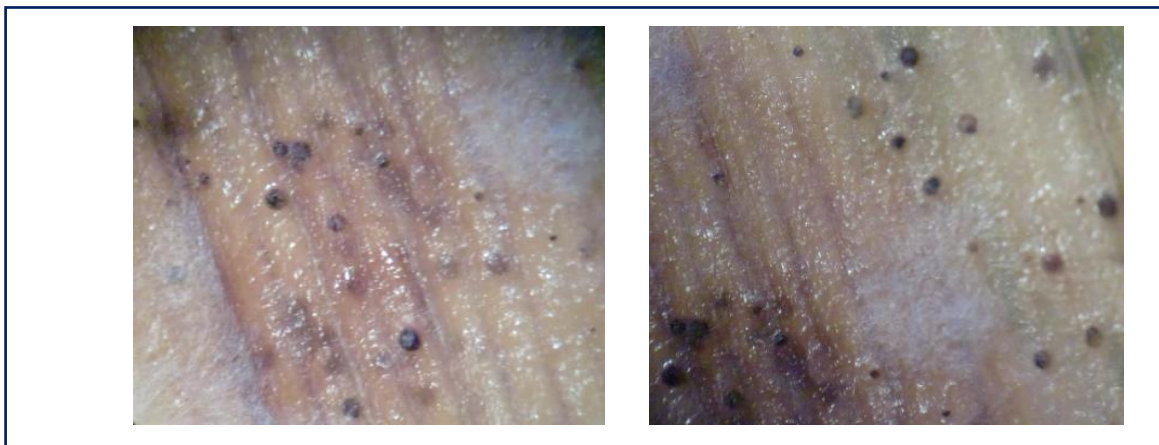


Figura 1. Picnidios de *Septoria nodorum* en hoja de trigo.

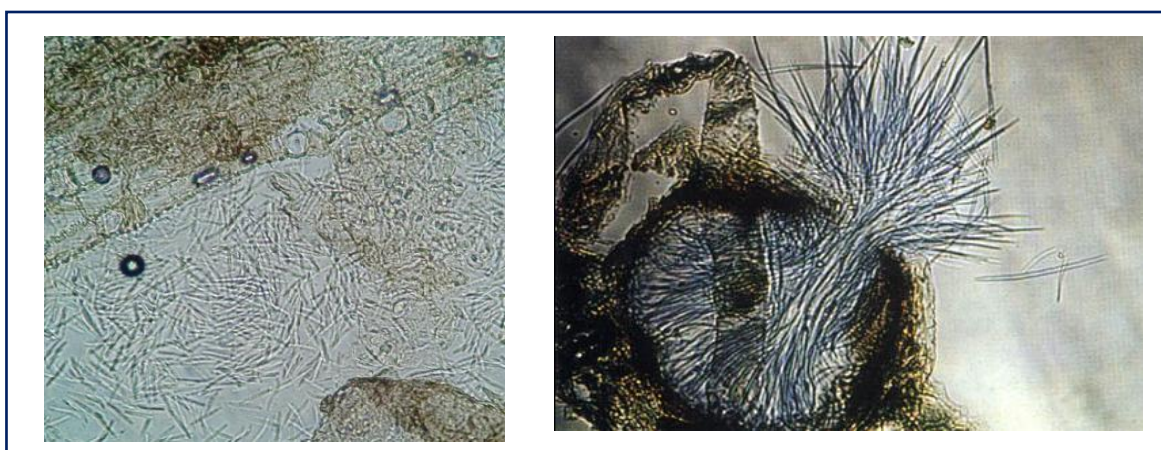


Figura 2. Conidios de *Septoria nodorum*.

4.1.2 *Septoria tritici* Rob.

Los síntomas en las muestras de hoja colocada fueron manchas pequeñas, irregulares de color café-rojizo, que en muchas de las ocasiones se encontraba restringida a las nervaduras de la hoja, las manchas finalmente se juntaron formando una necrosis completa afectando gran parte del tejido foliar (Figura 3).

Los picnidios de *Septoria tritici*, se desarrollaron dentro del tejido foliar, sin embargo al madurar emergieron a la superficie de la hoja, y se observó un exudado de masas de conidios, conocidos como cirrus (Figura 4); estas fueron de color blanco grisáceo, que al observarlos al microscopio, los conidios eran alargadas, y se rompían fácilmente al manipularlos, presentaban de tres a siete septas poco notorias, su coloración fue blanco-grisáceo (Figura 5) ligeramente más claro que cuándo se observó en la masa de cirrus, tal como lo menciona Zyllinsky (1984).



Figura 3. Manchas causadas por *Septoria tritici* en hoja de trigo.



Figura 4. Picnidios de *Septoria tritici* en hoja de trigo.

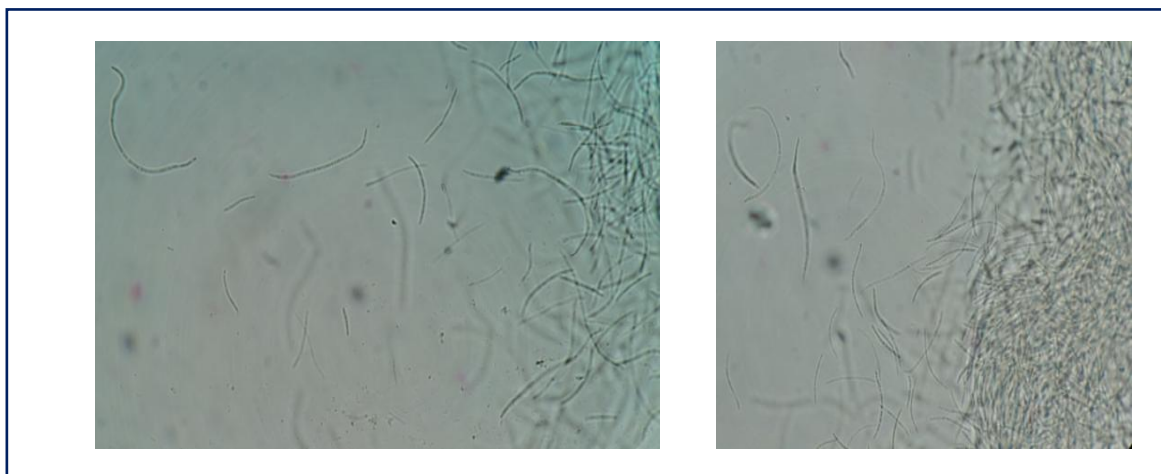


Figura 5. Conidios de *Septoria tritici*.

4.1.3 *Helminthosporium sativum* Pammel, King y Bakke.

La mancha en la hoja se observó con una coloración café-amarillenta y además se vio que el hongo en un inicio se desarrolló en las venas de las hojas. Los conidióforos se desarrollan individualmente o en grupos formando colonias muy cerradas en algunas muestras (Figura 6), se observaron erectos no ramificados y presentaron varias septas, tal como menciona (Zyllinsky, 1984), también se observó que los conidióforos son ligeramente más delgadas en su parte media, con las septas perfectamente delimitadas, y con un color café olivo (Figura 7). Los conidios presentaron una coloración café-claro, adelgazados hacia su punta, ligeramente curvos con paredes lisas, se observó una cicatriz basal prominente con tres a nueve septas, tal como lo menciona (Zyllinsky, 1984). Además se observó que la punta es perfectamente redondeada y no todos los conidios fueron curvados, algunos no presentaron esta última característica.

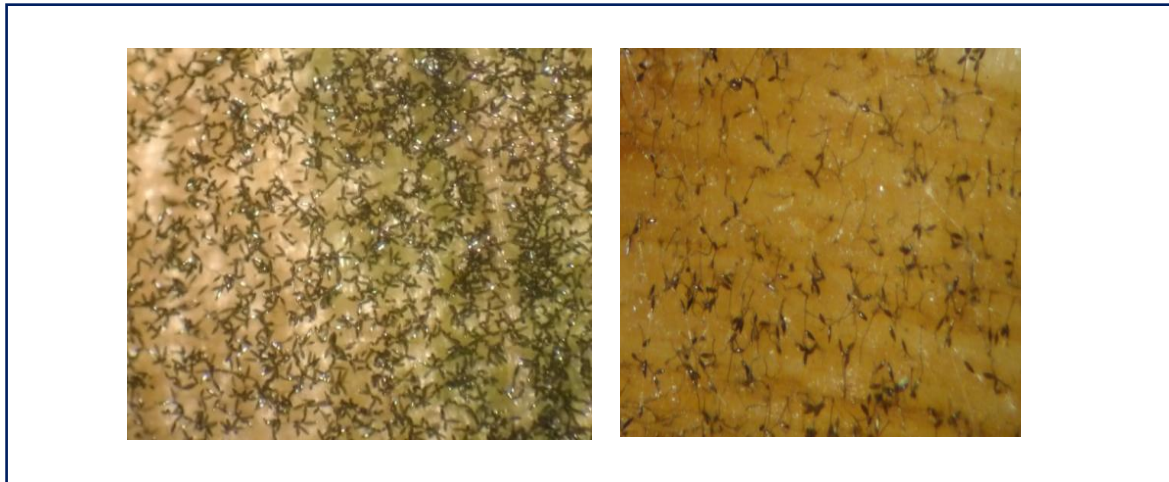


Figura 6. Colonias de *Helminthosporium sativum* en hoja de trigo.



Figura 7. Conidios de *Helminthosporium sativum*.

4.1.4 *Helminthosporium spiciferum* Bainier.

Los conidios observados de *Helminthosporium spiciferum*, fueron de menor tamaño a los que se encontraron de *H. sativum*; presentaron conidios redondeados, ligeramente más puntiagudo en la parte apical de la misma (Figura 9); con una coloración café-claro, con tres a cuatro septas; los conidióforos fueron muchas veces mas alargados que los

conidios, por lo que las colonias se observaron poco cerradas. Las manchas en las muestras de hoja fueron de color café claro a café grisáceo, de forma irregular y esparcida en toda la hoja. Tal como lo menciona (Zyllinsky, 1984). (Figura 8).



Figura 8. Colonias de *Helminthosporium spiciferum* en hoja de trigo.

