



"Enseñar la explotación de la
tierra, no la del hombre"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS
FITOPATOGENOS EN EL RASTROJO DE
TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) EN LA
REGIÓN DE JUCHITEPEC, ESTADO DE
MÉXICO.**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

P R E S E N T A:

VICTOR ANTONIO CARRILLO CORTES

BAJO LA SUPERVISIÓN DEL DR. SANTOS GERARDO LEYVA MIR



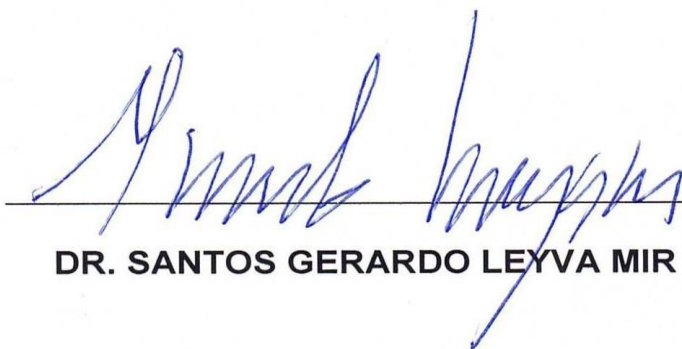
CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO. JUNIO DE 2023

**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL RASTROJO DE
TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN LA REGIÓN DE JUCHITEPEC, ESTADO DE
MÉXICO.**

Tesis realizada por el Ing. Víctor Antonio Carrillo Cortes bajo la dirección del Dr. Santos Gerardo Leyva Mir aprobada por el comité asesor indicado 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:



DR. MATEO VARGAS HERNÁNDEZ

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, 16 DE JUNIO DE 2023

AGRADECIMIENTOS

A mi ALMA MATER, UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO, al Departamento de PARASITOLOGIA AGRICOLA, por haberme abierto sus puertas y acogido durante cinco años y junto con sus profesores quienes me aportaron parte de sus conocimientos para formarme profesionalmente.

Al CONACYT por brindarme el apoyo financiero necesario para poder realizar mis estudios de posgrado.

Con admiración y respeto al Dr. Santos Gerardo Leyva Mir, por compartirme parte de sus conocimientos y enriquecer mi preparación profesional, pero sobre todo por sus sugerencias y dedicación en la dirección de esta tesis.

Con respeto y humildad al Dr. Héctor Eduardo Villaseñor Mir, por apoyarme a lo largo del desarrollo de esta tesis, por poner a mi alcance un poco de su gran conocimiento.

Al Dr. Mateo Vargas Hernández por su colaboración en la revisión y desarrollo de este documento para que fuera de muy buena calidad para el buen entendimiento de la información obtenida.

DEDICATORIAS

A la mujer más importante de mi vida, a la mujer que me dio la dicha más grande que un hombre pueda tener; la dicha de ser padre, la mujer que llevo dentro de mi alma y mi corazón, esa mujer que me enseñó que la vida a su lado es lo mejor que puedo tener, por regalarme su corazón, por estar en las buenas y las malas a mi lado.

A ti mi vida, mi amor, mi corazón, que estuviste en este camino, te agradezco tu apoyo Nuria Leon Tolentino.

A mi hija, esa señorita que lleva en sus venas mi sangre, que me da la dicha de sentirme orgulloso de tener una hija que me adora y que sabe que es lo más importante de mi vida, la que me regala una sonrisa que llena mi vida de alegría a ti mi niña hermosa Ixchel Alejandra Carrillo León.

*A la mujer que, por darme la vida, por darme apoyo en los momentos difíciles, por sus incontables noches de desvelo cuando estaba enfermo, por todo eso y mucho más, no tengo la forma de poder agradecer y pagar todo lo que ha hecho por mí, me enseñó a no dejarme caer, aunque las cosas parecían difíciles, esa mujer que es mi mejor amiga, la cómplice de mis secretos y un apoyo de inmenso valor te amo mi madre querida:
Leticia Cortes Rodríguez.*

A ese hombre que me dio consejos, que me enseñó a trabajar, que me dio estudio, que acerco un plato de comida, ropa vestir, zapatos y todo lo que necesite, por ese cariño que solo un padre es capaz de brindar a un hijo, por su esfuerzo y su ganas de verme realizado, ese hombre que a pesar de que ya soy mayor aún se preocupa por mí, ese hombre en el cual siempre voy a poder tener un apoyo y un confidente a mi padre que sabe que lo amo y que siempre me hará falta , ese hombre con quien compartí un poco de la labor con la cual me saco adelante ser chofer y de quien me da orgullo llevar su nombre y su apellido a ti Victor Carrillo Cedillo.

A mi hermano porque en estos últimos años que compartimos el mismo trabajo, aventuras sobre la carretera, momentos amargos y momentos llenos de risas, tú qué sabes que siempre estaré para apoyarte; así como tú me apoyaste en estos años de estudio, dándome ese empujón que a veces me hacía falta, mi querido hermano: Jorge Armando Carrillo Cortes.

A mi hermana a la cual no tengo mucho que decir, pero que siempre va a formar parte de mi vida a ti que te quiero Leticia Jaqueline Carrillo Cortes.

DATOS BIOGRÁFICOS



Víctor Antonio Carrillo Cortes, nacido el 6 de abril de 1989 en el municipio de Texcoco, Estado de México. Curso sus estudios de nivel básico en la escuela Primaria 2 de marzo (1995-2001), realizó sus estudios de nivel medio básico en la Escuela Secundaria Oficial No. 130 Nezahualcóyotl (2001-2004), los estudios de nivel medio superior en la Escuela Preparatoria Texcoco (2004-2007), terminó sus estudios de nivel superior en la Universidad Autónoma Chapingo donde se graduó como Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola (2009-2014). Posteriormente comenzó sus estudios de Posgrado en Maestría en Ciencias de Protección Vegetal en 2021 en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

ÍNDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS	12
III. HIPÓTESIS.....	12
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	12
4.1 Origen.....	12
4.1.2. Características e importancia.....	12
4.1.3. El trigo de temporal en México	13
4.2 Agricultura de conservación.....	13
4.3 Importancia de enfermedades del trigo	14
4.3.1 Hongos asociados en semilla.....	14
4.3.2 Hongos asociados en raíz	15
4.3.3 Hongos asociados en tallo y hoja	15
4.3.4 Hongos causantes de enfermedades en trigo.....	15
4.3.4.1 <i>Alternaria y Cladosporium</i>	15
4.3.4.2 <i>Fusarium</i>	16
4.3.4.2.1 <i>Fusarium graminearum</i>	16
4.3.4.2.2 <i>Calonectria nivalis (Fusarium nivale)</i>	16
4.3.4.2.3 <i>Helminthosporium sativum</i>	17
4.3.4.3 <i>Royas</i>	18
4.3.4.3.1 <i>Puccinia striiformis</i>	18
4.3.4.3.2 <i>Puccinia graminis f. sp. tritici</i>	18
4.3.4.4 <i>Rhizoctonia solani</i>	19
4.3.4.5 <i>Septoria tritici</i>	20
4.3.4.6 <i>Ustilago tritici</i>	20
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
5.1 Ubicación y descripción del experimento	21

5.2 Diseño del experimento	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
6.1 Análisis de varianza en cámara húmeda	34
6.2 Análisis de medias de datos en medio PDA.....	36
6.3 Identificación de hongos en tallo, hoja y grano en cámara húmeda	38
6.4 Hongos presentes en tallo, hoja y grano en incubados en medio PDA.....	41
6.5 Discusión general	44
VII. CONCLUSIONES	45
VIII. LITERATURA CITADA.....	47

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1. Sitios de colecta.....	23
Tabla 2. Identificación de hongos presentes en las muestras tomadas en la región de Juchitepec, México.....	26
Tabla 3. Resultados ANOVA para grano en cámara húmeda	35
Tabla 4. Resultado ANOVA para hoja en cámara húmeda.....	35
Tabla 5. Resultados ANOVA para tallo en cámara húmeda	35
Tabla 6. Resultados ANOVA para grano en medio PDA	36
Tabla 7. Resultados ANOVA para hoja en medio PDA.....	36
Tabla 8. Resultados ANOVA para tallo en medio PDA.....	36
Cuadro 1. Comparación de medias por incidencia de hongos en grano en cámara húmeda	44
Cuadro 2. Comparación de medias por incidencia de hongos en hoja en cámara húmeda.....	44
Cuadro 3. Comparación de medias por incidencia de hongos en tallo en cámara húmeda.....	45
Cuadro 4. Comparación de medias por incidencia de hongos en grano en medio PDA.....	46
Cuadro 5. Comparación de medias por incidencia de hongos en Hoja en medio PDA.....	47
Cuadro 6. Comparación de medias por incidencia de hongos en tallo en medio PDA.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 y 2.- Parcelas de muestreo en la región de Juchitepec	22
Figura 3 y 4.- Material usado en el laboratorio para elaborar medio PDA.....	24
Figura 5 y 6.- Material usado en el laboratorio para elaborar medio PDA.	24
Figura 7.- Cámara húmeda con muestras de tallo del sitio 10.....	37
Figura 8.- Porcentaje de los hongos identificados en las muestras de tallos en cámara húmeda....	37
Figura 9.- Muestra de hoja del sitio 4 en cámara húmeda	38
Figura 10.- Porcentaje de los hongos identificados en las muestras de tallos en cámara húmeda	38
Figura 11.- Muestra de grano en cámara húmeda	39
Figura 12.- Porcentaje de los hongos identificados en muestras de granos en cámara húmeda.....	39
Figura 13 y 14.- Crecimiento de hongos en el medio PDA... ..	40
Figura 15.- Hongos identificados en grano en medio PDA	40
Figura 16 y 17.- Muestra de hojas de trigo en el PDA... ..	41
Figura 18.- Porcentaje de los hongos identificados en las muestras de granos en medio PDA.....	41
Figura 19.- Hongos en tallo en medio PDA.....	42
Figura 20.- Hongos identificados en las muestras de tallo en medio PDA.....	42

IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL RASTROJO DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) EN LA REGIÓN DE JUCHITEPEC, ESTADO DE MÉXICO.

Victor Antonio Carrillo Cortes, Santos Gerardo Leyva Mir, Héctor Eduardo Villaseñor Mir, Mateo Vargas Hernández.

Resumen

Esta investigación se realizó en la zona de Juchitepec, Estado de México.

El estudio se enfocó en realizar colectas en unidades de producción de trigo que ya habían sido seleccionadas, por su ubicación, tipo de manejo cultural y altura sobre el nivel del mar.

Durante la fase de laboratorio las muestras fueron puestas en medio PDA y cámara húmeda; con el fin de observar los crecimientos microbianos y comprobar si los hongos se mantenían activos en el rastrojo para el siguiente ciclo del cultivo, se hicieron 6 repeticiones (fueron 3 evaluaciones diferentes) con distintos tiempos entre éstas (2 meses entre cada evaluación), para determinar si con el paso del tiempo los organismos presentes; se mantenían activos.

Se identificaron 18 especies de hongos, de los cuales 14 fueron fitopatógenos y 4 saprófitos, durante las evaluaciones realizadas no hubo cambio en los microorganismos identificados.

Palabras clave: trigo, labranza de conservación, hongos fitopatógenos, saprófitos, reservorio.

Abstract

This investigation was carried out in the Juchitepec area, in the state of Mexico.

The focus of this study was to carry out stubble collections in wheat production units that had already been previously selected, due to its location, type of cultural management and altitude above sea level.

During the laboratory phase, the samples were placed in PDA medium and a humid chamber; in order to observe the growth of microorganisms and check if the fungi remained active in the stubble for the next crop cycle, 6 repetitions were made (there were 3 different evaluations) with different times between them (2 months between each evaluation), to determine if the existing organisms remained active over time.

Eighteen species of fungi were identified, of which 14 were phytopathogenic and 4 saprophytes. There was no change in the microorganisms found during the evaluations.

Keywords: wheat, conservation tillage, phytopathogenic fungi, saprophytes, reservoir.

I. INTRODUCCIÓN

El trigo es de gran relevancia ya que es un alimento con gran demanda debido a la gran cantidad de nutrientes que aporta, lo que contribuye a fortalecer el sector alimentario de México. (SADER,2023).

