

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Identificación de Hongos Fitopatógenos Asociados al Complejo Mancha de Asfalto (CMA) en el Cultivo del Maíz *Zea mays L.* en el Estado de Chiapas

Por:

MIGUEL ANGEL MONTAÑO BALCÁZAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Identificación de Hongos Fitopatógenos Asociados al Complejo Mancha de Asfalto
(CMA) en el Cultivo del Maíz *Zea mays L.* en el Estado de Chiapas

Por:

MIGUEL ANGEL MONTAÑO BALCAZAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Asesor Principal

Dr. Ernesto Cerna Chávez
Coasesor

M.C. Erika Natalia Ríos Herrera
Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2015, 
Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** como ser supremo y creador nuestro y de todo lo que nos rodea y por haberme dado la inteligencia, paciencia y ser mi guía en mi vida.

Al pueblo de México que gracias a sus impuestos existen universidades como lo es mi Alma Mater la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** la cual me ha formado profesionalmente y representaré siempre con orgullo.

A la **Dra. Yisa María Ochoa Fuentes** por creer en mí, permitirme ser parte de esta investigación, por todo el tiempo que ha dedicado al presente proyecto, a la revisión y corrección del mismo, así como todas las facilidades que dio para su realización, por compartirme un poco de el conocimiento que posee, por la confianza y sobre todo la amistad que me ha brindado a lo largo de la carrera.

Al **Dr. Ernesto Cerna Chávez, a la M.C. Erika Natalia Ríos Herrera y al Ing. Antonio Orozco Plancarte**, por su revisión y ayuda para la realización de este proyecto.

A los Maestros en Ciencias, Ingenieros y Doctores del Departamento de Parasitología quienes siempre compartieron sus conocimientos y me dieron sus sabios consejos.

DEDICATORIAS

A mi Madre, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a creer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos, por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias mamá **“Alejandra Balcázar Braca”** por estar pendiente durante toda esta etapa, por confiar en mí y por darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

A mi Abuelo **“Pedro Balcázar Álvarez”**, por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, por ser el ejemplo para salir adelante y por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento. Esta Tesis es el resultado de lo que me has enseñado en la vida, ya que siempre has sido una persona honesta, entregada a tu trabajo y un gran líder, pero más que todo eso, una gran persona que siempre ha podido salir adelante y ser triunfador.

A mi Abuela, **“Alberta Braca García”** que con la sabiduría de Dios me has enseñado a ser quien soy hoy. Gracias por tu paciencia, por enseñarme el camino de la vida. Gracias por llevarme en tus oraciones porque estoy seguro que siempre lo haces.

A mis primos: **Diana Luz BH, Pedro BH, Ivan Jhonson BH, Luis Oswaldo BF, Paola BF, Nolberto BF, Jhonatan Esaú BD**, gracias por su apoyo y buenos consejos que me han brindado todo este tiempo.

A mis tíos: **Gerardo, Nolberto, Rafael, Rosalio y Margarito “Balcázar Braca”, Sonia Hernández Genis**, gracias por su apoyo y sus buenos consejos que me han brindado todo este tiempo, sin ustedes nada de esto hubiera pasado.

A mi amiga **Rosa Isela**, gracias por permitirme formar parte de tu vida, gracias por tu amor, gracias por ser como eres, gracias por ser la mujer con los mejores sentimientos que he conocido, tú has estado a mi lado desde que éramos unos niños, el tiempo sigue pasando, y ahí estas, cerca de mi ofreciendo lo mejor que tienes, gracias por tu apoyo, por tus esfuerzos por mantener siempre viva la amistad. Te doy gracias por cada uno de esos lindos detalles, que me has ofrecido, en el transcurso de mi vida.

A mis amigos **Saúl Ibsán, José Gustavo, Jesús Efraín, Eduardo, Isaac, Alberto, Carlos Uriel, Jorge Lorenzo, Diego Leonel, Abraham, Francisco, Jhonatan etc.**, por pasar a mi lado los momentos de mi vida universitaria y de estar siempre en las buenas y en las malas, jamás los olvidaré.