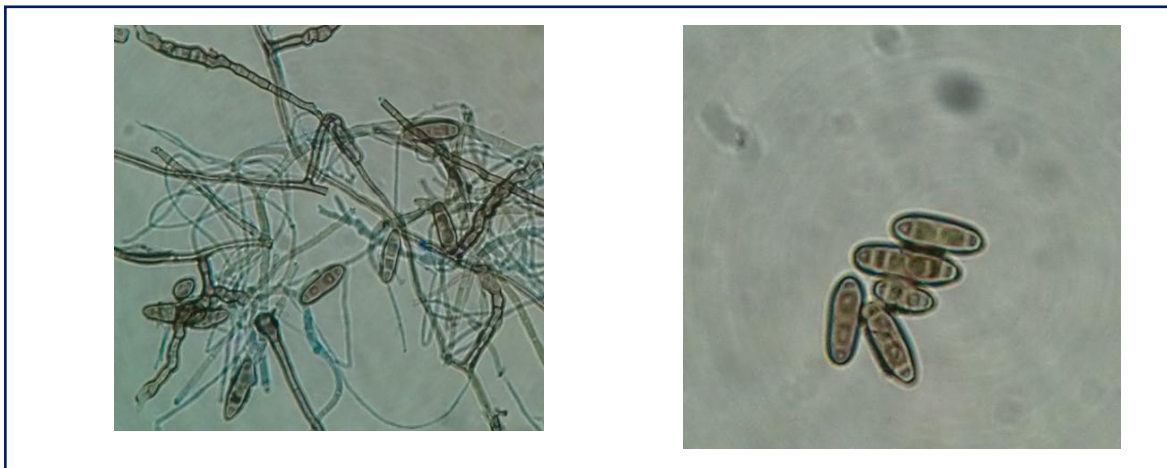


Figura 9. Conidios de *Helminthosporium spiciferum*.

4.1.5 *Leptosphaeria nodorum* Müll.

Las estructuras de fructificación fueron oscuras desde su aparición y los cuellos de los peritecios sobresalen a través de la epidermis (Figura 10). Las ascosporas fueron ligeramente curvadas, de color gris claro con cuatro células, las dos células terminales

se adelgazan y terminan en extremos redondeados; estas características son iguales a las mencionadas por Zyllinsky, 1984 (Figura 11).



Figura 10. Peritecios oscuros de *Leptosphaeria nodorum* en hoja de trigo.

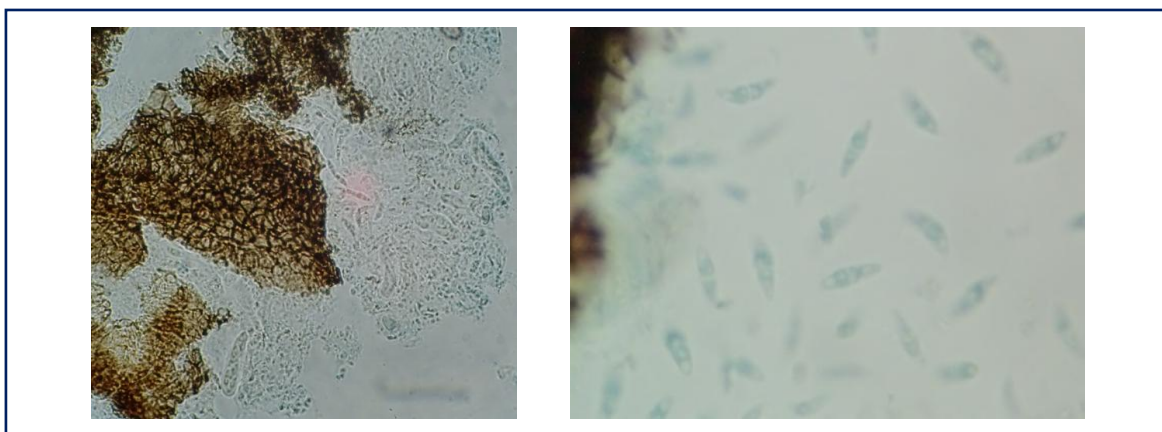


Figura 11. Conidios de *Leptosphaeria nodorum*.

4.1.6 *Alternaria* Nees.

Se desarrollo abundantemente el hongo en las cámaras húmedas en laboratorio, sin embargo se observó que no ocasiona ninguna mancha en la hoja, hasta que la enfermedad está muy avanzada, en un inicio presentó micelio de color blanco que posteriormente se fue oscureciendo (Figura 12).

Se observaron diferentes especies de *Alternaria*, todos presentan características similares; tienen forma de huevo u óvalo, y a menudo se ahúsan para formar un pico en el ápice, con paredes lisas o ligeramente rugosas, varias septas transversales y longitudinales u oblicuas, como lo menciona Zyllinsky, 1984 (Figura 13).



Figura 12. Colonias de *Alternaria* sp en hoja de trigo.

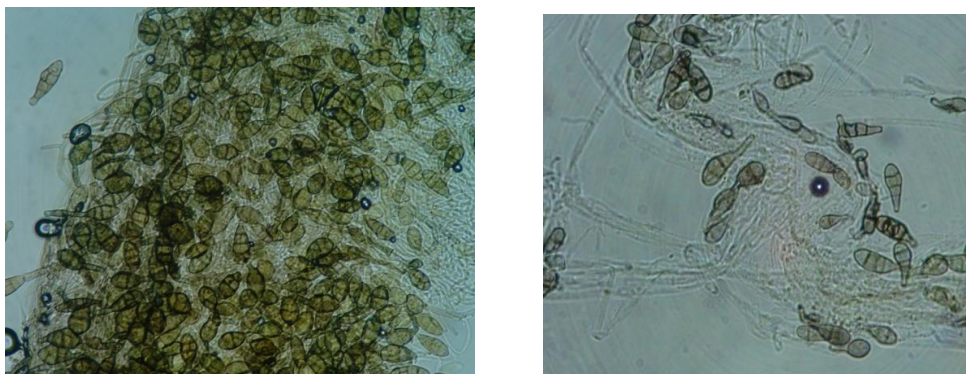


Figura 13. Conidios de *Alternaria* sp.

4.1.7 *Phoma* spp.

Se presentó con picnidios oscuros, globosos, ostiolados tal como lo menciona (Wiese, 1987), los picnidios fueron oscuros y esféricos, algunos picnidios se encontraron inmersos en el tejido hospedante o desarrollarse superficialmente (Figura 14); los conidios son de forma ovoide o alargadas, unicelulares y subhialinas (Zyllinsky, 1984), en el laboratorio se observaron conidios hialinos y de forma ovoide (Figura 15), los picnidios se desarrollaron superficialmente, causó manchas alargadas en las muestras de hoja, de color café-amarillento.



Figura 14. Picnidios de *Phoma* spp., desarrollándose en hoja de trigo.

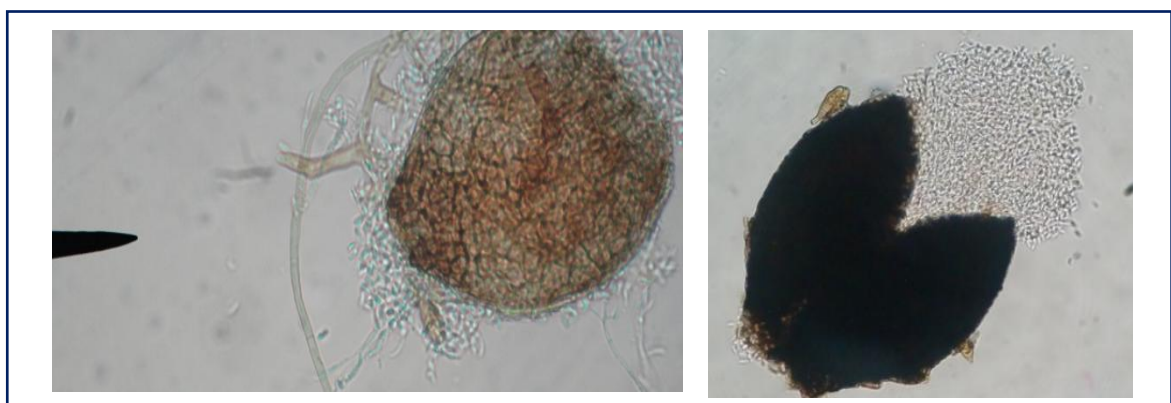


Figura 15. Picnidio y conidios de *Phoma* spp.

4.1.8 *Epicoccum nigrum* Link.

La colonia creció con una coloración de café oscuro a negro (Figura 16). Las estructuras fructíferas crecieron en grupos pequeños, compuestos de esporas negras que se desarrollan a partir de esporodoquio. Los conidióforos fueron compactos, muy cortos, lisos y produjeron una sola espora terminal. Los conidios maduros fueron de colores café obscuro a negro, globosos o ligeramente angulares e irregularmente septados. Las septas a menudo se encontraban ocultas por la gruesa y rugosa pared de la espora, que parece estar cubierta por protuberancias cortas y romas similar a lo que mencionan (Warham *et al.*, 1998 y Zyllinsky, 1984) (Figura 17).

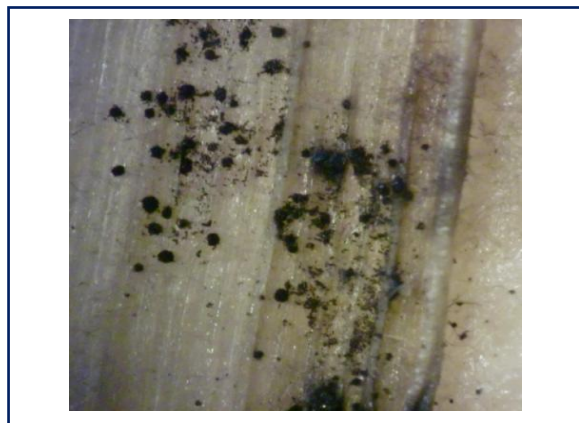


Figura 16. Colonias de *Epicoccum nigrum*, en hoja de trigo.

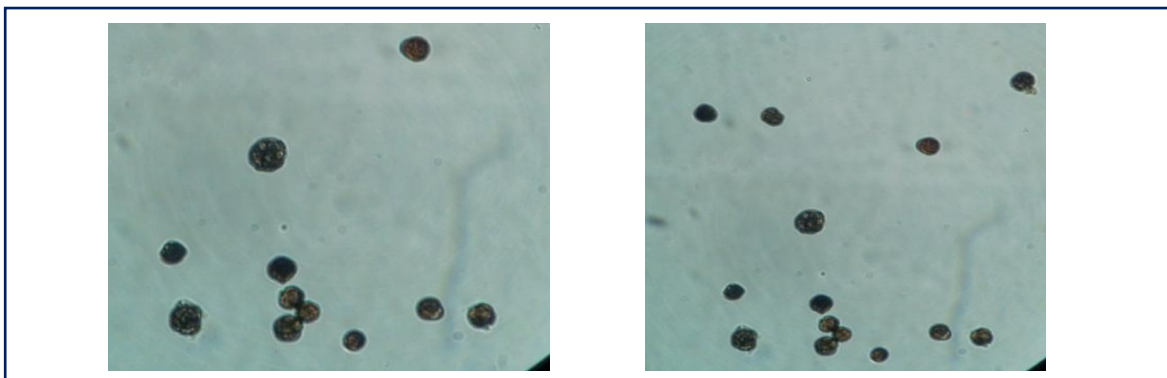


Figura 17. Conidios de *Epicoccum nigrum*.