Este cultivo se desarrolla en lugares con climas templados a fríos, se desarrolla mejor en suelos pesados y arcillosos. Más de 78% del trigo cosechado en México se obtiene en los meses de mayo y junio bajo condiciones de riego(SADER,2023). La producción nacional de trigo supera las 3 millones de toneladas, siendo el estado de Sonora el principal productor, seguido de los estados de Baja California y Guanajuato (SADER,2023).

Aunado a los costos de producción, el movimiento en el suelo daña la estructura de éste, lo que ocasiona una disminución en su productividad. Una técnica sugerida es el método de siembra de agricultura de conservación (Ramos, 2022). En los últimos años para cultivar trigo se ha usado la siembra bajo agricultura de conservación, este modo de siembra usa las denominadas camas permanentes y residuos de la cosecha anterior distribuidos en el suelo (Govaerts *et al.*, 2005; Limón *et al.*, 2006). La importancia de este sistema es la reducción de costos de producción que bajan hasta un 30% si lo comparamos con el método tradicional ya que se limita a no preparar el terreno, por ende, no se altera el suelo y se mantienen los residuos de la cosecha anterior, mejorando la estructura de éste con el fin de tener sistemas de producción sustentables, por lo que, los residuos dan como resultado un suelo más fresco y con mayor humedad (CIMMYT, 2020).

Cuando la labranza reducida se combina con la retención de residuos de cultivos en el suelo, proporciona un sustrato de crecimiento para los patógenos. Los hongos fitopatógenos también se encuentran en la superficie del suelo, donde las esporas de éstos pueden propagarse. Muchos patógenos de plantas utilizan los restos de la cosecha anterior como reservorio para el siguiente cultivo. Pudiendo alojarse en hojas, tallos y flores de los tejidos muertos del huésped.(Verhulst *et al.*, 2010)

Los hongos son microorganismos que se reproducen principalmente por esporas, no tienen clorofila. Al igual que las semillas de las plantas, la mayoría de estos organismos tienen una estructura vegetativa llamada micelio, que le da al hongo una apariencia similar al algodón, lo que facilita saber si las enfermedades que se encuentran presentes en los cultivos son de origen fúngico. Los hongos fitopatógenos más importantes se agrupan en 4 grupos principales: Ascomycetes, Basidiomycetes, Oomycetes y Deuteromycetes, que pueden sobrevivir de un ciclo agrícola a otro utilizando estructuras de resistencia tales como clamidosporas y esclerocios por mencionar algunos,

alojándose en los residuos de ciclos agrícolas y cultivos anteriores, así como frutos que han caído al suelo, etc. (Kuhar *et. al.* 2013)

Lo anterior indica que las enfermedades fúngicas no se presentan de manera espontánea, sino que se mantienen latentes en hospederos alternos y se diseminan por medio del aire, la lluvia y hasta por las acciones del hombre. (Kuhar *et. al.* 2013)

El rango de los hospedantes de los hongos tiene mucho que ver con la zona que atacan, por ejemplo, los que atacan raíz tiene un número mayor de hospederos, por lo que se dividen en: tizones, antracnosis, marchitamientos, royas, mildius. (Kuhar *et. al.* 2013)

II. OBJETIVOS

1. Objetivo General.

- Determinar si el rastrojo es una fuente de inóculo de hongos fitopatógenos al trigo.

2. Objetivos específicos

- Identificar que hongos fitopatógenos se encuentran presentes en el rastrojo del trigo.
- Determinar que hongos fitopatógenos se mantiene activos en el rastrojo de trigo.

III. HIPÓTESIS

El rastrojo presente de la cosecha del trigo con sistema siembra de conservación; actúa como fuente de inóculo primario para los hongos fitopatógenos que atacan a este cultivo en sus diferentes etapas de desarrollo.

Los hongos fitopatógenos encontrados que atacan al cultivo de trigo se transmiten por rastrojo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Origen

El origen de este cultivo se estima en la época de la civilización mesopotámica, en el valle ubicado entre los ríos Tigris y Éufrates en el Medio Oriente. Los egipcios fueron quienes descubrieron la fermentación del trigo y lo usaron en la preparación de alimentos. Todo esto hace casi 8 mil años donde hubo cruza y mutaciones entre trigos silvestres, esta planta comenzó a cultivarse convirtiéndose en uno de los alimentos básicos más importante para la alimentación de la humanidad. (Bonjean & Angus, 2001).

4.1.2. Características e importancia

El trigo es una planta anual herbácea que alcanza 1.2 m de altura, sus tallos son erectos en forma de caña, las hojas nacen en los nudos. Las flores forman una estructura llamada espiga, las cuales están formadas por un eje central que lleva insertas las espiguillas alternativamente a derecha e izquierda (SIAP, 2019).

Su desarrollo óptimo se da en suelos con al menos 20 cm de profundidad, con pH entre 7 y 8.5 y que sean arcillosos. Se da en zonas templadas, con temperatura adecuada para su crecimiento que va de 15 y 31 °C. Se desarrolla bien con 600 a 800 mm de lluvia (SIAP, 2019).

La mayor parte de alimentos se hacen a partir del trigo, esta gramínea es ahora tan importante que se usa para producir entre el 10 y 20% de la alimentación de la humanidad (Bonjean & Angus, 2001).

4.1.3. El trigo de temporal en México

Durante 2021, la producción Nacional de este grano alcanzó 3,283,613.73 de toneladas de trigo de riego y de temporal, sobresaliendo las regiones de riego del noroeste (sur de Sonora y Valle de Mexicali) y de El Bajío (Guanajuato, Michoacán y Sinaloa); mientras que las regiones productoras de temporal han sido los Valles Altos de México, que va de los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Estado de México (SIAP, 2023).

En México, los 10 principales estados productores de este grano básico son: Sonora, Baja California, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Jalisco, Chihuahua, Nuevo León, Tlaxcala y Coahuila. Si se compara el volumen de producción con el reportado en 2020; donde la superficie sembrada de 567,211.21 ha de las que 561,281.79 ha fueron cosechadas cuyo volumen de producción de 2,986,689.24 toneladas; se ha incrementado el nivel de producción dejando una derrama económica superando los \$14,350 millones de pesos (SIAP, 2020).

4.2 Agricultura de conservación

La agricultura de conservación se cataloga como un sistema de cultivo donde se puede prevenir la pérdida de suelo cultivable y al mismo tiempo regenera el suelo degradado, favoreciendo el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos, el laboreo mínimo de las tierras y la diversificación de especies vegetales. Potencia la biodiversidad y ayuda en los procesos biológicos naturales por encima y por debajo de la superficie del suelo, lo que contribuye a un mejor uso del agua y una mayor eficacia en el uso de nutrientes (FAO, 2022).

Los principios de este sistema son universalmente aplicables a todas las regiones agrícolas, con las correspondientes adaptaciones a las condiciones locales donde se use. Las intervenciones del suelo, como la modificación mecánica del mismo, se reducen a un mínimo o bien se evitan, y los insumos externos como los agroquímicos y los nutrientes de las plantas de origen mineral u orgánico se

aplican de forma óptima y en cantidades y de un modo tal que no interfieran mucho en los procesos biológicos (FAO, 2022).

4.3 Importancia de enfermedades del trigo

Diversas enfermedades impactan en el rendimiento y la calidad del cultivo de trigo; a nivel mundial, se tienen 31 patógenos reportados en trigo, de los cuales, las mayores pérdidas de rendimiento son producidas por la roya de la hoja o anaranjada, la fusariosis de la espiga, la septoriosis, la roya estriada o amarilla, la mancha borrosa, la mancha amarilla y el oídio (Savary et al., 2019).

Con el paso de los años las enfermedades del trigo han adquirido una gran adaptabilidad, aunado a esto, el uso de variedades susceptibles, la siembradirecta sin rotación de cultivos y sin un manejo preventivo adecuado han modificado la importancia e impacto que éstas tienen sobre el cultivo. La reducción de rendimiento que estas enfermedades causan depende en cierta medida del estado fisiológico en el que ataca el patógeno lo cual puede provocar que cada año se tengan entre el 10 al 28% de pérdidas. (Savary et al., 2019)

El monocultivo de maíz y trigo, sobre todo bajo cualquier sistema de conservación, es un grave problema y por ello varios patógenos del trigo y maíz son favorecidos al no realizar una rotación de cultivos. Cuando se incluye maíz en la rotación, generalmente se tiene una mayor incidencia de pudrición de raíz causada por *Fusarium spp* (Smiley et al., 1989).

4.3.1 Hongos asociados en semilla

Los hongos transmitidos por semilla pueden sobrevivir hasta 10 años como esporas o estructuras de reposo dentro y sobre la semilla; por lo tanto, son fuente de inóculo para el siguiente ciclo de cultivo. En campo, la semilla es invadida por hongos como *Fusarium spp.*, y *Helminthosporium spp.*, que causan enfermedades de importancia agrícola. En almacén, la semilla es invadida principalmente por *Aspergillus spp.*, y *Penicillium spp.*, que ocasionan pudrición, disminución de la calidad física, reducción de la germinación, decoloración, cambios bioquímicos, y síntesis de toxinas nocivas. En campo, los daños por hongos transmitidos por semilla disminuyen el porcentaje de germinación y emergencia, muerte de plántulas poco después de la germinación, y las que sobreviven tienen menor vigor y son susceptibles a otras enfermedades. En el año 2010, en los Valles Altos de México se produjo el 38 % de trigo bajo temporal. Aunque en estas regiones se han reportado algunas epidemias esporádicas, poco se sabe de la diversidad de

hongos que conviven con el cultivo de trigo en México lo que puede representar un problema a futuro (Sandoval, et. al. 2022).

4.3.2 Hongos asociados en raíz

La secadera en trigo es una enfermedad fúngica causada por varias especies de hongos del género *Fusarium*. Este hongo al interactuar con otros como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium spp.*, y *Phytium spp.* pueden desencadenar una pudrición de raíz repentina en la etapa vegetativa del cultivo (CESAVEG, 2019).

4.3.3 Hongos asociados en tallo y hoja

Las royas de los cereales son las enfermedades más distribuidas y económicamente importantes a nivel mundial. La manifestación de la roya de la hoja, la roya amarilla o roya rayada y la roya del tallo se encuentran comúnmente en trigo y cebada. Los hongos que causan estas enfermedades son notorios por su habilidad de incrementarse rápidamente y sobrellevar o contrarrestar la resistencia en las variedades de trigo y cebada. Las pérdidas en cosecha causadas por estas enfermedades dependen de la susceptibilidad del hospedero y las condiciones climáticas, sin embargo, también son influenciadas por la fecha de manifestación y severidad de los brotes de la enfermedad relativos a la etapa de crecimiento del cultivo. Las pérdidas más grandes ocurren cuando una o más de estas enfermedades ocurren antes de la etapa de formación de la espiga del cereal. (Wolf, et, al. 2017)

4.3.4 Hongos causantes de enfermedades en trigo

4.3.4.1 *Alternaria* y *Cladosporium*

Síntomas: Es común es el ennegrecimiento de las espigas maduras, que es provocado por una acumulación de micelio y tejido fúngico esporulante. (Madariaga, 2015)

Desarrollo: Las plantas pueden infectarse con uno o más de estos hongos cuando el clima es húmedo o lluvioso en o cerca de la madurez del cultivo, cuando hay una fuerte infestación de áfidos o cuando las plantas mueren antes de tiempo. Debido a que los mohos negros son saprofitos y solo se infiltran en el tejido vegetal muerto o moribundo, no se consideran enfermedades. (Madariaga, 2015)

Huéspedes/Distribución El moho negro es un problema mundial que afecta diferentes tipos de tejido vegetal muerto o enfermo. (Madariaga, 2015)

Importancia: Hablando en general, el moho negro no es económicamente significativo, pero puede atacar los granos maduros y causar tizón o decoloración en condiciones húmedas o lluviosas. (Madariaga, 2015)

4.3.4.2 *Fusarium*

4.3.4.2.1 *Fusarium graminearum*

Síntomas: Las glumas exteriores de los cogollos infectados, en particular, se oscurecen y desarrollan una capa aceitosa. El color rosa vibrante de la espiga es causado por las conidiosporas que se producen en la esporodoquia. La superficie de los floretes está completamente cubierta de micelio blanco, y los granos infectados están llenos de micelio. (Smiley et al., 1989).