A **Daniela Tapia Rodríguez** por ser parte de este proyecto, por enseñarme el valor de la fortaleza, gracias por formar parte de mi vida como estudiante universitario, gracias por estar presente no sólo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona, te quiero chaparra.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
Objetivo.....	4
Justificación.....	4
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Origen del Maíz.....	5
Importancia Económica del Maíz.....	5
Importancia Social del Maíz.....	6
Valor Nutricional	7
Producción Mundial de Maíz.....	7
Producción Nacional de Maíz	8
Producción de Maíz en el Estado de Chiapas	9
Principales Plagas Presentes en el Maíz	10
Gallina Ciega <i>Phyllophaga</i> sp Harris.	10
Gusano Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> Walker.	11
Gusano Soldado <i>Spodoptera exigua</i> Hübner.	11
Gusano Elotero <i>Heliothis zea</i> Boddie.	12
Enfermedades Causadas por Hongos Fitopatógenos.....	12
Complejo Mancha Gris	13
Mancha Café <i>Physoderma maydis</i> Miyabe.....	13
Roya Común <i>Puccinia sorghi</i> Schwein.	14
Roya Blanca Tropical <i>Physopella zea</i> Cummins & Ramachar.....	14
Bandeado de la Hoja <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn.	14

Carbón Común <i>Ustilago maydis</i> L.	15
Carbón de la Panoja <i>Sphacelotheca reiliana</i> Kühn.....	15
Enfermedades Causadas por Bacterias Fitopatógenas	16
Marchitez Bacterial de Stewart <i>Pantoea stewartii</i> Mergaert, Verdonck y Kersters. 16	
Pudrición Bacteriana del tallo <i>Erwinia chrysanthemi</i> pv. <i>zea</i>	16
Enfermedades Causadas por Virus Fitopatógenos.....	17
Mosaico del Enanismo del Maíz (MDMV)	18
Virus Rayado del Maíz (MTSV)	18
Complejo Mancha de Asfalto	18
<i>Curvularia lunata</i> Wakker.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Muestreo	22
Desinfección.....	22
Aislamiento en Medio de cultivo.....	23
Cámaras Húmedas	24
Incremento del Inóculo por Siembra Directa	24
Identificación Morfológica.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Identificación Morfológica.....	25
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puntos negros característicos de la presencia del hongo <i>Phyllachora maydis</i> Maubl., en hojas de maíz (INIFAP, 2014).....	19
Figura 2. Síntoma denominado "ojo de pescado" que indica la acción conjunta de <i>P. maydis</i> y <i>M. maydis</i> (INIFAP, 2014).	20
Figura 3. Daños severos por Mancha de Asfalto (INIFAP, 2014).	20
Figura 4. Hojas de maíz infectadas por el hongo <i>Curvularia</i> (INTAEEAParaná. 2008).21	
Figura 5. Cortes de material enfermo.	23
Figura 6. Desinfección en tubos de nalgene.....	23
Figura 7. Secado en campana de flujo laminar encendida.....	23
Figura 8. Conidios de <i>Curvularia</i> sp.	25
Figura 9. Conidios de <i>Fusarium</i> sp.....	25
Figura 10. Conidios de <i>Alternaria</i> sp.....	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional del maíz (CIAT, 2005).	7
Cuadro 2. Principales Países productores de maíz año 2014 (USDA, 2014).	8
Cuadro 3. Productores en México de maíz, periodo 2007.2013 (FAOSTAT, 2013).	8
Cuadro 4. Producción agrícola ciclos-perennes 2013, modalidad riego+temporal de maíz (SIAP, 2013).	9
Cuadro 5. Municipios productores de Maíz en el estado de Chiapas (SIAP, 2013). ...	10

RESUMEN

En nuestro país, el maíz es uno de los cultivos más importantes por su importancia social y también con relación a la superficie sembrada. A pesar de la importancia del cultivo de maíz para Chiapas, su principal problemática es su bajo nivel de producción. Hay varios factores asociados a la baja productividad. Uno de éstos es la presencia de la mancha de asfalto, esta puede llegar a reducir la ya de por si baja productividad hasta un 70% de rendimiento. El Complejo Mancha de Asfalto es una enfermedad producida por la interacción sinérgica de tres hongos: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*, esta enfermedad se presenta en zonas relativamente frescas y húmedas de los trópicos, es favorecida por temperaturas entre los 17 y 22 grados centígrados, con humedad relativa superior al 75%. El objetivo de este presente trabajo fue identificar los hongos asociados el Complejo Mancha de asfalto con muestras de hojas de maíz procedentes del Estado de Chiapas.