4.1.9 *Sordaria* Ces. Y Not.

Este hongo saprófito presentó grandes ascocarpos esféricos negros que exudaron ascosporas negras brillantes. Los peritecios son grandes, negros y esféricos, presentando un cuello cilíndrico y unos cuantos vellos hialinos (Figura 18). Las ascas son cilíndricas, con un pedicelo corto y tiene ocho ascosporas; estas últimas son de color verde oscuro a negro brillante, en forma de limón, tal como lo menciona Warham, 1998 (Figura 19).



Figura 18. Peritecios de *Sordaria* spp., en hoja de trigo.

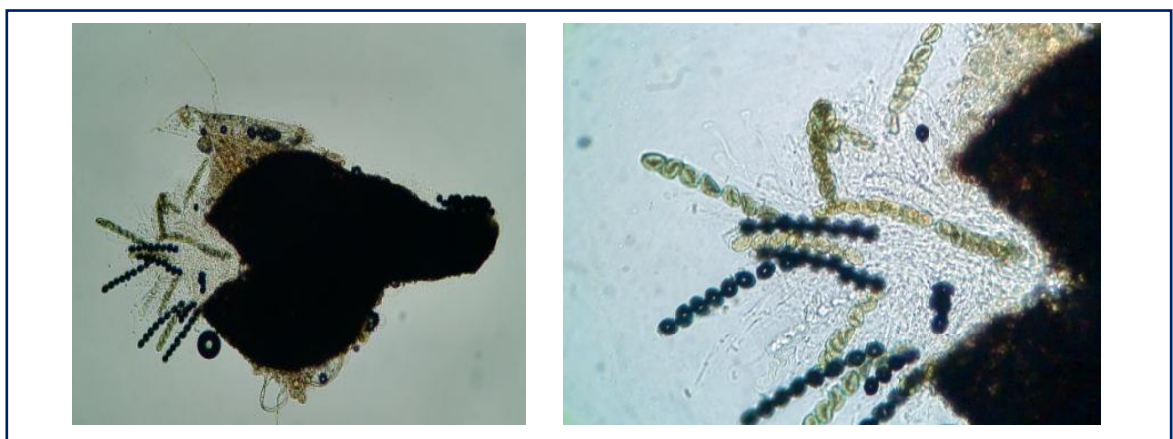


Figura 19. Ascas y ascosporas de *Sordaria* spp.

4.1.10 *Pleospora* Rabenh.

Presentó pseudotecios diseminados en pequeñas áreas necróticas, sus ascosporas varían en tamaño como lo menciona Zyllinsky, 1984; pero la mayoría es oval alargado, el género encontrado no presenta coloración hialina pero si una coloración ligeramente oscura (Figura 20); la mayoría de las ascosporas presentaron septas transversales, sin embargo no todas presentaron septas longitudinales contrario a lo que dice Zyllinsky, 1984. Las ascosporas presentaron de dos a seis septas, observándose perfectamente delimitados (Figura 21).



Figura 20. Pseudotecios de *Pleospora* spp., en hoja de trigo.

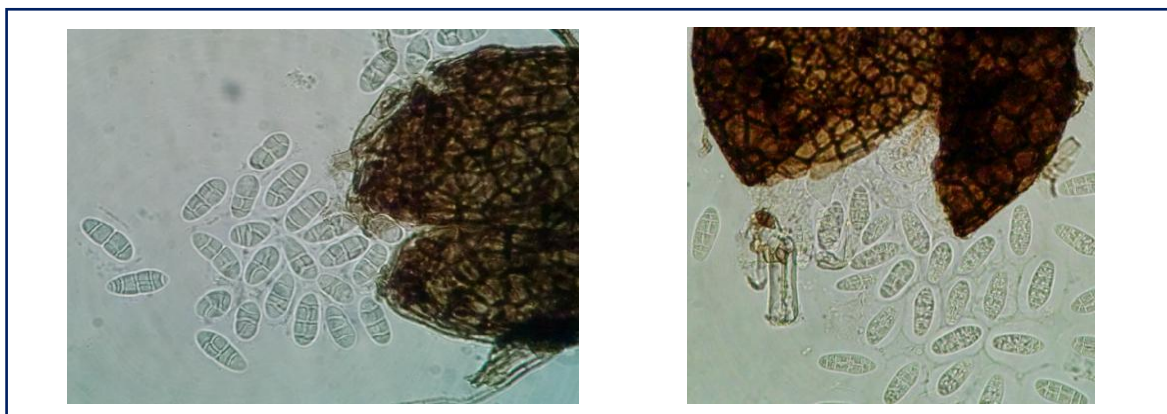


Figura 21. Ascosporas de *Pleospora* spp., con septas transversales y longitudinales.

4.1.11 *Rhizopus* Ehrenb.

El hongo saprófito *Rhizopus* sp; presentó largos esporangióforos, que en sus puntas formaron esporangios esféricos pequeños, con una coloración grisácea similar a lo mencionado por Agrios, 1978.

Las esporas de *Rhizopus* se observaron unicelulares, de color claro, y pegadas en los esporangios, que al ser manipuladas se desprendieron con facilidad.

Se encontró en pocas muestras, por lo que se deduce que no es un saprofito de importancia en los cultivos de trigo. Las manchas causadas por *Rhizopus* en las muestras fueron de color café rojizo desarrollándose con mayor rapidez sobre las nervaduras de la hoja.

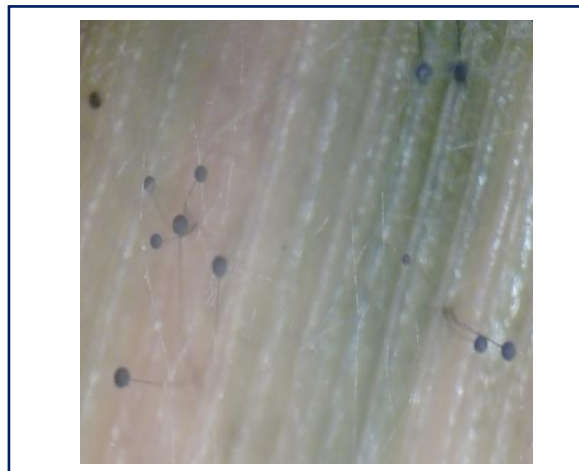


Figura 22. Colonias de *Rhizopus* sp., en hoja de trigo.

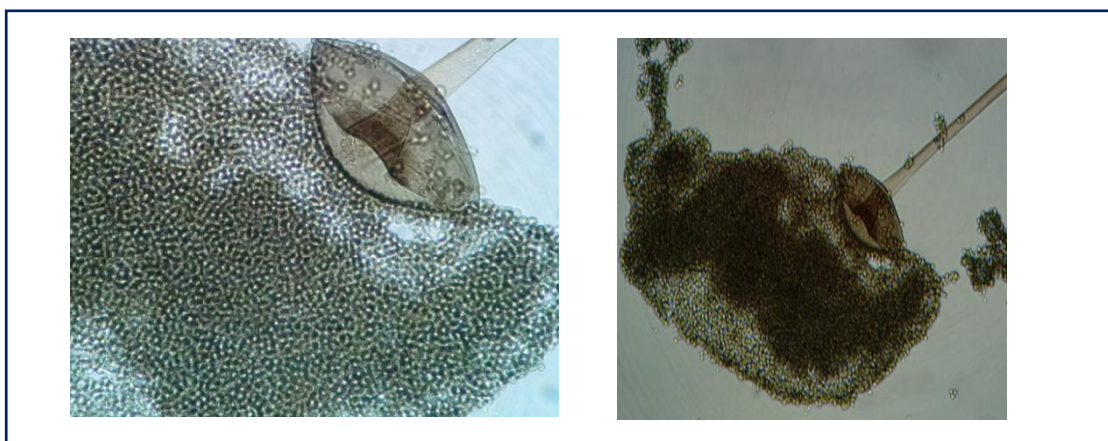


Figura 23. Esporangióforos y esporas de *Rhizopus* sp.

4.1.12 *Nigrospora* Zimm.

La colonia de *Nigrospora* sp; se presentó inicialmente de color claro, en los cultivos más viejos las hifas se oscurecieron y las colonias se comenzaron a ver de color oscuro completamente (Figura 24). Los conidióforos produjeron conidios de manera individual en la parte terminal, los conidios se observaron de color café oscuro a negro, esféricos y en forma de huevo (Figura 25), ligeramente más largos en el eje horizontal, producidos en conidióforos de color café pálido, muy cortos y con una protuberancia característica tal como lo menciona Warham, 1998.



Figura 24. Colonias de *Nigrospora* sp en hoja de trigo.

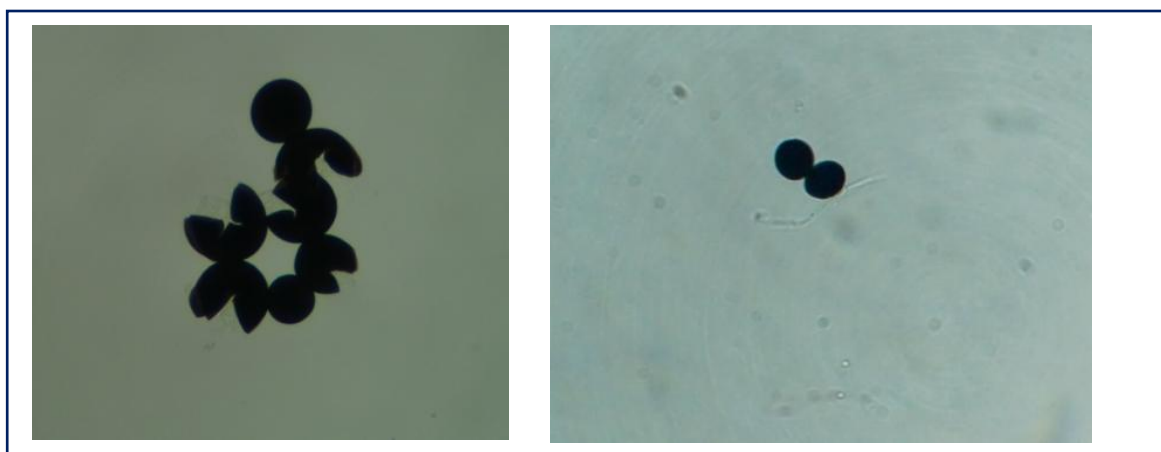


Figura 25. Conidios de *Nigrospora* sp.

4.1.13 *Chaetomium* Kunze.

El micelio de la colonia observada fue totalmente escaso, sin embargo se encontraron peritecios en la superficie de la hoja; los peritecios fueron esféricos alargados, con un ostiolo y una pared celular membranosa oscura cubierta por conspicuos vellos de diversos tipos (Figura 26). Presentó ascas hialinas generalmente en forma de garrote, las ascosporas fueron unicelulares y generalmente en forma de limón (Figura 27).