Desarrollo: Los cereales como el trigo pueden ser atacados por varias especies de *Fusarium*; los ovarios se infectan, el clima cálido y húmedo fomenta la infección durante y después de la formación del grano. Debe haber entre 10 y 28 grados centígrados para que la infección ocurra. Después de la infección inicial, esta se propaga de un florete al siguiente por el crecimiento de micelios a través de la de la espiga. (Smiley et al., 1989).

Huéspedes/Distribución: Esta enfermedad puede afectar a cualquier cereal de grano pequeño. Casi todos los tipos de suelo y restos de cultivos contienen especies de *Fusarium*. (Smiley et al., 1989).

Importancia: Fuertes infecciones tienen el potencial de disminuir significativamente la calidad del grano y reducir el rendimiento en más del 50 %. Las espigas infectadas frecuentemente tienen granos arrugados, con el 5% que presente esta condición pueden tener suficiente toxina para ser peligroso para humanos y animales. (Smiley et al., 1989).

4.3.4.2.2 *Calonectria nivalis* (*Fusarium nivale*)

Síntomas: Alrededor la etapa de nudos y el inicio del embuchamiento, las manchas provocadas por este microorganismo comienzan a aparecer en las hojas. Las lesiones generalmente se encuentran donde la hoja se curva y aparecen como áreas moteadas color verde grisáceo, ovaladas o elípticas. Estas lesiones se propagan rápidamente y se convierten en manchas en forma de "ojos" con centros blanquecinos a gris claro; las hojas a menudo se parten o arrancan de los centros de las lesiones. El hongo puede provocar sarna en la cabeza, pudrición del pie, tizón o moho rosado en los cereales de invierno. (Ireta y Gilchrist, 1994)

Desarrollo: En los restos del cultivo cerca de la superficie del suelo se producen esporas, que el viento o la lluvia llevan a las hojas. Es más probable que la enfermedad se desarrolle en condiciones frescas y húmedas. (Ireta y Gilchrist, 1994)

Huéspedes/Distribución: La avena y la cebada parecen ser resistentes, mientras que el trigo harinero y el centeno suelen verse más afectados que el triticale y el trigo duro. Según los informes, esta enfermedad solo se encuentra en el este de África, el sur de China, las tierras altas de México y la región andina de América del Sur. (Ireta y Gilchrist, 1994)

Importancia: Un caso severo de la enfermedad puede resultar en una defoliación completa, lo que conducirá a un desarrollo deficiente del grano, arrugas y bajo peso hectolítrico. (Ireta y Gilchrist, 1994)

4.3.4.2.3 Helminthosporium sativum

Síntomas: Este hongo causa oscurecimiento o pardeamiento de los tejidos en la raíz, corona y tallos basales. A veces, las plantas individuales o los grupos de éstas presentarán acamado y, antes de que alcancen su madurez fisiológica normal, se verán espigas blancas. La infección temprana puede resultaren un "secado temprano" de las plántulas después de la emergencia. Debido a que puede afectar diferentes partes de la planta en diferentes etapas de desarrollo, es un desafío identificar categóricamente el agente etiológico. (Madariaga, 2015)

Desarrollo: Los conidios o micelios en los desechos de cultivos causan infección de los tejidos de la raíz o la corona. Cuando se exponen a condiciones desfavorables, las plantas son más susceptibles a la infección y la pudrición común de la raíz en suelos secos y altas temperaturas. (Madariaga, 2015)

Huéspedes/Distribución: Los principales cereales de grano pequeño producidos en las regiones templadas del mundo se ven afectados por estas enfermedades. (Madariaga, 2015)

Importancia: Por otro lado, una menor densidad de plantas, menos macollos, espigas más pequeñas y livianas y pesos hectolítricos reducidos pueden resultar en pérdidas localizadas. (Madariaga, 2015)

4.3.4.3 Royas

4.3.4.3.1 *Puccinia striiformis*

Síntomas: Por lo general, las pústulas de la roya lineal forman rayas estrechas en las hojas y contienen uredosporas color amarillo a amarillo anaranjado. Las glumas, los cuellos y las vainas pueden exhibir pústulas. (Alvarado y Morillo, 1978)

Desarrollo: Las uredosporas, a veces desde una gran distancia, son las que causan las infecciones primarias. Cuando hay humedad libre y la temperatura está entre 10 y 20 °C, la enfermedad avanza rápidamente. Las teliosporas negras aparecen con frecuencia a temperaturas de 25°C, donde la producción de uredosporas se interrumpe o reduce. (Alvarado y Morillo, 1978)

Huéspedes/Distribución: El trigo, la cebada, el triticale y muchos otros pastos relacionados son todos susceptibles a la roya lineal. Todas las regiones montañosas y/o templadas que cultivan cereales tienen la enfermedad. No se conocen otros huéspedes. (Alvarado y Morillo, 1978)

Importancia: Las principales formas en que las infecciones pueden reducir el rendimiento son la reducción del peso hectolítrico, la calidad del grano y la cantidad de granos por panoja. (Alvarado y Morillo, 1978)

4.3.4.3.2 *Puccinia graminis f. sp. tritici*

Síntomas: En ambos lados de la hoja, en tallos y en las espigas, se encuentran pústulas de color marrón oscuro (que contienen masas de uredosporas). Las pústulas generalmente se unen cuando la infección es grave, pero generalmente se dispersan si es leve. Los sitios de infección pueden ser palpables y sentirse ásperos al tacto antes de que se formen pústulas, suelen aparecer "pecas" y antes de que emerjan las de esporas a través de la epidermis; a medida que emergen las masas de éstas, los tejidos adquieren una consistencia áspera y agrietada. (Alvarado y Morillo, 1978)

Desarrollo: Las infecciones primarias suelen ser menores y son provocadas por uredosporas transportadas a través del viento que pueden haber viajado una gran distancia. Si hay humedad, y si la temperatura es moderada, la enfermedad se propagará rápidamente. La primera generación de uredosporas se produce entre 10 a 15 días cuando la temperatura alcanza los 20°C o más en promedio. Se pueden formar masas de teliosporas negras a medida que las plantas maduran. (Alvarado y Morillo, 1978)

Huéspedes/Distribución: En todos los lugares donde se cultivan cereales de clima templado, la roya del tallo es un problema que afecta al trigo, la cebada, el triticale y otras gramíneas afines. Las especies Mahonia y Berberis son huéspedes adicionales. (Alvarado y Morillo, 1978)

Importancia: Las infecciones en etapa temprana pueden tener efectos graves en el desarrollo de los cultivos, incluida la reducción del macollaje, la pérdida de peso y la calidad del grano. El cultivo puede perderse por completo si las condiciones son adecuadas para que se desarrolle la enfermedad. (Alvarado y Morillo, 1978)

4.3.4.4 *Rhizoctonia solani*

Síntomas: Las lesiones que se forman en las vainas basales de las hojas son los principales signos de la mancha ocular; estas lesiones se asemejan a las provocadas por *Pseudoereosporella herpotriehoides*. En comparación con las lesiones de manchas oculares típicas, las lesiones de esta mancha son superficiales y presentan un contorno oscuro, el centro es de color pajizo claro, mientras que los bordes son de color marrón oscuro. Los micelios están frecuentemente presentes en el centro de las lesiones y pueden eliminarse frotándolos con los dedos. En tal caso, se vuelven marrones y disminuyen en número. Las raíces también pueden verse afectadas. El retraso en el crecimiento y una disminución en el número de hijos son efectos potenciales de la enfermedad.

Desarrollo: El medio ambiente tiene un impacto significativo en la infección. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas frescas y secas. Invadiendo los tejidos de la raíz y la corona, el hongo sobrevive en el suelo y en los desechos de cultivos.

Huéspedes/Distribución: *Rhizoctonia solani* tiene una preferencia por los miembros de la familia Graminae ya que son susceptibles y pueden tener un rango de huéspedes más amplio que cualquier otro patógeno. Ataca a la mayoría de los cultivos.

Importancia: Aunque no se han observado epífitas significativas o generalizadas, la enfermedad suele ser más grave en los campos donde se siembran continuamente cereales, especialmente trigo de invierno.

4.3.4.5 *Septoria tritici*

Síntomas: Pueden verse manchas ovales o alargadas, lesiones cloróticas en los sitios de infección inicial. Los centros de las lesiones se vuelven color pajizo pálido y ligeramente necróticos a medida que se extienden, con frecuencia contienen numerosas diminutas manchas negras. Las lesiones de *Septoria tritici* típicamente tienen una restricción lineal y lateral. Cualquier parte de la planta que sobresalga por encima de la superficie del suelo podría verse afectada. Una infección leve solo causa lesiones esporádicas, mientras que una infección grave puede matar hojas, espigas e incluso toda la planta. (Madariaga, 2015)

Desarrollo: Las infecciones iniciales comienzan en las hojas inferiores y se propagan a las hojas y espigas superiores siempre que el ambiente sea propicio. Es más probable que estas enfermedades se desarrollen en un clima fresco, persistentemente húmedo y nublado (10 a 15 horas). (Madariaga, 2015)

Huéspedes/Distribución: Aunque otros cereales son susceptibles, esta enfermedad afecta principalmente al trigo. Las enfermedades solo se encuentran en las regiones templadas que tienen un clima fresco y húmedo. (Madariaga, 2015)

Importancia: Las infecciones severas que se desarrollan antes de la cosecha pueden resultar en pérdidas significativas por semillas marchitas y pesos hectolítricos reducidos. (Madariaga, 2015)

4.3.4.6 *Ustilago tritici*

Síntomas: Las masas de esporas de carbón reemplazan completamente la inflorescencia, excluyendo el raquis. El viento barre con frecuencia estas teliosporas oscuras, dejando solo el raquis desnudo y otros restos florales. (Prescott *et al* 1986)

Desarrollo: Un embrión de grano en desarrollo se infecta cuando las teliosporas transportadas por el viento se depositan en las flores del trigo y germinan. Hasta que el grano comienza a germinar, el micelio del carbón permanece inactivo en los tejidos embrionarios del grano. En el momento de la floración, el micelio reemplaza los componentes de la espiga con esporas negras al crecer paralelamente al meristema de crecimiento de la planta. Como el período de floración de la planta huésped se prolonga por el clima fresco y húmedo, se fomenta el desarrollo de infecciones y enfermedades.

(Prescott *et al* 1986)

Huéspedes/Distribución: Esta enfermedad se presenta en todas las zonas donde se cultive el trigo. (Prescott *et al* 1986)

Importancia: La cantidad de panojas afectadas por la enfermedad determina cuánto disminuye el rendimiento; en la mayoría de los casos, la incidencia es menor al 1% y casi nunca alcanza el 30% de infección. (Prescott *et al* 1986)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación y descripción del experimento

El presente trabajo se desarrolló después de realizar la cosecha de trigo sembrado durante el ciclo Primavera – Verano 2021 en la zona de Juchitepec (Figuras 1 y 2), Estado de México, donde se realizaron muestreos en 12 parcelas, las cuales cumplieron con un manejo agronómico similar, donde existiera un manejo de labranza de conservación y nulo uso de fungicidas (Tabla 1).

Así mismo, se identificó cuáles de estas presentaron un mayor número de enfermedades fungosas durante el ciclo del cultivo, la determinación de la muestra a tomar en cada parcela se hizo por medio de muestreo aleatorio simple.