Palabras clave: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*.

INTRODUCCIÓN

En México, el maíz forma parte de la alimentación diaria, es el cultivo de mayor presencia en el país, constituye un insumo para la ganadería y para la obtención de numerosos productos industriales (Córdova, 2002., SIAP 2013).

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México, desde el punto de vista alimenticio, industrial y social. En relación con los demás cereales que se producen en el país (trigo, sorgo, arroz y avena, principalmente), ha tenido una tasa media anual de crecimiento de 2.5% de 2002 a 2012 (SIAP, 2013). Se estima que durante 2013, la producción de maíz alcanzó los 22. 67 millones de toneladas (Mton) (SIAP, 2013). El rendimiento promedio se ubicó en 3.19 ton/ha cifra superior en 15.04% a la observada en el año 2002. Durante el 2013, el Estado de Sinaloa ocupó el primer lugar en la producción nacional de maíz al producir 3.63 (Mton) lo que representa el 16% de la producción nacional, con un rendimiento de 8.50 ton/ha, el Estado de Jalisco es el segundo productor con un total de 3.30 (Mton) y un rendimiento de 5.72 ton/ha. El Estado de México ocupó el tercer lugar con una producción de 2.01 (Mton) y un rendimiento de 3.75 ton/ha (SIAP, 2013).

Durante el 2013, el 33.85% (7.49 millones de ha (Mha)) del total de la superficie sembrada en territorio nacional correspondió al cultivo del maíz, mientras que de la superficie cosechada representó el 34.26% (7.10 Mha) (SIAP, 2013). México participa en la producción mundial de maíz con el 2.34% del total (USDA, 2014).

La producción de maíz puede ser afectada por enfermedades que reducen la capacidad de la planta para crecer y producir de manera normal (White, 2004). Las enfermedades causadas por hongos que afectan al cultivo de maíz incluyen pudriciones, manchas, marchitez, tizones, mildius, carbones y royas (Shurtleff, 1980., Zuber *et al.*, 1981., De León, 1984., Quiroga. 1995).

Las enfermedades foliares causadas por hongos se presentan con mayor frecuencia en las etapas finales del cultivo, y solamente son importantes cuando su aparición ocurre antes de floración o muy cercano a ella, o cuando son de carácter epidémico, como es el caso del complejo macha de asfalto (Pereyda-Hernández, 2009).

En el complejo mancha de asfalto están involucrados tres microorganismos fungosos *Phyllachora maydis* Maublanc, *Monographella maydis* Muller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc, el cual es un hiperparásito de los dos anteriores. Es una enfermedad que ocurre con mayor frecuencia en zonas frescas y húmedas, es favorecida por temperaturas entre los 17 y 22 grados centígrados, con una humedad relativa superior al 75 por ciento. La humedad sobre las hojas durante la noche y en la mañana facilita la infección y el establecimiento de los patógenos, los cuales pueden sobrevivir en los residuos de cosecha por algún tiempo (Pereyda-Hernández, 2009).

Reis *et al* (2004) relató como agentes causantes de enfermedades en el cultivo de maíz, a organismos biotróficos y necrotrofos. Entre estos últimos se encuentra la mancha de curvularia causada por el hongo *Curvularia* spp.

Curvularia lunata Wakker se encuentra asociada con una mancha de la hoja y mancha de asfalto, es débilmente patógena en el maíz, este hongo produce manchas pequeñas necróticas o cloróticas con una aureola de color claro (Sivanesan, 1987).