Las colonias de las especies de *Chaetomium* se reconocieron fácilmente por la presencia de peritecios con muchos vellos oscuros y tiesos tal como menciona Warham, 1998.

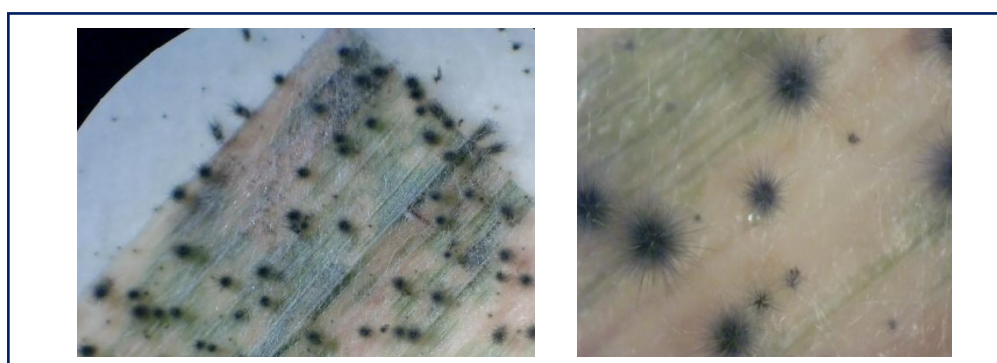


Figura 26. Peritecios de *Chaetomium* spp., en hoja de trigo.

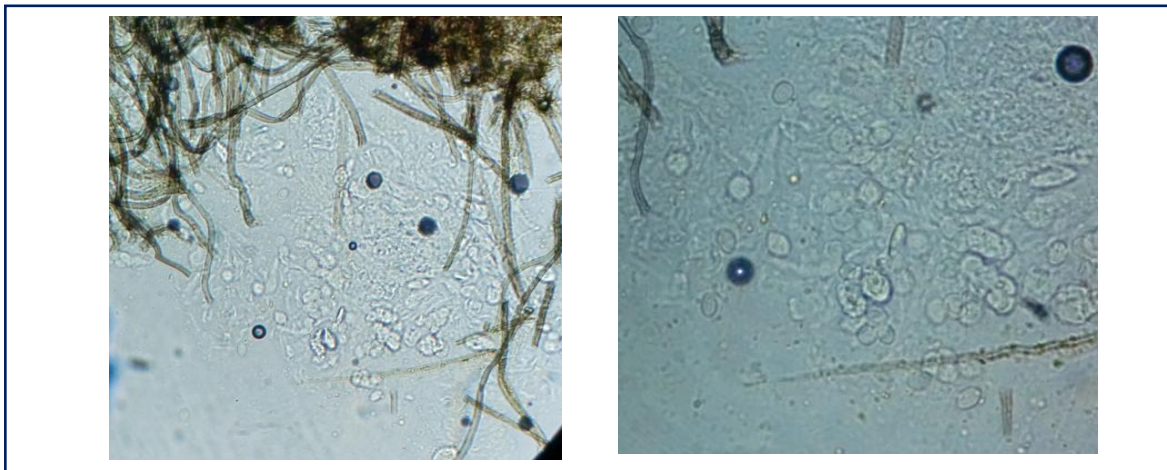


Figura 27. Ascosporas de *Chaetomium* spp.

4.1.14 *Curvularia* Boedijn.

La colonia en la hoja de trigo creció de color café algodonosa principalmente en la parte perimetral de la muestra (Figura 28). Las hifas se observaron ramificadas, septadas, incoloras o ligeramente cafésos.

Los conidióforos se observaron en grupos, en forma lateral o terminal, de color café, septados. Los conidios se observaron en el ápice ó a los lados del conidióforo.

Los conidios en su totalidad fueron curvos ensanchados en la parte media del conidio y estrechos en los extremos, la parte apical se observó ligeramente redondeados, presentaron tres ó más septas, tal como lo mencionan los autores (Mathur y Cunfer, 1993; Ríos, 1985; Romero, 1993; Smith *et al.*, 1992; Wiese, 1987; Warham *et al.*, 1998; Zyllinsky, 1984) (Figura 29).

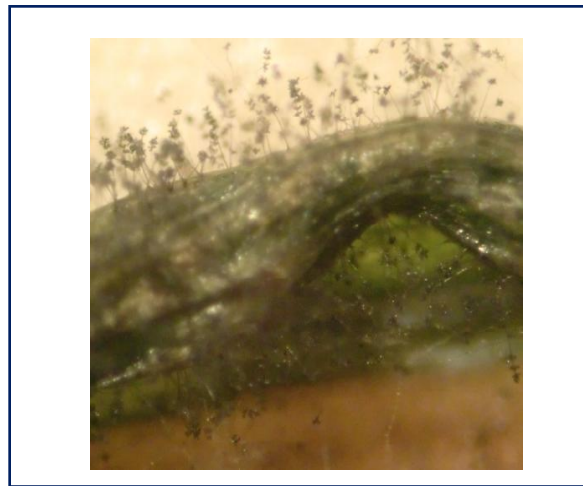


Figura 28. Colonias de *Curvularia* spp., en hoja de trigo.



Figura 29. Conidióforo y conidios de *Curvularia* spp.

4.1.15 *Stemphylium* Wallr.

La colonia creció muy rápido sin embargo no se desarrolló agresivamente como otros hongos saprófitos, de color gris y café claro, con aspecto algodonoso (Figura 30).

Los conidios se observaron ligeramente alargados, con septas transversales y longitudinales con extremos redondeados, fueron de color café oscuro a negro, se observó una superficie ligeramente rugosa muy similar a lo que menciona (Warham *et al.*, 1998; Zyllinsky, 1984) (Figura 31).

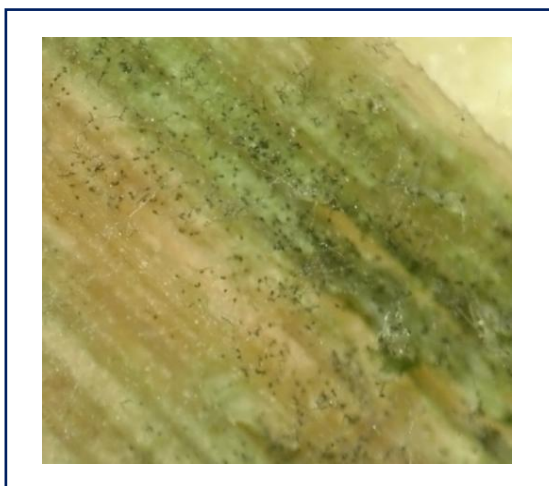


Figura 30. Colonia de *Stemphylium* spp.,



Figura 31. Conidios de *Stemphylium* spp.

4.2 Géneros y especies de hongos encontrados en trigo.

Para el ciclo P-V/2010 se identificaron 10 hongos diferentes, de los cuales se encontraron dos especies patógenas y ocho especies saprófitas. Para el ciclo P-V/2011 se identificaron en total 12 hongos, de los cuales cinco especies fueron patógenas y siete especies saprófitas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies de hongos identificados en trigo de temporal P-V/2010 y 2011.

	Hongo	Patógeno o saprófito	Ciclo encontrado
1	<i>Alternaria spp.</i>	Saprófito	2010 y 2011
2	<i>Curvularia spp.</i>	Saprófito	2011
3	<i>Chaetomium spp.</i>	Saprófito	2010
4	<i>Epicoccum nigrum.</i>	Saprófito	2010 y 2011
5	<i>Helminthosporium sativum.</i>	Patógeno	2010 y 2011
6	<i>Helminthosporium spiciferum.</i>	Patógeno	2011
7	<i>Leptosphaeria nodorum.</i>	Patógeno	2011
8	<i>Nigrospora spp.</i>	Saprófito	2010 y 2011
9	<i>Pleospora spp.</i>	Saprófito	2010 y 2011
10	<i>Phoma spp.</i>	Saprófito	2010 y 2011
11	<i>Rhizopus spp.</i>	Saprófito	2010
12	<i>Septoria nodorum.</i>	Patógeno	2010 y 2011
13	<i>Septoria tritici.</i>	Patógeno	2011
14	<i>Stemphylium spp.</i>	Saprófito	2011
15	<i>Sordaria spp.</i>	Saprófito	2010

4.3 Incidencia total de hongos encontrados. Ciclo P-V/2010 y 2011.

Al realizar la suma de incidencia de enfermedades foliares en dos ciclos de producción, se observó que el hongo de mayor incidencia en los dos años fue *Alternaria* sp con 32.9%, *Helminthosporium sativum* presentó un porcentaje total de 17.4%, *Epicoccum nigrum* se presentó en 10.7%, estadísticamente igual a las muestras sanas, en el caso de *Septoria tritici*, fue de 3.16%, mientras que *Septoria nodorum* se presentó con 4.8%.

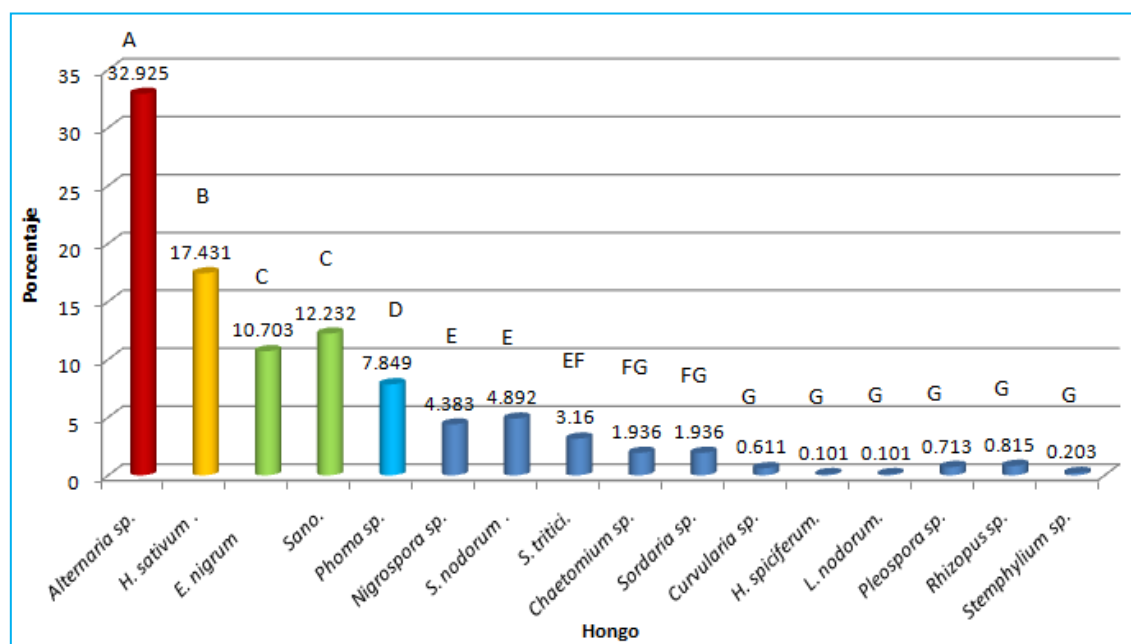


Figura 32. Incidencia total de hongos patógenos y saprófitos del ciclo P-V/2010 y P-V/2011.