Figuras 1 y 2 Parcelas de muestreo en la región de Juchitepec

Tabla 1. Sitios de colecta en la región de Juchitepec, Estado de México, P-V/ 2021

Número	Nombre	Coordenadas	Altura msnm
1	Ayapango (Termo)	19.131584, -98.819813	2425
2	Las calaveras	19.147528, -98.862639	2402
3	Curva Libramiento Juchitepec	19.108077, -98.864304	2521

Número	Nombre	Coordenadas	Altura msnm
4	Cuijingo	19.029684, -98.824389	2316
5	El Llano	19.094279, -98.886879	2785
6	Curva 10 de mayo	19.115617, -98.907663	2857
7	Xochi (Panteón)	19.123628, -98.937027	2891
8	Rancho Acamoles	19.045116, -98.825078	2903
9	Acamoles por el bosque	19.128761, -98.793389	2827
10	CICITEC	19.039895, -98.940376	2864
11	San Agustín	19.076534, -98.92818	2731
12	Nopalera km 44	19.038379, -98.931345	2678

5.2 Diseño del experimento

En espacios de un metro cuadrado, en los meses de diciembre 2021, así como en los meses de marzo y junio del 2022, las muestras tomadas se colocaron en costales para secado de maíz, al cabo de este periodo se tomaron raíces, tallos, hojas e inflorescencias, para hacer aislados de cada una de ellas.

La colecta del material usado para los aislamientos se hizo mediante un muestreo aleatorio simple, tomando muestras de diferentes zonas de la parcela y haciendo una muestra compuesta de las submuestras tomadas, esto para dar uniformidad al material colectado.

En algunas de las parcelas ya se había realizado la cosecha del trigo, por lo que la toma de muestra fue del rastrojo que ya se encontraba seco en el suelo, mientras que en otras parcelas las muestras fueron tomadas de plantas en pie.

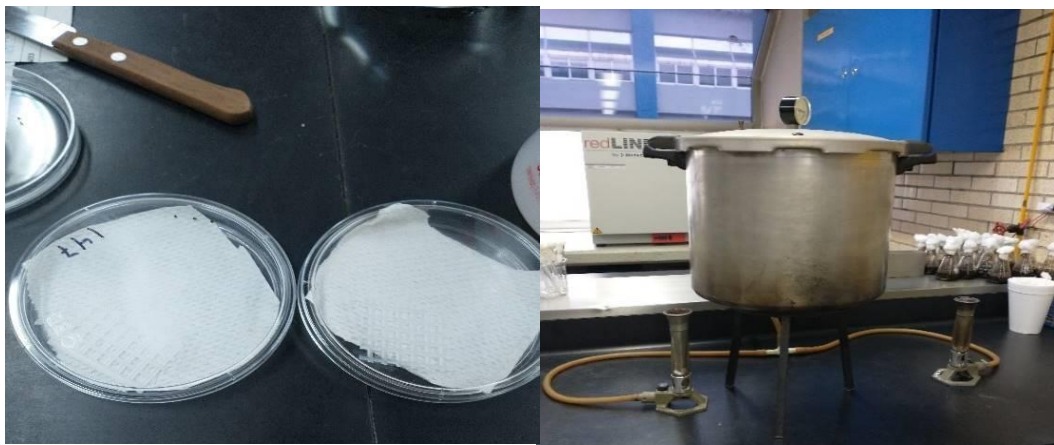
En el laboratorio del Departamento de Parasitología Agrícola, se prepararon los medios de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) al cual se le añadió estreptomicina y cristal violeta para evitar crecimientos bacterianos (Figuras 3-6), además se colocaron las muestras en cajas Petri a modo de cámara húmeda.



Figuras 3 y 4. Material usado en el laboratorio para elaborar medio PDA.

El medio de cultivo se preparó de la siguiente manera:

- Se colocó en la autoclave una cantidad de agua a 1/3 de la capacidad y se puso a calentar mientras se hacía la preparación de medio PDA.
- Con ayuda de una balanza se pesaron 20 gr de Agar dextrosa y papa.
- En cada matraz se colocaron 500 ml de agua (dos matraces)
- En cada matraz se colocaron 20 gr de Agar dextrosa y papa junto con la estreptomicina y el cristal violeta.
- Se les colocó un tapón de algodón limpio y una cubierta de plástico para sellar los matraces.
- Una vez caliente el agua y con los matraces sellados; se colocaron dentro de la autoclave, se selló y se esperó a que alcanzara una temperatura de 121° C (15 psi), y se dejó por 15 min.
- Al término del tiempo se dejó enfriar para poder abrir la autoclave, con el medio caliente se procedió a realizar el vaciado de este dentro de las cajas Petri y se esperó a que se enfriara para poder realizar la siembra del material colectado.



Figuras 5 y 6. Material usado en el laboratorio para elaborar medio PDA.

Se realizaron los aislamientos de los hongos que se encontraron presentes en los mencionados rastros, se procedió a realizar la desinfección de los instrumentos utilizados con alcohol etílico al 95% manteniéndolo sumergido por 5 minutos, el material vegetal del cual se obtuvieron las muestras se trataron con hipoclorito de sodio al 3% durante 3 min, y se enjuagaron con agua destilada dos veces (método freezing blotter) y se secaron con toallas de papel para eliminar el exceso de humedad.

Una vez realizada la siembra de material se dejó en reposo para que se diera el crecimiento de los hongos, una vez que se obtuvieron las muestras se procedió a la purificación de estas.

Se realizaron seis repeticiones por cada muestra obtenida de las parcelas y el mismo número de repeticiones para cada parte de la planta de la cual se tomaron muestras, una vez que se obtuvieron las colonias por medio de la morfología se realizó la identificación y clasificación, lo anterior con el fin de separar los hongos saprofitos y fitopatógenos, esto se hizo por cada colecta que se realizó.

Se realizó la identificación de los hongos encontrados en grano, hoja y tallo con las características de colonia y morfología de las estructuras. En preparaciones con lactofenol al 10%, las cuales se observaron en microscopio compuesto se hicieron las comparaciones con base a Dikson (1956), Wiese (1987), Zillinski (1984), Romero (1993) y Warham (1998)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar el trabajo de laboratorio y realizar la identificación de los hongos presentes en las cajas de medio PDA, así como los identificados en la cámara húmeda se procedió a realizar un análisis considerando un modelo de un diseño completamente al azar; debido a que los datos provienen de un muestreo aleatorio simple.

En cada caso (grano, hoja y tallo) se eliminaron los hongos que no se observaron en las repeticiones, ya que los valores “cero” afectarían la validez del análisis, se consideraron los resultados de la probabilidad del Análisis de Varianza (ANOVA) para la regla de decisión y valor de la diferencia significativa honesta de Tukey, para las comparaciones múltiples de las medias.

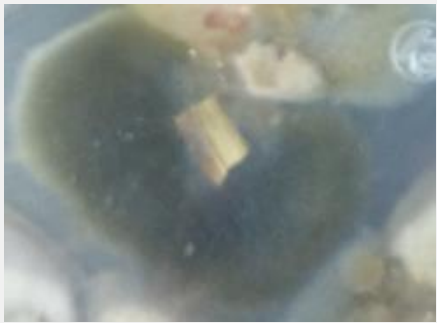
A continuación, se dan las principales características de los hongos fitopatógenos que fueron identificados durante este trabajo, así mismo se incorporan fotografías de las estructuras que se usaron para la identificación de estos.

Tabla 2 Identificación de hongos presentes en las muestras tomadas en la región de Juchitepec, Estado de México, P-V/ 2021

Alternaria spp

Enfermedad	Rastrojo	Estructura	Colonia en Medio PDA
<i>Manchas foliares</i> Distribución <i>Todo el mundo.</i> Importancia <i>Muchas especies son saprófitas, algunas como A. tritieína, causan severas manchas en las hojas y espigas del trigo</i> Cuarentena: A. triticine	Este patógeno tiene una alta importancia en el rastrojo de cosecha de este cereal, en su fase asexual se presenta durante la descomposición dela materia que resulta de la cosecha.		

Aspergillus spp

Enfermedad	Rastrojo	Estructura	Colonia en medio PDA
<i>Pudrición del trigo.</i> Distribución <i>Todo el mundo.</i> Importancia <i>Enfermedad del maíz almacenado. Puede reducir la germinación.</i> Cuarentena: <i>No hay</i>	Este hongo no es conciderado un problema en el rastrojo, auqnue sien el almacenamiento del grano.		

Helminthosporium sativum (Bipolaris specifera)

Enfermedad

Pudrición del pie del trigo

Distribución

Es común en zonas tropicales o subtropicales

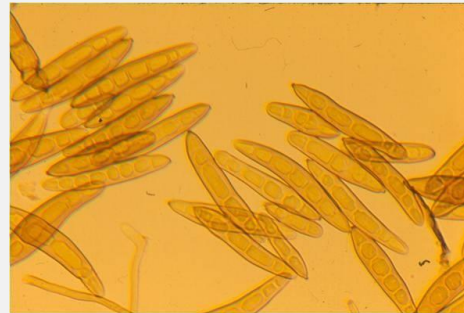
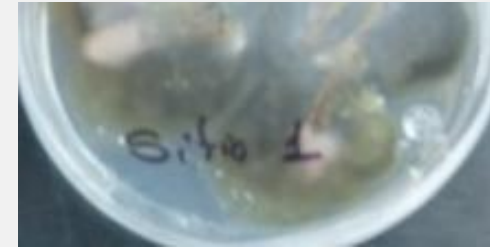
Importancia

No se considera como enfermedad primaria

Cuarentena: No hay

Rastrojo

En Argentina es de muy alta importancia, ya que está considerado como un agente limitante para el cultivo cuando se establece en siembra directa.

Estructura**Colonia en medio PDA**

Cephalosporium spp

Enfermedad

Pudrición carbonosa del tallo del maíz.

Distribución

En todo el mundo.

Importancia

Se presenta cuando en etapas avanzadas del ciclo.

Cuarentena:

Ninguna

Rastrojo

Se mantiene activo en el rastrojo, puede estar presente tanto en el tallo, hojas y granos del trigo.

Estructura**Colonia en medio PDA**

Cladosporium spp

Enfermedad

Mohos negros de la espiga de trigo.

Distribución

Todo el mundo.

Importancia

Esta enfermedad es causada por especies saprófitas y se puede confundir con ataque de insectos, deficiencias nutricionales.

Cuarentena:

Ninguna.

Rastrojo

Se mantiene en el rastrojo de este cereal, sin embargo, solo se presenta cuando las condiciones son óptimas para su desarrollo, puede causar daño comercial. (Lipps, 2008)

Estructura



Colonia en medio PDA

Curvularia spp

Enfermedad

Mancha foliar del trigo

Distribución

Todo el mundo

Importancia

Normalmente se comporta como parásito o saprófito del maíz y el trigo.

Cuarentena:

Ninguna.

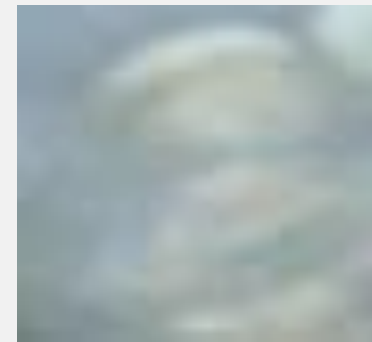
Rastrojo

Es un organismo oportunista que puede mantenerse en materia vegetal como lo son pastos y restos de cosecha.

Estructura



Colonia en medio PDA



Fusarium graminearum

Enfermedad

Tizón de la plántula.

Distribución

Todo el mundo.

Importancia

Baja importancia el rendimiento en el trigo ya que provoca la esterilidad de las flores

Cuarentena:

Egipto.

Rastrojo

El ciclo de vida del patógeno se completa cuando el inóculo está en el suelo. De ahí se liberan las ascosporas al aire que forman estructuras de reproducción sexual, al entrar en contacto con el grano durante la floración, inicia la infección.

Estructura

Colonia en medio PDA



Fusarium nivale

Enfermedad

Tizón de la espiga de trigo.

Distribución

Ampliamente distribuido en el mundo.

Importancia

Importante patógeno del trigo, especialmente en regiones

Rastrojo

Se encuentra como micelio o periteciosen las espigas infectadas que caen al suelo, de ahí estas estructuras se diseminan por medio del viento o la lluvia.

Estructura



Colonia en medio PDA



templadas,
Cuarentena:
Restricciones En
Brasil.

Heterosporium spp

Enfermedad

Tizón

Distribución

Todo el mundo

Importancia

Tiene una amplia
gama de huéspedes.

Cuarentena:

No hay

Rastrojo

Se puede encontrar
en las semillas que
caen al suelo,
formando moho en
las semillas o como
mancha foliar de
color gris.