El complejo mancha de asfalto fue reportado por primera vez en México y se le ha observado mayormente en zonas de 1,300 a 2,000 metros sobre el nivel de mar, pero también en zonas productoras de maíz tropicales y subtropicales. Se considera que esta enfermedad tiene importancia económica en más de 800,000 has de los Estados de Jalisco, Michoacán, Nayarit, Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Guerrero. También causa pérdidas de la productividad de grano y de la calidad del forraje. Cuando la infección ocurre antes de la floración, las pérdidas de grano y forraje en germoplasma de maíz muy susceptible pueden llegar al 100%. Entre 2001 y 2005, aproximadamente 40% de las 3,100 has sembradas con maíz de Mochitlán, Guerrero, fue afectado por la enfermedad. Esto provocó pérdidas severas de rendimiento de grano; en 2005, se reportó la pérdida total de los rendimientos en 600 has del municipio de Tixtla, Guerrero, y en 2007, la enfermedad se presentó en más de 10 municipios de ese Estado (González *et al.*, 2008).

En Oaxaca, se observaron alta incidencia y severidad en el 2012 con pérdidas de rendimiento estimadas en más 50%. Fuera de México, esta enfermedad tiene también

importancia económica en El Salvador, Guatemala, Colombia, Nicaragua, Honduras, y otros países latinoamericanos (López *et al.*, 2011).

Objetivo

Identificar los hongos asociados al Complejo Mancha de Asfalto en el Estado de Chiapas.

Justificación

Debido a que el maíz es la base en la alimentación de millones de mexicanos, es importante conocer las enfermedades que pueden afectar el rendimiento de este, como sucede con el Complejo Mancha de Asfalto (CMA).

Hipótesis

Se espera que en la muestras procesadas este presente *Phyllachora maydis* Maublanc y *Curvularia lunata* Wakker como hongos asociados al Complejo Mancha de Asfalto.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Maíz

El maíz *Zea mays* L. es un cultivo de gran relevancia para los pueblos latinoamericanos y en especial para México, considerado como el centro de origen y diversidad del maíz, cultivo que ha estado prácticamente en toda su historia y desarrollo. Sobre el origen del maíz se han publicado, desde 1985, diferentes teorías y la investigación realizada hasta nuestros días, ha permitido aportar elementos para que en la actualidad, como gran consenso de la comunidad científica internacional, se tiene la aceptación de que el teocintle anual mexicano es el ancestro del maíz. Los parientes silvestres del maíz son llamados colectivamente “teociontles” y están representados tanto por especies anuales y perennes diploides y por una especie tetraploide. Los teocintles *Zea* spp, son gramíneas altamente emparentadas con el maíz, que debido a la poca información sobre su utilidad agrícola que están en peligro de extinción. El teocintle es considerado el ancestro directo del maíz actual, y según las últimas evidencias arqueológicas, el origen del maíz data de 8,700 años antes de nuestra era, en la región de Iguala en el estado de Guerrero en la localidad de Tlaxmalac (Ranere *et al.*, 2009, Piperno *et al.*, 2009).

De los diversos estudios realizados para dilucidar la participación del teocintle en el origen del maíz, se ha concluido que la especie de teocintle más cercana al maíz actual es el *Zea mays* spp *parviglumis*, que pertenece a la raza Balsas y dentro de esta raza las poblaciones que más han participado en el origen del maíz fueron ubicadas en los estados de Michoacán, México y Guerrero (Matsuoka *et al.*, 2002).

Importancia Económica del Maíz

El maíz es el cultivo más importante de México, el maíz blanco en grano se utiliza principalmente para la elaboración de las tradicionales tortillas y tamales, pero de él también puede obtenerse aceite e insumos para la fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales y jabones. El maíz amarillo en grano también se utiliza para consumo humano en una amplia variedad de platillos; sin embargo, su principal destino es la alimentación del ganado y la producción de almidones. Además de su presencia en la mesa de las familias mexicanas, la planta es también un excelente forraje para el

ganado, especialmente para las vacas lecheras y los animales de tiro. Se aprovecha como alimento ganadero en varias etapas del crecimiento de la planta (SIAP, 2014).

Hoy en día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es el cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (SIAP, 2014).