4.4 Incidencia de hongos patógenos y saprófitos. Ciclo P-V/2010 y 2011.

Se encontró mayor cantidad de hongos en muestras de trigo de temporal del ciclo 2011, tanto saprófitos como patógenos, *Septoria tritici* fue uno de los hongos patógenos de mayor importancia que se presentó únicamente en el ciclo 2011; *Alternaria* sp, se presentó de manera importante en ambos ciclos de producción, sin embargo la incidencia en 2010 fue mayor con 39.01% y 26.3% en 2011.

Cuadro 4. Comparación de incidencias de hongos en ciclo P-V/2010 y 2011.

Hongo	2010	2011
<i>Alternaria</i> sp.	39.019	26.326
<i>Helminthosporium sativum</i> .	17.45	17.409
<i>Epicoccum nigrum</i> .	8.823	12.738
Sano.	10.392	14.225
<i>Phoma</i> sp.	2.745	13.375
<i>Nigrospora</i> sp.	4.705	4.033
<i>Septoria nodorum</i> .	7.45	2.123
<i>Septoria tritici</i> .	0	6.581
<i>Chaetomium</i> sp.	3.725	0
<i>Sordaria</i> sp.	3.725	0
<i>Curvularia</i> sp.	0	1.273
<i>Helminthosporium spiciferum</i> .	0	0.212
<i>Leptosphaeria nodorum</i> .	0	0.212
<i>Pleospora</i> sp.	0.392	1.061
<i>Rhizopus</i> sp.	1.565	0
<i>Stemphylium</i> sp.	0	0.424

4.5 Comparación de resultados de los ciclos P-V/2010 y 2011.

La figura 33, muestra claramente el comportamiento de las diferentes especies de hongos en los dos ciclos de producción estudiados; de manera general se puede observar que en 2010 se presentó menor incidencia de enfermedades que en 2011, probablemente sea debido a que 2010 fue un año con menor precipitación que 2011. La mayor frecuencia en los dos ciclos fue *Alternaria* sp con 39.01% en 2010 y 26.3% en 2011. El hongo patógeno *Helminthosporium sativum* se presentó con una incidencia similar en ambos ciclos de producción, con 17.45% en 2010 y 17.4% en 2011. En el caso de hojas sanas, se observó mayor porcentaje en 2011 con 14.2% y 10.3% en 2010. De las muestras analizadas, *Septoria tritici* no se presentó en 2010, y en 2011 se tuvo una incidencia de 6.5%. (Figura 33).

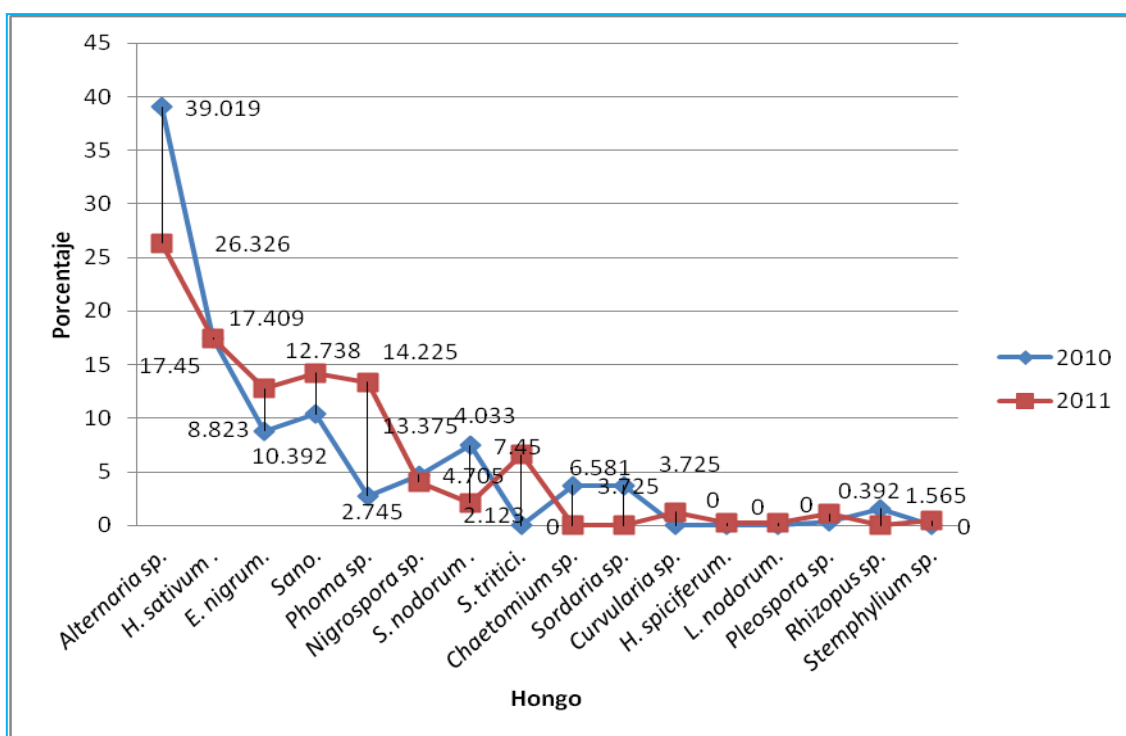


Figura 33. Comparación de especies de hongos en 2010 y 2011.

4.6 Frecuencia de hongos encontrados en trigo de temporal. Ciclo P-V/2010.

El acumulado total de muestras sanas en el ciclo P-V/2010 fue de 10.3%, el total de muestras con presencia de hongos patógenos fue de 24.9% y el total acumulado de muestras con hongos saprófitos fue de 64.6%; dentro del total de muestras con hongos patógenos, la de mayor frecuencia fue *Helminthosporium sativum* con 14.45% seguido por *Septoria nodorum* con 7.45%; en el caso de muestras con hongos saprófitos, la de mayor frecuencia fue *Alternaria* sp con 39.0%, seguido por *Epicoccum nigrum* con 8.823%, *Nigrospora* sp con 4.7%, *Sordaria* sp y *Chaetomium* sp con 3.7% en cada caso, *Phoma* sp con 2.7%, y en menor porcentaje *Rhizopus* sp y *Pleospora* sp. (Figura 34).

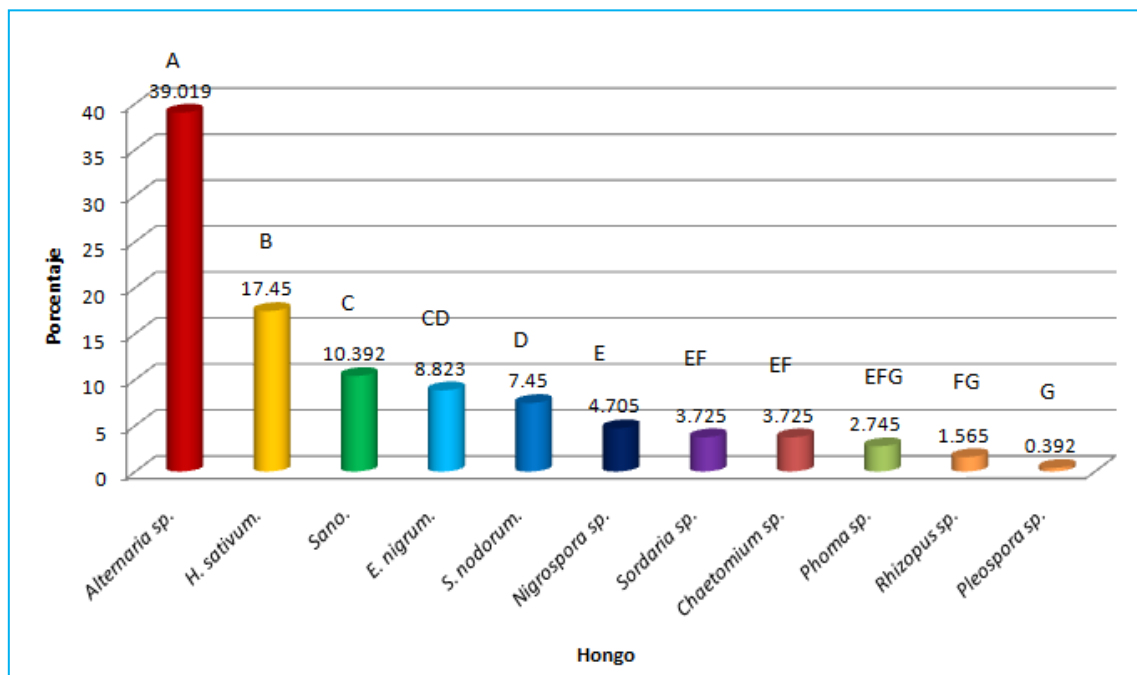


Figura 34. Frecuencia de hongos encontrados en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.

4.7 Frecuencia de hongos encontrados en trigo de temporal. Ciclo P-V/2011.

El porcentaje total de muestras sanas en el ciclo P-V/2011 fue de 14.2%, el total de muestras con hongos patógenos fue de 26.5%, en caso de hongos saprófitos fue de 59.23%; del total de hongos patógenos la de mayor frecuencia fue de *Helminthosporium sativum* con 17.4%, seguido por *Septoria tritici* con 6.5%, *Septoria nodorum* con 2.1%, *Leptosphaeria nodorum* y *Helminthosporium spiciferum* con 0.2% para cada uno; dentro del total de hongos saprófitos, la de mayor frecuencia fue *Alternaria* sp con 26.3%, seguido por *Phoma* sp con 13.3%, *Epicoccum nigrum* con 12.7%, *Nigrospora* sp con 4.033% entre otros hongos saprófitos con menor porcentaje (Figura 35).