Estructura



Colonia en medio PDA



Mucor spp

Enfermedad

Mucor

Distribución

Amplia distribución

Importancia

Es un hongo
saprofita, que es
peligroso al ser
humano

Cuarentena:

No hay

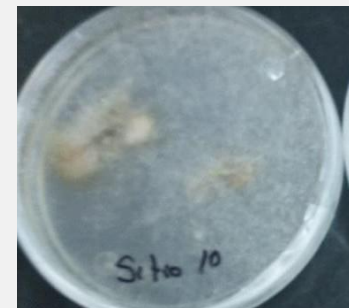
Rastrojo

Solo se encuentra en
el rastrojo como un
saprofita de este
cultivo.

Estructura



Colonia en medio PDA



Penicillium spp

Enfermedad

Moho del trigo en el almacenamiento.

Distribución

Todo el mundo.

Importancia

Provoca pérdidas mínimas. Sin embargo, en condiciones de alta humedad y temperatura es muy agresiva.

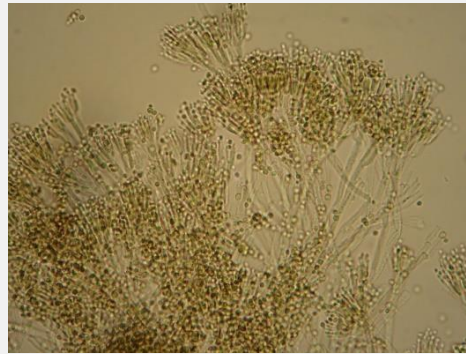
Cuarentena:

No hay

Rastrojo

Es de importancia baja, ya que no es un patógeno del trigo, pero puede producir toxinas que son de importancia médica.

Estructura



Colonia en medio PDA



Puccinia striiformis

Enfermedad

Roya amarilla

Distribución

Todo el mundo

Importancia

Una de las principales enfermedades del trigo y la cebada.

Cuarentena

No hay

Rastrojo

Se pueden apreciar estrías sobre la hoja, además se pueden observar pústulas la vaina, cuello y gluma.

Estructura



Presencia en hoja



Puccinia graminis f. sp tritici

Enfermedad

Roya del tallo

Distribución

Todo el mundo

Importancia

Ataca las plantas desde temprana edad y continua hasta la madurez del cultivo, debido a su ataque baja el rendimiento.

Cuarentena

No hay

Rastrojo

Se observan pústulas en ambas caras de la hoja, tallo y espigas, la zona toma una apariencia áspera y agrietada.

Estructura



Presencia en tallo



Rhizoctonia spp

Enfermedad

Pudrición de la raíz

Distribución

Todo el mundo

Importancia

Comúnmente es saprofita, forma esclerocios, tiene muchos hospedantes; disminuye la productividad de los cultivos, ya que ataca hojas, tallos, raíz y semillas

Cuarentena

No hay

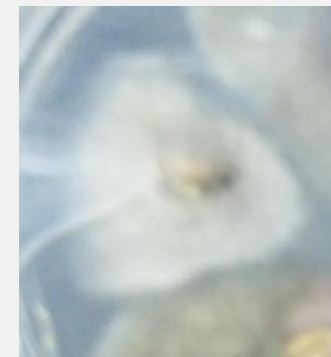
Rastrojo

En el tallo y hojas se podrá apreciar manchas circulares con la orilla más oscura que el centro, en la raíz el daño es de color café.

Estructura



Colonia en medio PDA



Rhizopus spp

Enfermedad

Pudrición de la mazorca del maíz

Distribución

Todo el mundo

Importancia

Es importante en el almacenamiento si se tienen condiciones de temperatura y humedad altas

Cuarentena:

Ninguna.

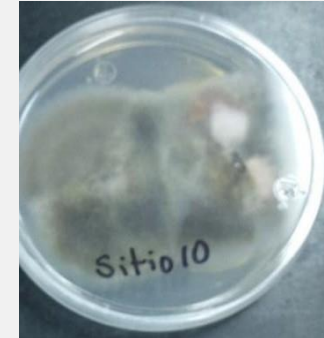
Rastrojo

Es considerado un hongo saprofita, por lo que el daño en el cultivo no es de importancia.

Estructura



Colonia en medio PDA



Septoria tritici

Enfermedad

Tizón del trigo.

Distribución

Todo el mundo

Importancia

Produce pérdidas importantes en el desarrollo de la espiga.

Cuarentena:

En regiones de Europa existen restricciones

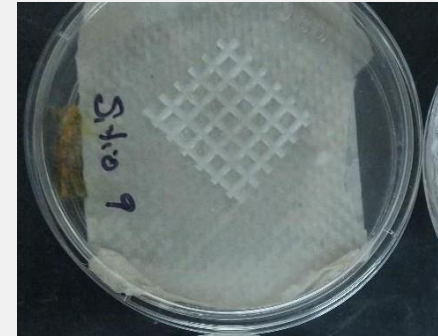
Rastrojo

Las lesiones son lineales, afecta solo las partes de la planta que están sobre el suelo, el centro es necrótico.

Estructura



Prencencia en tallo



Ustilago tritici

Enfermedad

Carbón de la mazorca del maíz.

Distribución

Todo el mundo.

Importancia

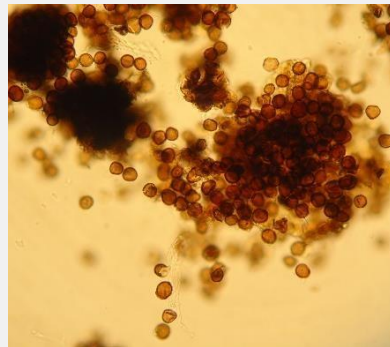
En general las pérdidas por este hongo son pocas

Cuarentena: Existen restricciones en Chile y Egipto.

Rastrojo

El daño se puede observar en los granos, los cuales muestran masas de color negro, endañados severos; en la espiga se podrá observar solo el raquis de la inflorescencia.

Estructura



Presencia en grano



6.1 Análisis de varianza en cámara húmeda

El análisis se realizó mediante un diseño completamente al azar, ya que los datos obtenidos se obtuvieron a partir de un muestreo simple en parcelas preseleccionadas.

En cada caso (grano, hoja y tallo) se eliminaron los datos que no se observaron en ninguna réplica, ya que un valor nulo introduciría ambigüedad y afectaría la validez del análisis. Los datos obtenidos se presentan a continuación:

Para la frecuencia de expresión de los hongos identificados con los datos obtenidos en las muestras y con el análisis por medio de SAS, se comprobó para el caso de hongos en la Cámara Húmeda (Cuadro 1) que *Helminthosporium sativum* en el caso de grano, es el hongo que obtuvo una mayor presencia en todas las parcelas, después se encontró *Alternaria* y seguido de éste se identificó a *Ustilago tritici*.

CUADRO 1 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN GRANO EN CÁMARA HÚMEDA

AGRUPACIÓN TUKEY MEDIA	Hongo
7.1667 A	<i>Helminthosporium sativum</i>
6.5000 A	<i>Alternaria</i>
3.0000 B	<i>Ustilago tritici</i>
2.3333 CB	<i>Nigrospora</i>
1.6667 CBD	<i>Cladosporium</i>
1.5000 CBD	<i>Corvularia</i>
1.0000 CD	<i>Cephalosporium</i>
0.8333 CD	<i>Puccinia striiformis</i>
0.8333 CD	<i>Septoria</i>
0.6667 CD	<i>Heterosporium</i>
0.5000 D	<i>Fusarium nivale</i>
0.3333 D	<i>Rhizoctonia solani</i>
PROBABILIDAD <0.001	
DMS 1.6864	

De igual manera como en el caso anterior, para el caso de hongos en la hoja (Cuadro 2) los datos de las medias indican que el hongo con mayor presencia en las muestras que se tomaron y que fueron colocadas en cámara húmeda es *Alternaria* con un 23.14 %, seguido de *Helminthosporium sativum* y posteriormente *Puccinia striiformis*; aquí se encontró a una de las royas más comunes que atacan al cultivo en cuestión.

CUADRO 2 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN HOJA EN CÁMARA HÚMEDA		
AGRUPACIÓN TUKEY		HONGO
MEDIA		
4.6667	A	<i>Alternaria</i>
4.0000	A	<i>Helminthosporium sativum</i>
4.0000	A	<i>Puccinia striiformis</i>
4.0000	A	<i>Septoria</i>
1.3333	A	<i>Ustilago tritici</i>
1.0000	B	<i>Nigrospora</i>
0.5000	B	<i>Heterosporium</i>
0.5000	B	<i>Cephalosporium</i>
0.1667	B	<i>Fusarium nivale</i>
PROBABILIDAD <0.0001		
DMS	1.9116	

Para el caso de las muestras en tallo colocadas en la cámara húmeda (Cuadro 3) se encontró que los hongos con mayor presencia en estas son *Helminthosporium sativum* con el 19.83 %, seguido de *Alternaria* y *Calonectria* este último una fase de *Fusarium* que debe contar con condiciones ambientales muy específicas para que se pueda presentar.

CUADRO 3 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN TALLO EN CÁMARA HÚMEDA		
AGRUPACIÓN TUKEY		HONGO
MEDIA		
4.0000	A	<i>Helminthosporium sativum</i>
3.0000	A	<i>Alternaria</i>
1.3333	B	<i>Calonectria</i>

CUADRO 3 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN TALLO EN CÁMARA HÚMEDA	
AGRUPACIÓN TUKEY MEDIA	HONGO
1.1667 B	<i>Fusarium nivale</i>
0.8333 B	<i>Nigrospora</i>
0.6667 B	<i>Heterosporium</i>
0.5000 B	<i>Puccinia tritici</i>
0.3333 B	<i>Ustilago tritici</i>
0.3333 B	<i>Cephalosporium</i>
0.1667 B	<i>Puccinia striiformis</i>
PROBABILIDAD <0.0001	
DMS 1.2484	

6.2 Análisis de medias de datos en medio PDA

El análisis se realizó considerando un modelo en Diseño Completamente al Azar, debido a que los datos que se obtuvieron provienen de muestreos realizados en parcelas ya previamente seleccionadas.

En cada caso (Grano, Hojas y Tallo) se eliminaron los hongos que no tuvieron observaciones en ninguna de las repeticiones, ya que los valores cero causan confusión y afectan la validez del Análisis.

Se puede observar en el Cuadro 4 que para el caso de hongos en el grano en medio PDA que la presencia de *Rhizoctonia* y *Fusarium graminearum* dominaron en cuanto a valores de las medias, seguidos por *Helmintosporium sativum*.

CUADRO 4 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN GRANO EN MEDIO PDA	
AGRUPACIÓN TUKEY MEDIA	HONGO
3.0000 A	<i>Rhizoctonia</i>
2.6667 A	<i>Fusarium graminearum</i>
1.8333 BA	<i>Helmintosporium sativum</i>
1.1667 BC	<i>Alternaria</i>
1.0000 BC	<i>Aspergillus</i>
1.0000 BC	<i>Nigrospora</i>

CUADRO 4 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN GRANO EN MEDIO PDA	
AGRUPACIÓN TUKEY MEDIA	HONGO
0.6667 BC	<i>Mucor</i>
0.5000 BC	<i>Bipolaris specifera</i>
0.5000 BC	<i>Corvularia</i>
0.5000 BC	<i>Heterosporium</i>
0.5000 BC	<i>Cephalosporium</i>
0.3333 C	<i>Penicillium</i>
0.1667 C	<i>Rhizopus</i>
PROBABILIDAD <0.0001	
DMS 1.36	

Se puede observar en el Cuadro 5 que para el caso de hongos en la hoja en medio PDA se observa que la presencia de *Helminthosporium sativum* y de igual manera en los datos anteriores se determinó que este hongo se presentó en el 51.93% de los sitios muestreados así que esto es semejante a la cantidad de inóculo que se encuentra en el rastrojo, lo que indica que en condiciones favorables dicho patógeno se conserva para el año siguiente, este es seguido de *Fusarium graminearum* y *Fusarium nivale* este último también requiere de ciertas condiciones específicas de clima y altura para poderse presentar.