Importancia Social del Maíz

El maíz es la base de alimentación de los mexicanos, por presentar la mitad del volumen total de alimentos que se consumen cada año y proporcionar a la población cerca de la mitad de calorías requeridas. Sin embargo, durante las últimas décadas se observa un incremento mínimo en su producción. En el 2013, la producción ascendió a 22.7 millones de toneladas. De esta manera, el maíz no satisface las necesidades de la sociedad, por lo cual se recurre anualmente a importaciones, cerca de 5 millones de toneladas provenientes de Estados Unidos (INEGI, 2014).

Para México, el maíz no es sólo un bien comercial sino que constituye una expresión de relaciones que han permitido a las comunidades y los pueblos rurales de México su subsistencia. Durante más de 300 generaciones, las comunidades rurales e indígenas mexicanos han sido los guardianes de los nichos ecológicos brindando múltiples razas de este cereal. Este hecho es trascendental en la historia y la cultura de los mexicanos y un legado para la humanidad. A nivel mundial, se reconoce que somos un centro de diversidad del maíz y ello no ha sido gratuito, es el resultado de millones de campesinos y grupos étnicos, quienes durante miles de años lograron la domesticación del maíz y que año con año realizan un intercambio continuo de sus semillas, con la finalidad de obtener un grano con mejores propiedades que permita satisfacer sus necesidades (INEGI, 2014).

Valor Nutricional

Las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0.1%) (CIAT, 2005).

Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%).

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3.7	8	18.4
Extracto etéreo	1	0.8	33.2
Fibra cruda	86.7	2.7	8.8
Cenizas	0.8	0.3	10.5
Almidón	7.3	87.6	8.3
Azúcar	0.34	0.62	10.8

Cuadro 1. Valor nutricional del maíz (CIAT, 2005).

Producción Mundial de Maíz

En el año 2014 los principales países productores de maíz fueron: En primer lugar Estados Unidos con una producción de 361, 091, 000 ton en segundo lugar China con una producción de 215,500,000 ton y en tercer lugar Brasil con 75,000,000 ton producidas, tal como se visualiza en el cuadro 2 (USDA, 2014).

Posición	País	Producción (ton)
1	Estados Unidos	361,091,000
2	China	215,500,000
3	Brasil	75,000,000
4	Unión Europea	74,160,000
5	Ucrania	28,450,000
6	México	23,200,000
7	Argentina	23,000,000
8	India	22,500,000
9	Sudáfrica	13,500,000
10	Rusia	11,500,000
11	Canadá	11,500,000
12	Indonesia	9,200,000
13	Filipinas	7,900,000
14	Nigeria	7,500,000

15	Serbia	6,850,000
16	Etiopía	6,500,000
17	Otros	93,940,000

Cuadro 2. Principales Países productores de maíz año 2014 (USDA, 2014).

Producción Nacional de Maíz

De acuerdo con FAOSTAT (2013) en México en el periodo 2007-2013 se produjeron un promedio de 21,949,453 ton, Cuadro 3. Pero en 2013 México produjo 22,663,953.35 ton de maíz como se observa en el cuadro 4.

Año	Área Cosechada ha	Producción Ton
2007	7333277	23,512,752
2008	7353940	24,320,100
2009	6223047	20,142,816
2010	7148045	23,301,879
2011	6069092	17,635,417
2012	6923900	22,069,254
2013	7095630	22,663,953

Cuadro 3. Productores en México de maíz, periodo 2007.2013 (FAOSTAT, 2013).

La principal área productora de maíz en México se localiza en el centro y noroeste del país en la que destacan los estados de Sinaloa, Jalisco y el estado de México como se observa en el cuadro 4, siendo el estado de Sinaloa el principal estado productor de maíz con una superficie cosechada de 426,856.44 has con una producción de 3,627,777.51 en el año 2013 (SIAP, 2013).