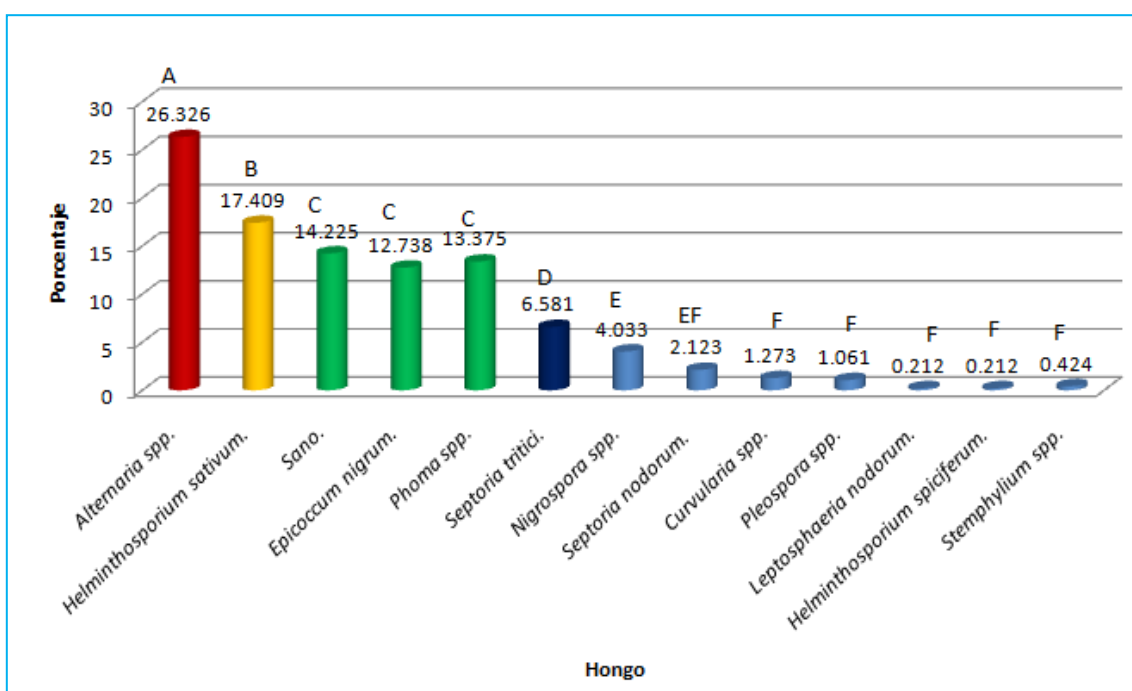


Figura 35. Frecuencia de hongos encontrados en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2011.

4.8 Frecuencia de hongos en tres diferentes altitudes. Ciclo P-V/2010.

4.8.1 Frecuencia de hongos encontrados en altitudes mayores a 2700 msnm.

En este rango de altitud, se tuvo una frecuencia de muestras sanas de 23.63%, un total de hongos patógenos de 19.98%, y de hongos saprófitos un total de 56.33%; del total de hongos patógenos, la de mayor frecuencia fue *Helminthosporium sativum*, seguido por *Septoria nodorum*; del total de hongos saprófitos, la de mayor frecuencia fue *Alternaria* sp, seguido por *Rhizopus* sp, *E. nigrum*, *Phoma* sp, *Nigrospora* sp y *Sordaria* sp.

De acuerdo al análisis estadístico Tukey con α 0.05%, se observó que *Alternaria* sp fue la que se presentó con mayor frecuencia y es diferente a los demás frecuencias de hongos (Figura 36).

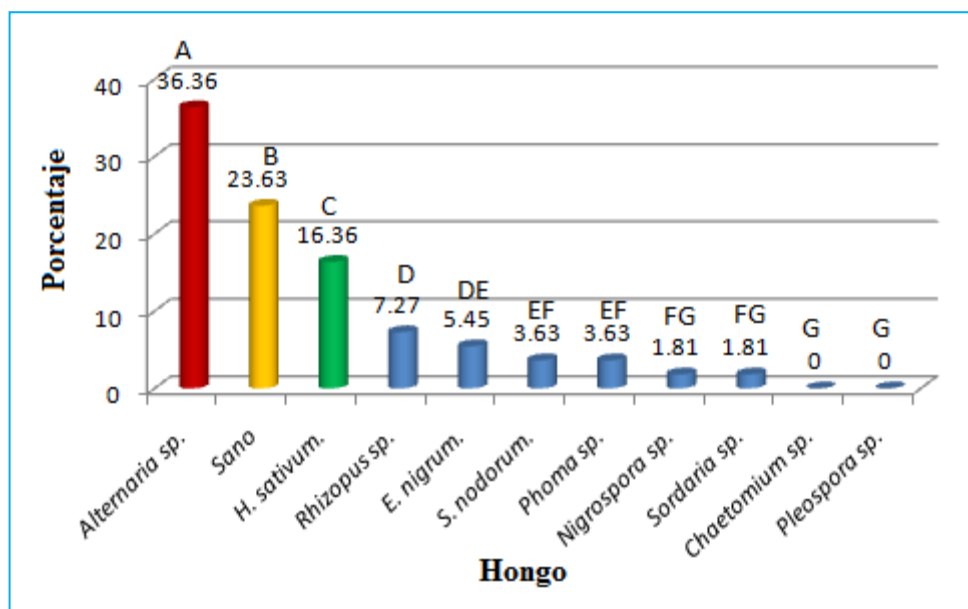


Figura 36. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud mayor a 2700 msnm., en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.

4.8.2 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm.

Al realizar el análisis en esta altitud, se pudo observar que el hongo saprófito de mayor importancia fue *Alternaria* sp con 40.65%, estadísticamente diferente al resto de hongos encontrados; se presentó un total de 27.09% de hongos patógenos, de las cuales *Helminthosporium sativum* fue la de mayor frecuencia con 17.34%, y *Septoria nodorum* de 9.75%, el análisis estadístico mostró que son diferentes. La frecuencia de muestras sanas fue de 8.67%, estadísticamente igual a la que se presentó con los hongos *Epicoccum nigrum* y *Septoria nodorum* (Figura 37).

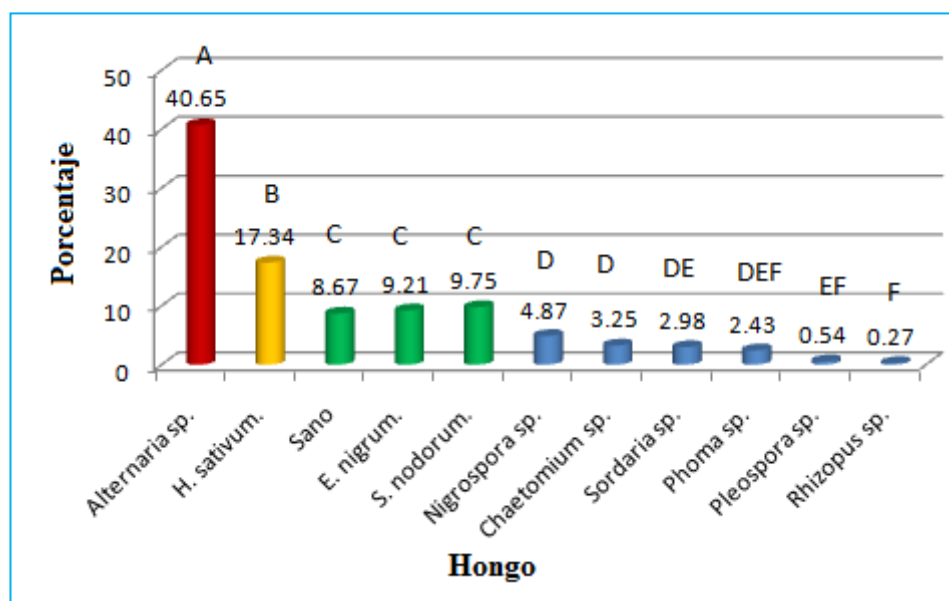


Figura 37. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm., en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.

4.8.3 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm.

La frecuencia total de hongos saprófitos fue de 72.05%, siendo *Alternaria* sp la de mayor frecuencia con 33.72%, seguido por *Epicoccum nigrum* con 9.3%, estadísticamente fue igual a la frecuencia de muestras sanas, *Chaetomium* sp, *Sordaria* sp, *Nigrospora* sp, *Rhizopus* sp y *Phoma* sp.

El hongo patógeno de importancia en esta altitud fue *Helminthosporium sativum* con 18.6% siendo el segundo problema fitosanitario de mayor frecuencia; *Septoria nodorum* no se presentó en este rango de altitud.

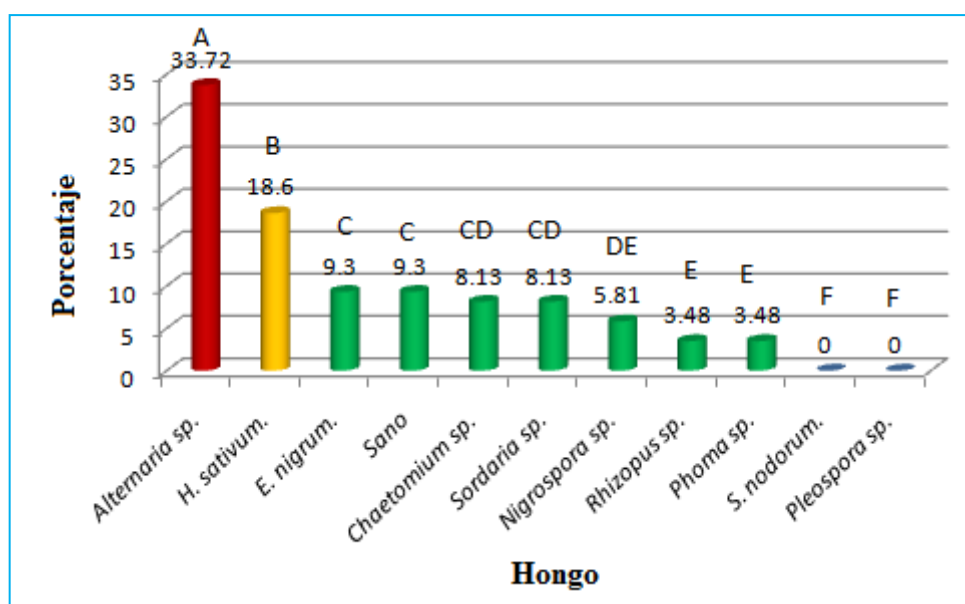


Figura 38. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm., en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2010.

4.8.4 Comparación de la frecuencia de hongos por altitudes. Ciclo P-V/2010.

El hongo *Alternaria* sp, se presentó como el saprófito de mayor importancia en las tres altitudes analizadas, teniendo mayor frecuencia en altitudes de 2401 a 2700 msnm, y con menor frecuencia en altitudes inferiores.

La frecuencia de muestras sanas fue superior en altitud mayores a 2700 msnm, y en las altitudes menores, el comportamiento fue similar.

De los hongos patógenos identificados, *Helminthosporium sativum*, se presentó con mayor frecuencia, siendo en muestras de altitudes de 1900 a 2400 donde se encontraron con mayor cantidad.

Septoria nodorum presentó una frecuencia mayor en el rango de altitud de 2401 a 2700.

En este mismo cuadro se puede observar que en altitudes de 2401 a 2700 se presentaron mayor cantidad de hongos patógenos y saprófitos.

Cuadro 5. Medias de la frecuencia de enfermedades en diferentes altitudes con la agrupación Tukey del ciclo PV-2010.