CUADRO 5 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN HOJA EN MEDIO PDA	
AGRUPACIÓN TUKEY MEDIA	HONGO
6.6667 A	<i>Helminthosporium sativum</i>
2.3333 B	<i>Fusarium graminearum</i>
1.0000 C	<i>Fusarium nivale</i>
0.6667 C	<i>Alternaria</i>
0.6667 C	<i>Rhizoctonia</i>
0.5000 C	<i>Corvularia</i>
0.5000 C	<i>Heterosporium</i>
0.5000 C	<i>Bipolaris specifera</i>
PROBABILIDAD <0.0001	
DMS 0.915	

En el Cuadro 6 se observa que para el caso de hongos en el tallo en medio PDA, la presencia de *Helmintosporium sativum* fue de mayor magnitud y de igual manera en los datos anteriores se determinó que este hongo se presentó en el 51.93% de los sitios muestreados, así que esto es semejante a la cantidad de inóculo que se encuentra en el rastrojo, lo que indica que en condiciones favorables dicho patógeno se conserva para el año siguiente, éste es seguido de *Fusarium graminearum*, *Alternaria* y *Nigrospora*.

CUADRO 6 COMPARACIÓN DE MEDIAS POR INCIDENCIA DE HONGOS EN TALLO EN MEDIO PDA		
AGRUPACIÓN TUKEY		HONGO
MEDIA		
2.0000	A	<i>Helmintosporium sativum</i>
1.5000	A	<i>Fusarium graminearum</i>
0.5000	B	<i>Alternaria</i>
0.5000	B	<i>Nigrospora</i>
PROBABILIDAD <0.0001		
DMS 0.7665		

6.3 Identificación de hongos en tallo, hoja y grano en cámara húmeda.

En las muestras de trigo en el tallo se identificaron en cámara húmeda, en su mayoría hongos fitopatógenos (Figura 7), de los cuales los hallados en las muestras fueron: *Alternaria* (24.32%), *Cephalosporium* (2.48%), *Fusarium nivale* (0.83%), *Helmintosporium sativum* (19.83%), *Heterosporium* (5.41%), *Puccinia striiformis* (1.35%), *Puccinia tritici* (4.05%), *Ustilago tritici* (2.7%) y como saprófito se encontró a *Nigrospora* (6.76%) (Figura 8).



Figura 7 Cámara húmeda con muestras de tallo del sitio 10

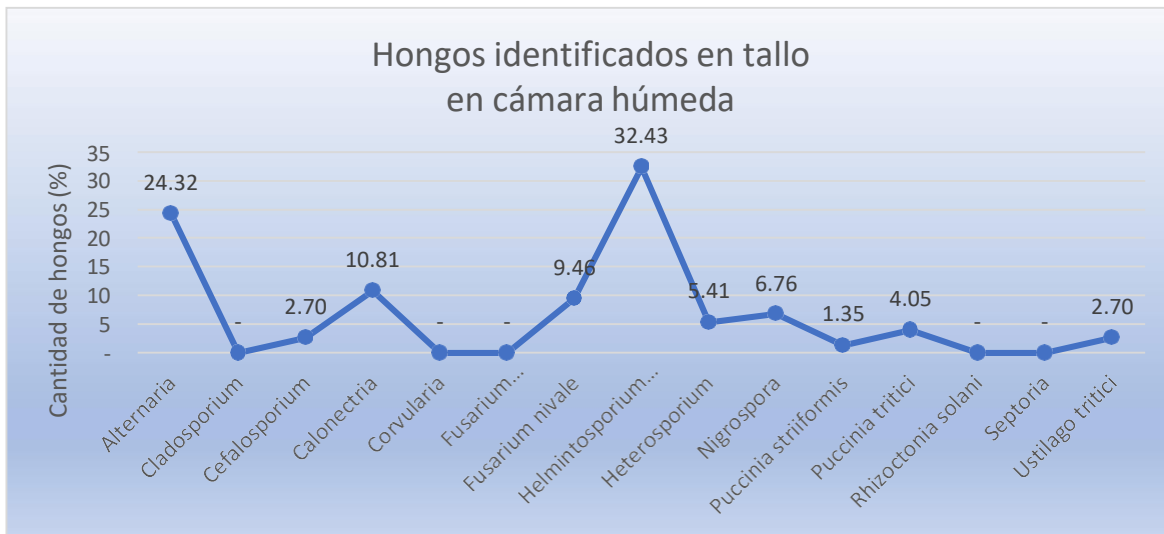


Figura 8 Porcentaje de los hongos identificados en las muestras de tallos en cámara húmeda

En las muestras del rastrojo en la parte de la hoja en cámara húmeda (Figura 9), fueron hallados los siguientes hongos fitopatógenos: *Alternaria* (23.14%), *Cephalosporium* (2.7%), *Calonectria* (10.81%), *Fusarium nivale* (9.46%), *Helminthosporium sativum* (32.43%), *Heterosporium* (2.48%), *Puccinia striiformis* (19.83%), *Septoria* (19.83%), *Ustilago tritici* (6.61%) y como saprofito se encontró a *Nigrospora* (4.95%). (Figura 10).



Figura 9 Muestra de hoja del sitio 4 en cámara húmeda

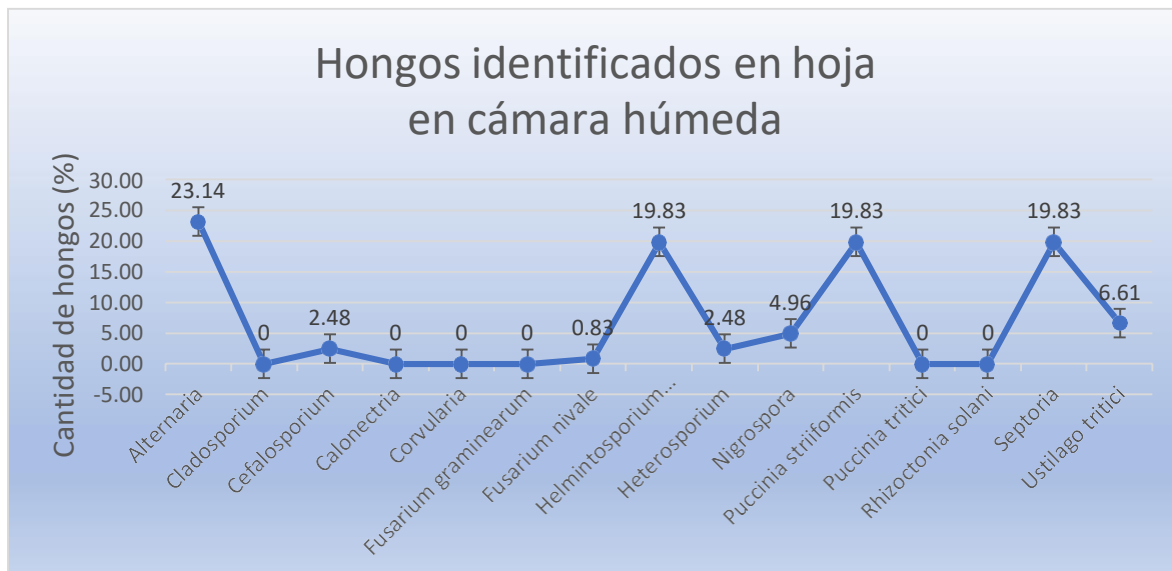


Figura 10 Porcentaje de los hongos identificados en las muestras de tallos en cámara húmeda

Para las 12 muestras del rastrojo de trigo en el grano se identificaron en cámara húmeda (Figura 11) hongos fitopatógenos hallados en las muestras fueron: *Alternaria* (24.68%), *Cladosporium* (6.33%) *Cephalosporium* (3.8%), *Corvularia* (5.7%), *Fusarium nivale* (1.9%), *Helminthosporium sativum* (27.21%), *Heterosporium* (2.53%), *Puccinia striiformis* (3.16%), *Septoria* (3.16%), *Ustilago tritici* (11.39%) y como saprófito se encontró a *Nigrospora* (8.86%). (Figura 12).



Figura 11. Muestra de grano en cámara húmeda.

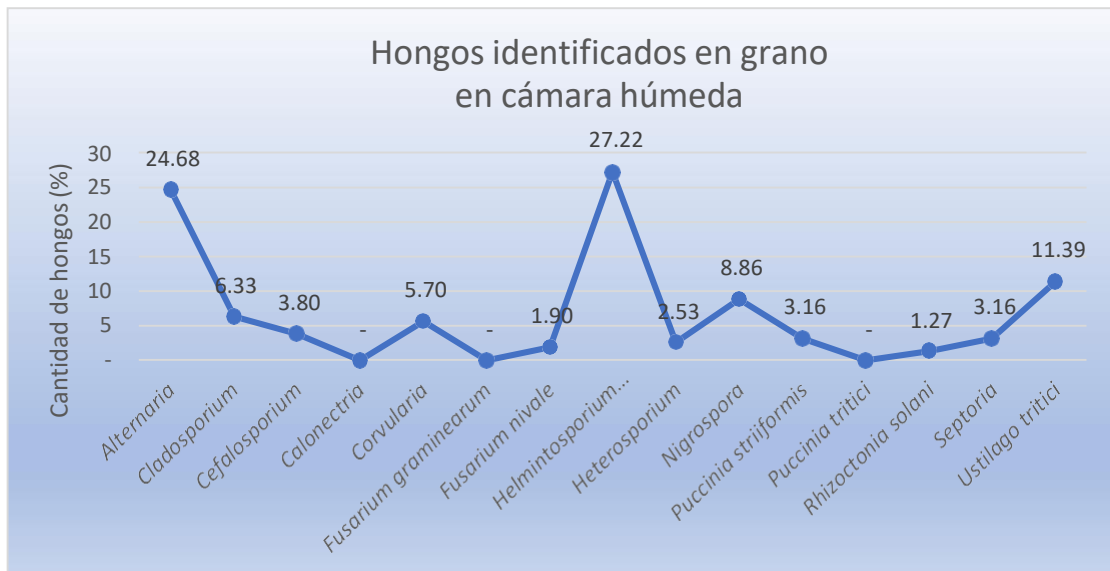


Figura 12 Porcentaje de los hongos identificados en las muestras de granos en cámara húmeda

6.4 Hongos presentes en tallo, hoja y grano en incubados en medio PDA.

Dentro de las muestras de grano se identificaron en medio PDA (Figura 13 y 14) los siguientes hongos fitopatógenos: *Alternaria* (8.43%), *Bipolaris specifera* (3.6%), *Corvularia* (3.6%), *Fusarium graminearum* (19.27%), *Helminthosporium sativum* (13.25%), *Heterosporium* (3.6%), *Rhizoctonia* (21.68%), *Mucor* (4.81%), *Rhizopus* (1.20%), *Cephalosporium* (3.61%), y como saprófitos se encontró a *Penicillium* (2.40%), *Aspergillus* (7.22%) y *Nigrospora* (8.86%). (Figura 15).

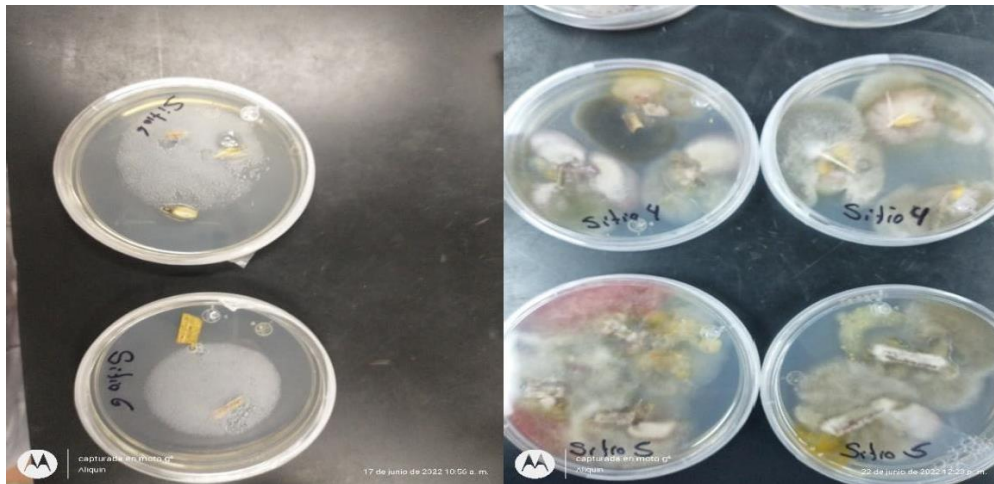


Figura 13 y 14. Crecimiento de hongos en el medio PDA.