Ubicación	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Valor Producción
	(ha)	(ha)	(ton)	(Miles de Pesos)
Aguascalientes	44,215.00	40,694.00	79,955.60	255,465.82
Baja California	398	398	1,472.35	5,595.74
Baja California Sur	5,462.50	3,912.50	21,287.64	73,478.81
Campeche	182,066.75	181,463.75	440,545.52	1,217,590.83
Chiapas	703,118.00	701,195.75	1,529,385.18	4,869,750.41
Chihuahua	196,955.05	196,334.30	1,309,634.38	3,866,152.07
Coahuila	32,680.76	32,650.51	40,122.14	152,702.18
Colima	11,193.92	11,139.92	38,155.67	141,361.00
Distrito Federal	3,957.00	3,957.00	5,250.60	25,525.87

Durango	154,505.25	150,777.40	297,383.44	943,456.17
Guanajuato	397,711.00	388,409.00	1,526,682.36	4,963,031.62
Guerrero	472,356.30	403,686.30	989,673.01	3,634,689.30
Hidalgo	252,903.03	246,796.48	644,627.83	2,519,342.11
Jalisco	581,804.32	577,679.82	3,303,498.08	10,171,902.61
Michoacán	472,727.10	437,866.39	1,746,768.31	5,603,276.87
Morelos	27,161.60	27,021.60	80,498.95	261,566.38
México	542,527.68	537,302.68	2,012,773.60	7,128,305.48
Nayarit	44,973.30	44,973.30	193,605.82	595,876.71
Nuevo León	49,378.20	48,741.20	99,732.93	342,725.32
Oaxaca	600,747.23	525,778.51	628,530.01	2,537,446.70
Puebla	547,980.26	541,828.77	942,170.67	3,530,569.15
Querétaro	109,479.60	109,122.70	301,607.13	853,544.46
Quintana Roo	79,926.00	78,856.00	70,491.13	285,213.74
San Luis Potosí	231,929.75	166,254.69	154,149.89	661,364.04
Sinaloa	497,994.58	426,856.44	3,627,777.51	12,026,665.11
Sonora	29,835.81	20,495.81	113,533.73	396,528.93
Tabasco	89,412.00	86,104.00	155,183.09	722,816.96
Tamaulipas	119,916.78	113,998.45	400,057.02	1,393,491.23
Tlaxcala	100,472.00	100,472.00	284,117.60	859,505.98
Veracruz	574,584.16	568,248.66	1,192,168.58	4,626,590.46
Yucatán	135,903.59	133,333.59	103,913.79	383,415.55
Zacatecas	193,122.50	189,280.17	329,199.79	1,232,657.47
Total	7,487,399.02	7,095,629.69	22,663,953.35	76,281,605.08

Cuadro 4. Producción agrícola ciclos-perennes 2013, modalidad riego+temporal de maíz (SIAP, 2013).

Producción de Maíz en el Estado de Chiapas

Los principales municipios productores de maíz en el estado de Chiapas son: en primer lugar el municipio de Tuxtla Gutiérrez con una producción 434,024 ton, en segundo lugar el municipio de Comitán con una producción de 305,683 ton y en tercer lugar con una producción de 239,729 ton el municipio de Villa Flores como se observa en el cuadro 5 (SIAP, 2013).

Municipio	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Valor Producción
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Miles de Pesos)
Comitán	104,421.00	104,421.00	305,683.25	959,550.47
Motozintla	35,134.00	35,134.00	51,016.44	166,918.09

Palenque	151,734.00	150,771.75	196,258.31	633,966.68
Pichucalco	64,204.00	64,204.00	80,002.58	280,545.74
San Cristóbal de las Casas	80,565.00	80,565.00	103,185.37	353,418.76
Selva Lacandona	37,617.00	37,617.00	32,465.35	122,623.13
Tapachula	30,740.00	30,740.00	73,687.84	231,645.34
Tonalá	7,391.00	6,799.00	13,332.20	47,800.50
Tuxtla Gutiérrez	135,393.00	135,393.00	434,024.87	1,384,231.37
Villa Flores	55,919.00	55,551.00	239,728.97	689,050.33
Total	703,118.00	701,195.75	1,529,385.18	4,869,750.41

Cuadro 5. Municipios productores de Maíz en el estado de Chiapas (SIAP, 2013).