Altitud	<i>Alternaria</i> sp.	<i>H. sativum</i> .	<i>E. nigrum</i> .	Sano.	<i>Chaetomium</i> sp.	<i>Sordaria</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.	<i>Phoma</i> sp.	<i>S. nodorum</i> .	<i>Pleospora</i> sp.
≥ a 2700	36.36 a	16.36 c	5.45 de	23.63 b	0 g	1.81 fg	1.81 fg	7.27 d	3.63 ef	3.63 ef	0 g
2401 2700	40.65 a	17.34 b	9.21 c	8.67 c	3.25 d	2.98 de	4.87 d	0.27 f	2.43 def	9.75 c	0.54 ef
1900 2400	33.72 a	18.6 b	9.3 c	9.3 c	8.13 cd	8.13 cd	5.81 de	3.48 e	3.48 e	0 f	0 f

4.9 Frecuencia de hongos en tres diferentes altitudes. Ciclo P-V/2011.

4.9.1 Frecuencia de hongos encontrados en altitudes mayores a 2700 msnm.

A esta altitud se presentó un total de 42.84% de hongos saprófitos, un total de 33.33% de hongos patógenos y 23.8% de muestras sanas. Del total de saprófitos, la de mayor frecuencia fue *Alternaria* sp, estadísticamente igual al total de muestras sanas; el hongo saprófito *Nigrospora* sp, tuvo una fuerte frecuencia con 9.52%, *Epicoccum nigrum*, *Phoma* sp y *Septoria nodorum* se presentaron estadísticamente igual en esta altitud con 4.76%. En la figura 39, se puede observar la ausencia de varios hongos, tanto patógenos como saprófitos en este rango de altitud.

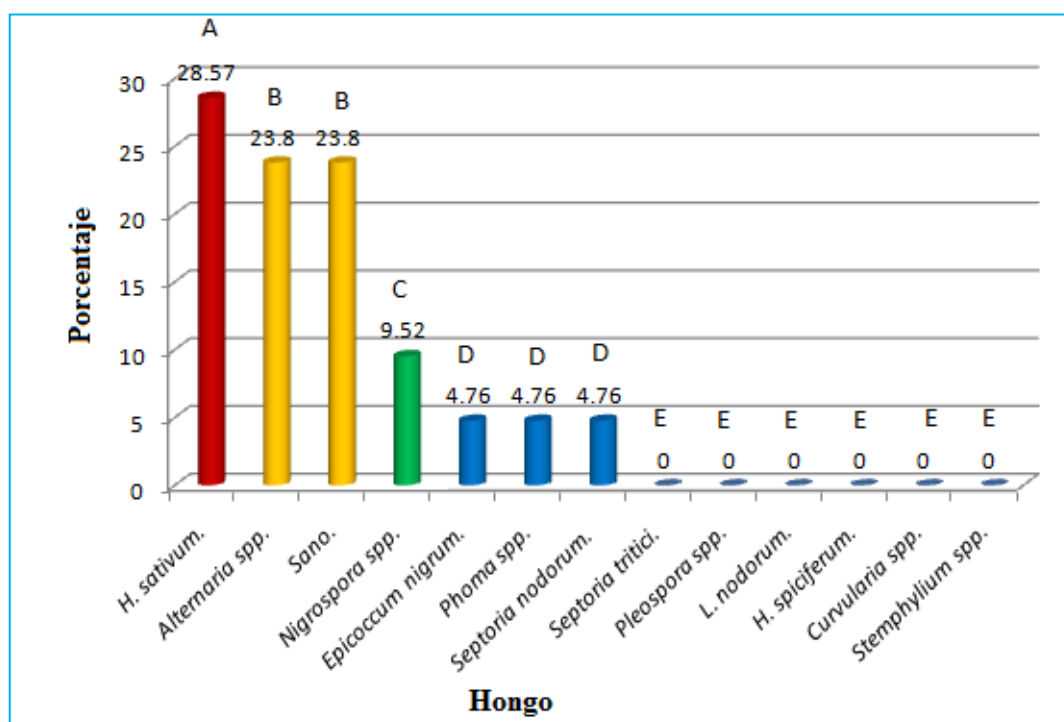


Figura 39. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud mayor a 2700 msnm., en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2011.

4.9.2 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm.

La frecuencia total de hongos saprófitos a esta altitud fue de 60.66%, el total de hongos patógenos fue de 25.37% y de muestras sanas fue de 13.9%. Del total de saprófitos, *Alternaria* sp fue la de mayor frecuencia y estadísticamente fue mayor y diferente al resto de hongos identificados. El hongo patógeno con mayor frecuencia en esta altitud fue *Helminthosporium sativum* con 17.37% y ocupó el segundo lugar en importancia, seguido por *Septoria tritici* con 5.61% y *Septoria nodorum* con 1.87% estadísticamente estos tres patógenos fueron diferentes. El total de muestras sanas fue estadísticamente igual a *Phoma* sp y *Epicoccum nigrum* (Figura 40).

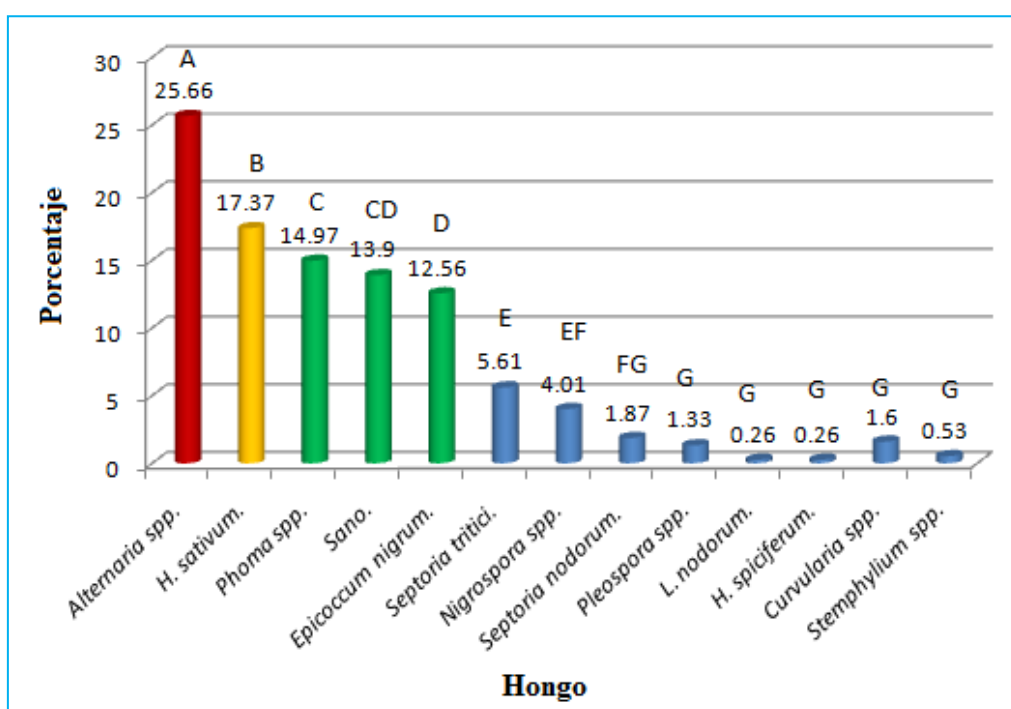


Figura 40. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 2401-2700 msnm., en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2011.

4.9.3 Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm.

La frecuencia total de hongos saprófitos fue de 56.56%, el total de hongos patógenos fue de 30.25% y de muestras sanas fue de 13.15%. Del total de hongos patógenos, la de mayor frecuencia fue *Alternaria* sp. Del total de hongos patógenos, las de mayor importancia fueron *Helminthosporium sativum* y *Septoria tritici*, estadísticamente fueron iguales. *Phoma* sp; tuvo fuerte importancia en esta altitud, con 7.89%, seguido por *Nigrospora* sp con 2.63% (Figura 42).

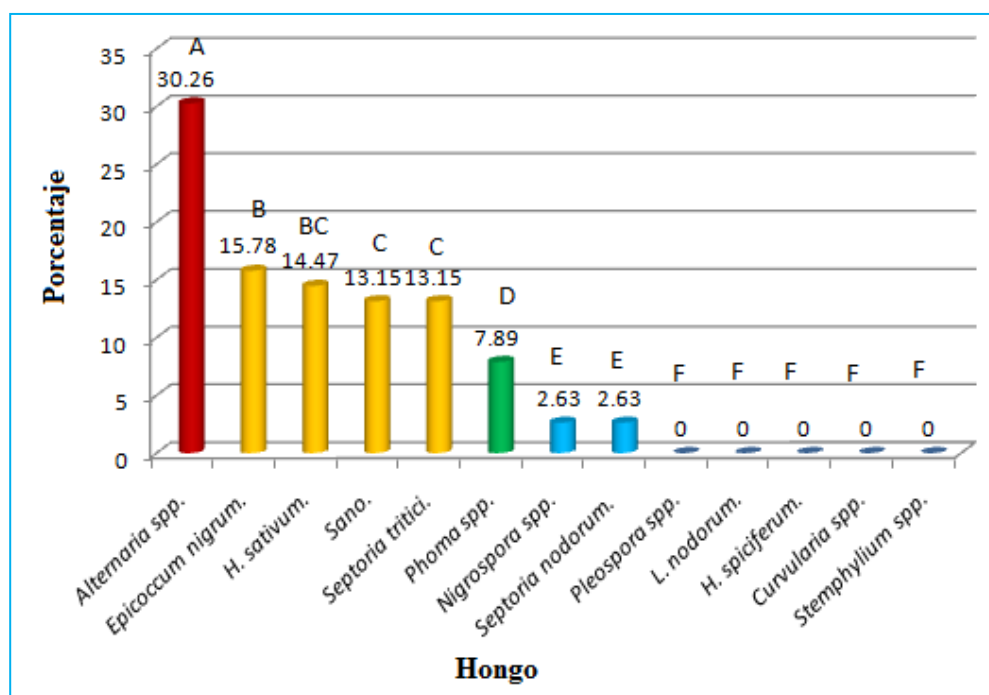


Figura 41. Frecuencia de hongos encontrados a una altitud de 1900-2400 msnm., en hoja de trigo de temporal del ciclo P-V/2011.

4.9.4 Comparación de la frecuencia de hongos por altitudes. Ciclo P-V/2011.

En este ciclo de producción la frecuencia de *Alternaria* sp fue superior en altitudes de 1900 a 2400 msnm, estadísticamente fue igual a la que se presentó en altitudes de 2401 a 2700 msnm, únicamente fue menor en altitudes mayores a 2700 msnm.

Helminthosporium sativum, fue el hongo patógeno de importancia, presentándose con mayor frecuencia a altitudes mayores a 2700 msnm, y con menor frecuencia en altitudes menores a 2400 msnm. La frecuencia de muestras sanas, fue mayor a altitudes superiores a 2700 msnm tal como se observa en el cuadro 6. Se presentó una mayor cantidad de hongos patógenos y saprófitos en altitudes de 2401 a 2700 msnm, se observó una menor frecuencia de hongos a altitudes mayores a 2700 msnm.