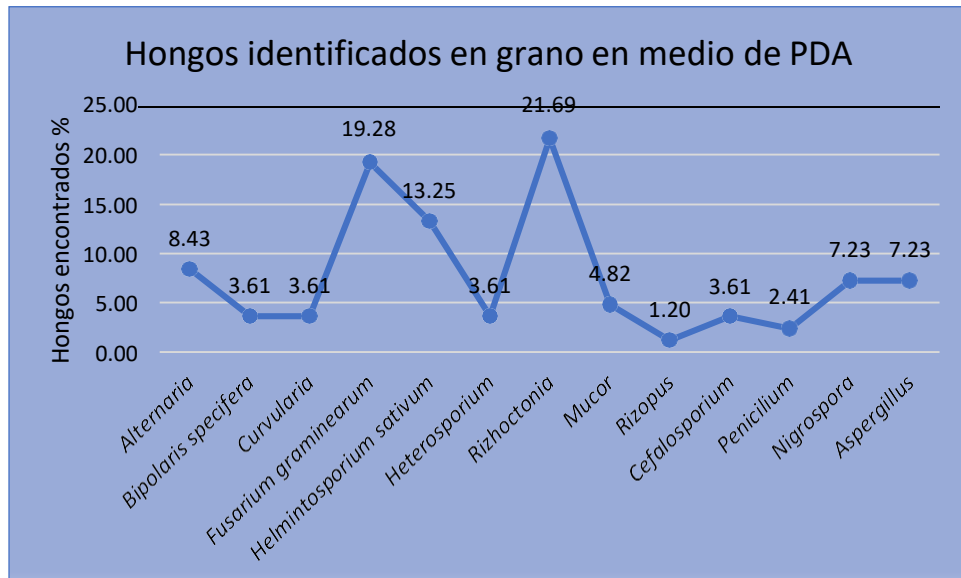
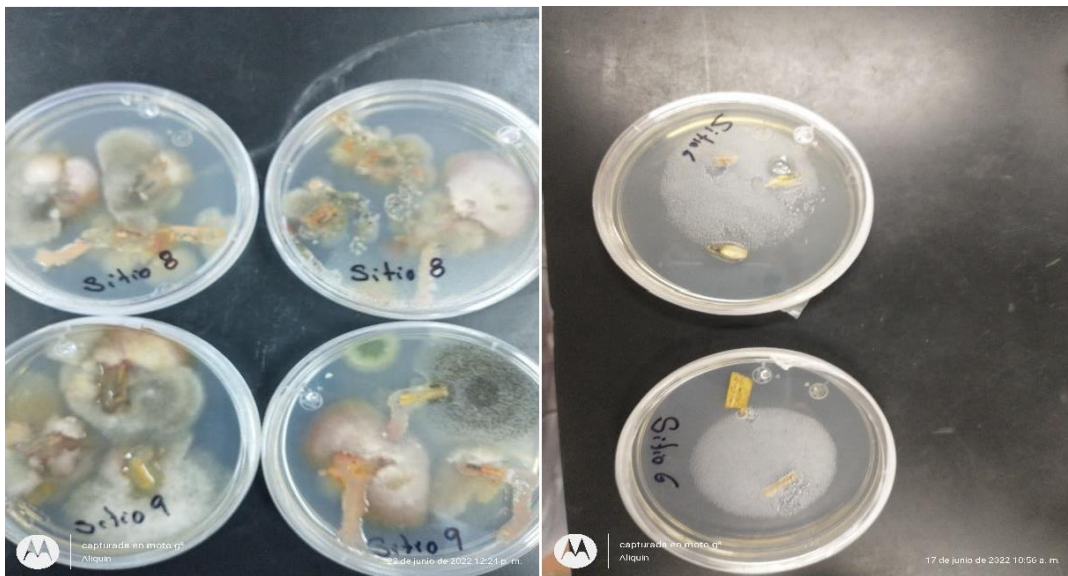


Figura 15. Hongos identificados en grano en medio PDA.

En las muestras del rastrojo de hoja de trigo en medio PDA (Figuras 16 y 17) se identificaron los hongos fitopatógenos: *Alternaria* (5.19%), *Bipolaris specifera* (3.9%), *Corvularia* (3.9%), *Fusarium graminearum* (18.18%), *Fusarium nivale* (7.79%) *Helminthosporium sativum* (51.95%), *Heterosporium* (3.9%) y *Rhizoctonia* (5.19%). (Figura 18).



Figuras 16 y 17 Muestra de hojas de trigo en el PDA.

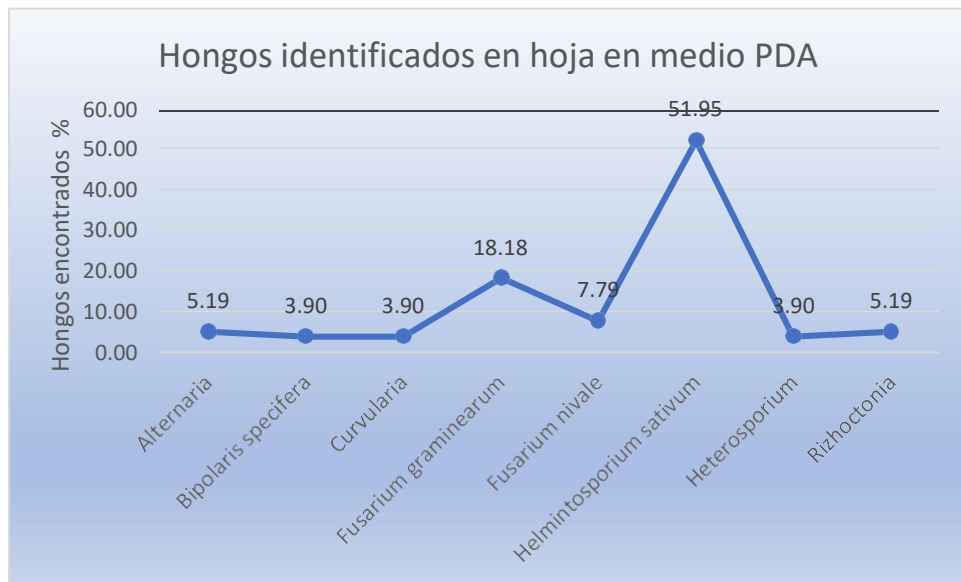


Figura 18. Porcentaje de los hongos identificados en las muestras de granos en medio PDA.

En las muestras de tallo de trigo colocadas en medio PDA (Figura 19) se obtuvieron los hongos fitopatógenos siguientes: *Alternaria* (11.11%), *Fusarium graminearum* (33.33%), *Helminthosporium sativum* (44.44%), y como saprófito se encontró a *Nigrospora* (11.11%). (Figura 20).

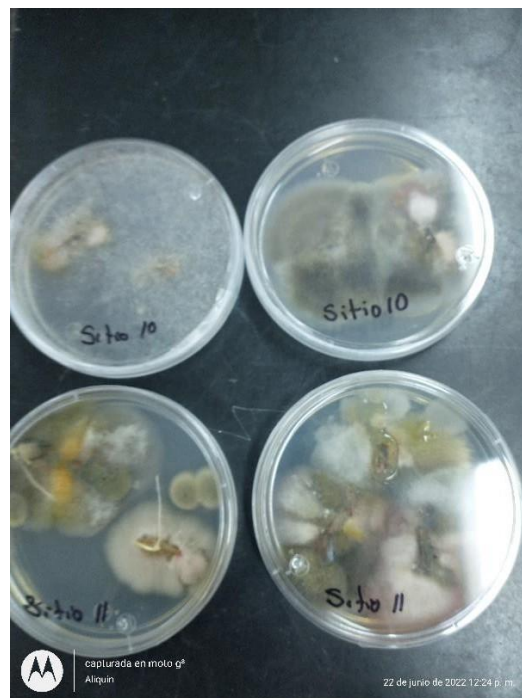
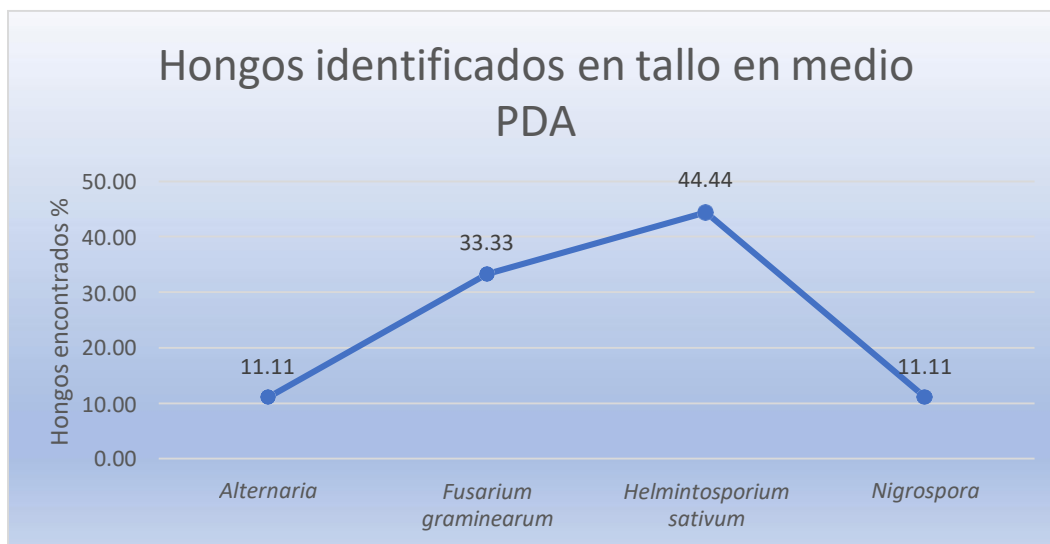


Figura 19. Hongos en tallo en medio PDA.



AI

Figura 20. Hongos identificados en las muestras de tallo en medio PDA.

finalizar el análisis en laboratorio se encontró que los hongos identificados fueron los mismos que estuvieron presentes durante los seis meses del experimento, por lo que podemos suponer que los hongos fitopatógenos detectados se encuentran inactivos en el rastrojo de trigo, una vez teniendo las condiciones idóneas para su desarrollo y el cultivo existe una probabilidad de que estas enfermedades se presenten.

Con base en los resultados en el ambiente de la cámara de humedad y PDA, se debe trabajar cuidadosamente para desarrollar una estrategia para reducir la cantidad de inóculo contenido en las parcelas, también teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas que se presentan en la región de Juchitepec; sirve para implementar medidas que puedan prevenir o reducir las pérdidas causadas por las enfermedades del trigo.

Considerar fechas de siembra para romper el ciclo de infección, acelerar o retrasar esta actividad enfocándose en los patógenos que aparecen con mayor frecuencia en los resultados de la prueba ANOVA donde obtuvieron los valores más altos como lo fue *Helminthosporium sativum* que se presentó en las doce parcelas muestreadas.

6.5 Discusión general

Se puede observar que se identificaron hongos fitopatógenos asociados al rastrojo de trigo, lo que indica que estas enfermedades pueden mantenerse activas para desarrollarse en el siguiente ciclo.

En la región de Juchitepec los géneros de hongos más frecuentes fueron *Alternaria*, *Fusarium* y la especie *Helminthosporium sativum* (Bautista et, al. 2011),

lo que indica que estos pueden estar presentes en los residuos de cosecha y presentarse en el ciclo siguiente del cultivo. Otro de menor importancia, pero también presente fue *Corvularia* (Sandoval *et al* 2012).