Cuadro 6. Medias de la frecuencia de enfermedades en diferentes altitudes con la agrupación Tukey del ciclo PV-2011.

Altitud	<i>Alternaria</i> sp.	<i>H. sativum</i> .	<i>E. nigrum</i> .	Sano.	<i>Septoria tritici</i> .	<i>S. nodorum</i> .	<i>Nigrospora</i> sp.	<i>L. nodorum</i> .	<i>Phoma</i> sp.	<i>H. spiciferum</i> .	<i>Pleospora</i> sp.	<i>Curvularia</i> sp.	<i>Stemphylium</i> sp.
≥ a 2700	23.8 b	28.57 a	4.76 d	23.8 b	0 g	4.76 d	9.52 c	0 e	4.76 d	0 e	0 e	0 e	0 e
2401 2700	25.66 a	17.37 b	12.56 d	13.9 cd	5.61 e	1.87 fg	4.01 ef	0.26 g	14.97 c	0.26 g	1.33 g	1.6 g	0.53 g
1900 2400	30.26 a	14.47 bc	15.78 b	13.15 c	13.15 c	2.63 e	2.63 e	0 f	7.89 d	0 f	0 f	0 f	0 f

En la presente investigación, se lograron muestrear sitios de diversas altitudes y de diferentes estados, durante el ciclo P-V/2010 y 2011; esto permitió identificar quince hongos tanto saprófitos como patógenos; estos últimos afectan principalmente al follaje de las plantas de trigo, afectando sus procesos fisiológicos de la misma durante su desarrollo; y esto afecta la calidad y cantidad del grano al momento de la cosecha

El hongo saprófito *Alternaria* sp; se presentó en el 74% de los sitios analizados, algunos de ellos son: Xalostoc, Tlaxcala, Terrenate, Tlaxcala, Amecameca e Ixtapaluca en el Estado de México, la frecuencia de este hongo en el cultivo de trigo coincide con lo encontrado por Sandoval, (2011).

Helminthosporium sativum, se presentó en el 43% de los sitios, observándose mayor cantidad en el estado de Tlaxcala con 32 sitios y en el Estado de México con 18 sitios, este hongo es mencionado como parásitos de trigo por Zyllinsky (1984), Warham *et al.* (1998) y Weise (1989).

Epicoccum nigrum fue el tercer hongo de mayor importancia por la cantidad de sitios donde se localizó, presentándose en el 31%, siendo el estado de Tlaxcala donde se presentó con mayor cantidad, con 32 sitios y 18 en el Estado de México; este hongo saprófito también es mencionado como de importancia en semilla por Sandoval, (2011).

Septoria nodorum, se presentó en el 12% de los sitios analizados, observándose mayor cantidad en el ciclo de producción 2010. Algunos de los sitios de mayor importancia donde se encontró son: Tlaxco, Muñoz de Domingo arenas, Terrenate e Ixtapaluca.

Septoria tritici, se presentó en el 6.5% de los sitios analizadas, y únicamente en el ciclo de producción 2011. Algunos de los sitios son: Tlaxco, Huamantla, Muñoz y Texcoco.

El hongo saprófito *Phoma* sp; fue de gran importancia, ya que se encontró en el 19% de las muestras estudiadas, y con mayor presencia en el estado de Tlaxcala, algunos sitios de importancia donde se presentó son: Texcoco, Hueyotlipan, Muñoz, Tlaxco y San Lucas Tecopilco.

Nigrospora sp, se presentó en el 13% de los sitios analizados, 12 sitios en el 2010 y 14 sitios en el 2011. Algunos de ellos son: Tlaxco, Juchitepec, Ozumba, Amecameca, Ixtapaluca y Texcoco.

Sordaria sp, se encontró en el 6% de los sitios colectados, siendo de mayor frecuencia en el estado de Tlaxcala con 9 sitios y únicamente dos sitios en el Estado de México, las cuales son: Hueyotlipan, Tlaxco, Apizaco, Tenango, Xaltocan, Rancho san Agustín, Zotoluá, Jocotitlan, Ixtapaluca y Texcoco.

En menor cantidad de sitios también se tuvo presencia de los hongos *Chaetomium* sp (3.5%), *Rhizopus* sp (2%), *Stemphyllium* sp (1%), *Pleospora* sp (1%), *Curvularia* sp (1%), *Leptosphaeria nodorum* (0.5%) y *Helminthosporium spiciferum* (0.5%).

Los hongos patógenos y saprófitos que afectan al trigo, se encuentran distribuidos en todos los sitios de producción, algunos de ellos únicamente requieren de condiciones adecuadas de humedad para que se manifieste (Villaseñor y Espitia, 2000), La altitud es un factor importante, sin embargo de ninguna manera es limitante para su desarrollo, como se ha observado en el estudio realizado.

VI. CONCLUSIÓN.

- Se identificaron en total quince hongos presentes en el cultivo de trigo en los dos ciclos de producción estudiados, los cuales fueron: *Alternaria* sp; *Curvularia* sp; *Chaetomium* sp; *Epicoccum nigrum*, *Helminthosporium sativum*, *Helminthosporium spiciferum*, *Leptosphaeria nodorum*, *Nigrospora* sp; *Pleospora* sp; *Phoma* sp; *Rhizopus* sp; *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*; *Stemphylium* sp y *Sordaria* sp; mismos corresponden con los mencionados como parásitos de trigo por Presscot *et al.* (1986), Zillinsky (1984), Warham *et al.* (1998) y Weise (1989).
- Durante los dos ciclos de producción, el hongo de mayor importancia fue *Alternaria* sp; aunque está considerado como saprófito, el daño que causa a la hoja, es suficiente para disminuir el rendimiento del cultivo; otro hongo saprófito de importancia por la frecuencia con la que se presentó fue *Epicoccum nigrum*, principalmente en altitudes menores a 2700 msnm. En cuanto a las muestras sanas, se tuvo mayor presencia de ella en altitudes superiores a 2700, posiblemente a que las condiciones son adversas por las heladas, por lo que pocos hongos se desarrollan.
- La frecuencia de hongos patógenos y saprofitos fue mayor en altitudes de 2401 a 2700, presentándose con mayor frecuencia *Alternaria* sp y *Helminthosporium sativum*; en los dos ciclos de producción se observó menor frecuencia de hongos en altitudes mayor a 2700 msnm.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

- Agrios N. G. 1978. Fitopatología. Editorial Limusa. México. Pp. 266.
- Castrejón S. A., R. M. González, and L. Gilchrist. 1995. Control químico reductible de *Septoria tritici* para el área de temporal húmedo en México. In: Gilchrist S. L., M. van Ginkel, A. McNab, and G. H. J. Kema (eds). Proceedings of a *Septoria tritici* Workshop. México, D. F. CIMMYT. Pp: 135-146.
- Castillo, M.L.E. 2003. Elementos de muestreo de poblaciones Segunda edición. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 267 p.
- Castillo, M.L.E. 2005. Introducción al SAS para Windows. Tercera edición. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 295 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 3ª. ed. México, D.F., México, Offset Larios. 219p.
- Gómez L., B. L., and R. M. González. 1990. Mejoramiento genético de trigos harineros para resistencia a *Septoria tritici* en el área de temporal húmedo en México. In: Kohli, M. M., y L. T. Van Beuningen (eds.) 1990. Conferencia regional sobre septoriosis de trigo, México, D. F. CIMMYT. Pp: 42-58.
- Hanson H., Borlaug E. N., Anderson G. R. 1985. Trigo en el tercer mundo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. Pp.1, 10, 11, 118, 119.
- Y. Pomeranz, 1971. Wheat chemistry and technology. American Association of cereal chemists, Incorporated St. Paul, Minnesota. Pp. 1.
- Mathur, S. B. and B. M. Cunfer. 1993. Seed-Borne diseases and Seed Health Testing of Wheat. Institute of Pathology for Developing Countries. Danish Government. 168 pp.
- Mendoza Z. C., Pinto C. B. 1983. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Chapingo, México. Pp. 146.
- Prescott, J.M., P.A. Burnett, E.E. Saari *et al.* 1986. Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo. CIMMYT. México, D.F., México.

- Ríos, V. G. 1985. Etiología y resistencia varietal del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) a la pudrición del tallo y raíz. Tesis profesional. Dpto. de Parasitología Agrícola. UACH, Chapingo, México. 69 pp.
- Rodríguez P. J. E., Sahagún C. J., Villaseñor M. H. E., Molina G. J. D., y Martínez G. A. 2005. La interacción genotipo x ambiente en la caracterización de áreas temporales de producción de trigo. *Agrociencia* 39:51-64.
- Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. 1992. Las royas del trigo: conceptos para el manejo de esas enfermedades. México, D.F.: CIMMYT. 81pp.
- Robles S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. Departamento de agronomía. División de ciencias Agropecuarias y Marítimas del Instituto tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Editorial LIMUSA. Monterrey, N. L., México. Pp. 207, 209, 217.
- Rodríguez C.E., Villaseñor M. H. E., Leyva M. G., Huerta E. J. Sandoval I. S.J., Santos P. H. 2008. Efecto de *Septoria tritici* en el rendimiento de trigo de temporal en ambientes lluviosos de los Valles Altos Centrales de México. *Agrociencia* [online]. Vol.42, n.4, pp. 435-442. ISSN 1405-3195.
- Romero C., S. 1993. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 347 pp.
- Sandoval M. I.E., 2011. Biodiversidad de hongos asociados a la semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) de temporal.
- SARH, 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo del trigo. Serie sanidad vegetal. México. Pp. 3-29, 3-33.
- Smith, et al. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Editorial Blackwell Scientific Publications LTD. Oxford (UK). 627 pp.
- Turrent F., A., R. Moreno-Gálvez, H.E. Villaseñor, F. Alemán, R. Moreno-Dahme, R. Avelaño y A. Salazar. 1992. Manual diagnóstico recomendación para el cultivo de trigo en el Estado de México. Chapingo, Estado de Méx. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. 136 p. (Publicación Especial No. 5).
- Villaseñor Mir, H. E., Espitia R. E. 2000. El trigo de temporal en México. Chapingo, Estado de Méx., México, SAGAR, INIFAP, CIRCE, Campo Experimental Valle de México. 315 p. (Libro Técnico Núm. 1).

- Warham E., J., L. Butler D., y B. Sulton C. 1998. Ensayos para la semilla de maíz y trigo Manual de laboratorio. CIMMYT. México. D.F. 84p.
- Wiese, M. V. 1989. Compendio de enfermedades del trigo. The American Phytopathology society. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pp. 5, 6.
- Zyllinsky F., J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo. CIMMYT. México, D.F. 141p.