Fusarium es uno de los géneros más importantes debido a la gran cantidad de hospederos que tiene, este hongo también se encontró con frecuencia presente en los granos de trigo (Sandoval *et al* 2012), debido a esto es de suma importancia dicha enfermedad, pues si la semilla se usa para siembra del siguiente ciclo puede ocasionar daño a la raíz de la plántula, este género al ser cosmopolita puede encontrarse como habitante natural del suelo (Mariscal *et al*, 2020).

Alternaria se aisló del grano en la mayoría de las muestras que se tomaron, lo que nos indica que es una de las principales enfermedades que afectan el rendimiento del trigo (Bautista *et, al.* 2011).

En la región de Juchitepec se produce trigo de temporal, lo anterior, ayuda a que *Helminthosporium sativum* sea el hongo con mayor frecuencia en todos los sitios de muestreo atacando tanto grano como tallo (Bautista *et, al.* 2011), otra enfermedad importante perteneciente a los tizones es *Septoria tritici* que llega producir hasta un 40% de pérdida y manchado del grano (Mariscal *et al*, 2020).

Además de los hongos fitopatógenos que se identificaron en este trabajo, podemos observar que también se encuentran presentes especies saprófitas como *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium* (Bautista *et, al.* 2011), *Nigrospora*, siendo este último el más frecuentemente encontrado en las muestras del medio PDA.

Dentro del conjunto de hongos fitopatógenos que se aislaron de las muestras recolectadas, también se puede observar la presencia de dos de las enfermedades más importantes en el cultivo de trigo como lo son las royas *Puccinia striiformis* y *P. tritici* (Mariscal *et al*, 2020)

VII. CONCLUSIONES

- **Hongos en grano:** se pudieron identificar 20 especies de hongos en los aislamientos de grano que se hicieron, sin embargo, la cantidad que se encontró en cada una de las repeticiones tuvo que ver en la forma que se realizó el crecimiento de estos (medio PDA o Cámara Húmeda) además se identificaron 3 especies de hongos saprófitos.

Alternaria, Aspergillus, Bipolaris specifera (Helminthosporium sativum), Cephalosporium, Cladosporium, Corvularia, Fusarium graminearum, Fusarium nivale (Calonectria), Heterosporium, Mucor, Nigrospora, Penicillium, Puccinia striiformis, Puccinia tritici, Rhizoctonia, Rhizopus, Septoria, Ustilago tritici.

- **Hongos en hoja:** En estos aislamientos se pudieron identificar 13 especies de hongos fitopatógenos y una especie de saprófitos, esto de igual manera y dependiendo de la zona en la que el hongo ataque al trigo aquí se observó una reducción del número de patógenos encontrados en las muestras.

Alternaria, Bipolaris specifera, Corvularia, Cephalosporium, Fusarium graminearum, Fusarium nivale, Helminthosporium sativum, Heterosporium, Nigrospora, Puccinia striiformis, Rhizoctonia, Septoria, Ustilago tritici.

- **Hongos en tallo:** En estos aislamientos se identificaron 10 hongos de los cuales 9 son fitopatógenos y uno es saprófito.

Alternaria, Fusarium graminearum, Helminthosporium sativum, Cephalosporium, Calonectria, Fusarium nivale, Heterosporium, Puccinia striiformis, Ustilago tritici, Nigrospora.

- Una vez revisados los datos y las formas en que los hongos están dispuestos según la parte de la planta que ataquen, se puede notar que en el grano se encuentra el mayor número de hongos presentes.
- En todas las muestras colectadas se puede observar la presencia de *Helminthosporium sativum, Alternaria* y *Fusarium*; lo que indica que estas especies son las que se encuentran en mayor cantidad en la zona de Juchitepec, así como también las más eficientes para poder propagarse por cualquier tipo de resto de la planta que se mantenga en el suelo.
- Se puede notar con claridad que las especies que pertenecen a las royas solo se detectaron en las partes del tallo y hojas de las plantas; además de que el desarrollo de éstas solo se dio en las cámaras húmedas por lo que se da por entendido que al ser parásitos obligados resurgen de su estado de latencia al presentarse condiciones de humedad y calor adecuados.
- A pesar de que las muestras tomadas en campo se tuvieron en condiciones de laboratorio similares a las idóneas en las parcelas, durante el tiempo

aproximado de 6 meses de observación, estos hongos fitopatógenos se seguían mostrando activos en condiciones favorables para su desarrollo.

VIII. LITERATURA CITADA

- ¿Por qué el trigo es un grano tan valioso?, SADER, 2023 <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/por-que-el-trigo-en-grano-es-tan-valioso#:~:text=Se%20le%20considera%20al%20trigo,la%20dieta%20de%20los%20mexicanos.>
- Baker, C.J. 1970. Influence of environmental factor son development of symptoms on wheatseedlings grownfrom seed infectedwith *Leptosphaeria nodorum*. *Trans. Br. Mycol. Soco* 55 (3): 443-447.
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. (2006) Illustrated genera of imperfect fungi, 4th Edition, The American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota.
- Barran, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. Robert E. Kreiger Publishing Co., USA.
- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Ca., USA.
- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. Robert E. Kreiger Publishing Ca., USA.
- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., USA.
- Bautista EME, Leyva MSG, Villaseñor MHE, Huerta EJ y Mariscal ALA. 2011. Hongos asociados al grano de trigo sembrado en áreas del centro de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 29:175-177.
- Benoit, M.A. Y Mathur, S.B. 1970. Identification of species of *Cutvuuute* on riceseed. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 35 (1): 99- 19.
- Bonjean, A.P., and W.J. Angus (2001). *The World Wheat Book: a history of wheat breeding*. Lavoisier Publ., Paris. 1131 pp.
- CESAVER, 2019. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Guanajuato. Campaña en manejo fitosanitario de cultivos básicos.
- CMI 1983. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 741. Acremonium ki/jense*. CAB, UK.
- CMI. 1965. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 74. Sphacelotheca sorghi*. CAB, UK.
- CMI. 1965. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 73. Sphacelotheca reiliana*. CAB, UK.
- CMI. 1966. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 86. Leptosphaeria nodorum*. CAB, UK.
- CMI. 1966. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 91. Aspergillus flavus*. CAB, UK.

- CMI. 1971. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No.309. Micronectriella nivalis*. CAB, UK.
- CMI. 1973. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 384. Gibberella zeae*. CAB, UK.
- CMI. 1977. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 524, Rhizopus stolonate*: CAB, UK.
- CMI. 1977. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 525, Rhizopus oryzae*. CAB, UK.
- Ellis, M.B. 1966. Dematiaceous hyphomycetes. VII. *Cutvutetie, Brachysporium*, etc. *CMI Mycological Papers*, No. 106.
- Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. CMI, UK.
- Erick De Wolf, Kansas State University; Tim Murray, Washington State University; Pierce Paul, The Ohio State University; Larry Osborne, South Dakota State University; and Albert Tenuta, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Universidad estatal de Oklahoma, Identificando a las royas de trigo y cebada, abril 2017, L-329 disponible en: <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/identificando-a-las-royas-del-trigo-y-cebada.html>
- FAO 2022, Agricultura de conservación. Roma, Italia. www.fao.org/3/cb8350es/cb8350es.pdf
- Gams, W. 1971. *Cepha/osporium artige Schimme/pilze (Hyphomycetes)*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany.
- Govaerts, B. Mezzalama, M. Sayre, K. Crossa, J. Nicol, J. and Deckers, J. 2005. Long-term consequences of tillage, residue management, and crop rotation on maize/wheat root rot and nematode populations in subtropical highlands. *Applied Soil Ecology*. 32: 305-315.
- Ireta, J.M., Gilchrist, L.S, 1994, Roña o tizón de la espiga del trigo (*Fusarium graminearum Schwabe*), WPSR, No. 21^a. Kreiger Publishing Co., USA.
- Kuhar, F, Castiglia, V. y Papinitti, L. 2013. Reino Fungi: Morfologías y estructuras de los hongos. *Revista Boletín Biológica* No. 28 año 7 pag. 11-18
- Limón, O. A., Ochoa, B. J. G., Jiménez. R. R., y Espitia, R. E. 2006. Sistema de siembra en camas permanentes para trigo; equipo de siembra necesario y 11 manejo básico del cultivo. Tlaxcala, Tlax., México, Inifap, CIRCE, CE-Tlaxcala. Folleto Técnico No. 26. 16 p.
- Lipps, Patrick. "Cephalosporium Raya de Trigo". La Universidad Estatal de Ohio. Archivado desde el original el 13 de abril de 2008. Consultado el 21 de septiembre de 2008.
- Madariaga, B. R., 2015, Rastrojos y su relación con las enfermedades del trigo, Chillan: INIA Quilamapu. Boletín INIA – Instituto de investigaciones Agropecuarias. No. 308. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7863>

- Malone, J.P. Y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.
- Mariscal, A.L.A, Héctor E. Villaseñor, M.H.E, Solís, M.E., Hortelano, SR, R, Martínez, C.E., Efecto de fungicidas sobre caracteres agronómicos, rendimiento y tizones foliares en trigo de temporal en México, INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México. INIFAP, Campo Experimental Valle de México, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México.
- McGee, D.C. 1988. Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists. APS Press, USA.
- McGee, O.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.
- Morillo, P.F, 1978, Enfermedades del trigo, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, No. 8. Disponible en https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1978_08.pdf
- Nath, R., Neergaard, P. y Mathur, S.B. 1970. Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. *Proc. Int.*
- 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.
- Ramos Cuellar, Salvador (18 de abril de 2022). Ventaja de sembrar en camas permanentes. CIMMYT. Recuperado el día 20 de septiembre de 2022 de <https://idp.cimmyt.org/ventajas-de-sembrar-en-camas-permanentes/>
- Raper, K.B. Y Fennell, D.I. 1973. The Genus *Aspergillus*. Robert E.
- Richardson, M.J. Noble, M. 1970. *Septoria* species on cereals a note to aid their identification. *Plant Pathology* 19: 159-163.
- Rivas, Lina María, Programa de Magíster en Microbiología, Universidad de Chile, 2014. Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v31n5/art13.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v31n5/art13.pdf)
- Sandoval Martínez, E., Leyva Mir, S. G., Villaseñor Mir, H. E., Rodríguez García M. F. y Mariscal Amaro, L. A. 2012. Diversidad de hongos en semilla de trigo de temporal. *Revista Mexicana de Fitopatología* 30:145-149.
- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., Esker, P., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., McRoberts, N. & Nelson, A. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*, 3, 430-439.
- Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed*
- *Seed Test. Assoc.* 35 (1): 121-144. Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.
- Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

- SIAP. 2019. Trigo forrajero verde. Edición Internet. [extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.gob.mx%2Fcms%2Fuploads%2Fattachment%2Ffile%2F501178%2FTrigo_forrajero_verde_compressed.pdf&clen=2242496&chunk=true](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.gob.mx%2Fcms%2Fuploads%2Fattachment%2Ffile%2F501178%2FTrigo_forrajero_verde_compressed.pdf&clen=2242496&chunk=true)
- SIAP. 2020. Datos Abiertos. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Simmons, E.G. 1967. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*. *Mycologia* 59:6792. Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.
- Simon, Maria Rosa; Fleitas, María Constanza, *Enfermedades del trigo*, fecha de revisión 2022 disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/92076/mod_resource/content/1/cap%C3%ADtulo%20enfermedades%20del%20trigo%20libro%20cereales.pdf
- Smiley, R.W., Collins, H.P.; AND uddin, W. 1989. Influence of Long-Term Crop Management on Wheat Diseases in Eastern Oregon. Oregon State University and USDA-ARS, Pendleton, Oregon.
- Sulton, J.C. 1982. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Can.J. Plant Path* 4:195-209. *Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.
- Verhulst, N., Govaerts, B., Verachtert, E., Castellanos-Navarrete, A., Mezzalama, M., Wall, P., Deckers, J., Sayre, K.D., 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems?, in: Lal, R., Stewart, B.A. (Eds.), *Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 137–208.
- Villaseñor M.H.E, Limón O.A., Rodríguez G.M.F, Martínez C.E., Santa R.R.H y Mariscal A.L.A. 2011. Evaluación bajo condiciones de temporal de variedades de trigo macarronero generadas para riego. Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km 13.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56250.
- Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.
- Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of small Grain Cereals*. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.
- 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.