Principales Plagas Presentes en el Maíz

El maíz es susceptible a varias plagas, que afectan en alguna forma el normal desarrollo de las plantas, las plagas dañan las plantas en diversas formas. Causan daño directo cuando destruyen sus órganos (raíces, tallos, hojas, yemas, flores frutos o semillas) en forma parcial o total, o las debilitan reduciendo su capacidad de producción. También existen daños indirectos que pueden ser de gran importancia; por ejemplo, cuando las plagas participan en la propagación de virus, micoplasmas, bacterias y hongos que causan enfermedades en las plantas; cuando la presencia de insectos o cicatrices de sus daños dañan la apariencia de los productos y reducen su valor comercial; o cuando se ocurren dificultades la cosecha o la selección del producto cosechado (Serria *et al.*, 2003).

Gallina Ciega *Phyllophaga* sp Harris

Las plagas rizófagas provocan fallas en la germinación y en consecuencia, un bajo número de plantas establecidas por hectárea. El daño principal lo ocasionan las larvas que se alimentan de la raíz, provocan muerte de semillas y plántulas, cuando las plántulas sobreviven presentan un escaso desarrollo y son deformes, presentan un escaso sistema radicular. (SENASICA, 2012).

Aunque son escasos los datos relativos de su biología, el ciclo biológico de *Phyllophaga* sp dura un año, estudios indican que los primeros dos instares se alimentan de materia orgánica y raíces tiernas y tienen una duración de 19 y 27 semanas para la L1 y L2, respectivamente. El tercer instar dura 175 días en promedio,

este es el único estadio de importancia económica, una vez alcanzado el desarrollo completo puede alcanzar una longitud de 40 mm; son blanco-crema, en forma de C, con cabeza café-amarillento, prominente y mandíbulas fuertes (King, 1984; Ayala y Monterroso, 1998; CIAT, 2005).

Posteriormente, la larva entra en un periodo de diapausa antes de convertirse en pupa, el cual dura 30 días. Previo a esta etapa, la mayoría de los contenidos del intestino han sido expulsados y los cuerpos grasos se llenan, dando a la larva una apariencia blanco-cremosa; en este período no se alimenta. En general el ciclo biológico comprende de 298 días desde huevo hasta adulto (Ayala y Monterroso 1998; CIAT, 2005).

Gusano Cogollero *Spodoptera frugiperda* Walker

Es una de las plagas más comunes que atacan al maíz en el sur de E.E.UU., México centro y Sudamérica (Rojas *et al.*, 2004; Murúa *et al.*, 2006; Farias *et al.*, 2008). Esta especie tiene varios hospederos, entre ellos pastos (Kumar y Mihm, 2002; Martínez *et al.*, 2004).

El gusano cogollero se considera como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. Se encuentra distribuido por todas las zonas productoras de maíz. Se pueden presentar bajo condiciones de sequías prolongadas y, cuando la planta presenta un mal desarrollo por la inadecuada fertilización los daños son más drásticos. Las hembras ovipositan masas de 40 a 300 huevecillos, generalmente en el envés de las hojas y ocasionalmente en el haz; la incubación dura 4 a 5 días. Las larvas pasan por 6-7 instares (alrededor de 21 días). Las larvas de los instares 1 y 2 se alimentan de las hojas causando unas descarnaduras aisladas, sin romper el parénquima, lo que le da apariencia de zonas blanquecinas transparentes como “ventanitas” se alimentan de cogollo o bien pueden daños al cortar los tallos a nivel de suelo (SENASICA, 2012).

Gusano Soldado *Spodoptera exigua* Hübner

El gusano soldado es originario de Sureste de Asia, tiene una distribución mundial, se le ha reportado en África, Sur de Europa, India, Sur de Asia, Japón, Australia, Estados Unidos, Canadá, México, Centro y Sur América (Agro información, 2007 y Mau y Martin, 2007).

Es una plaga polífaga que ataca a la remolacha, algodón, alfalfa, maíz jitomate y muchos otros cultivos. Las larvas jóvenes se alimentan del envés de la hoja, dejando donde comen una lámina transparente de la epidermis superior y de las venas más gruesas. Las larvas más grandes hacen agujeros irregulares dejando solamente las venas principales de la hoja. Se le llama gusano soldado por el color verde en su cabeza, que se asemeja a un casco militar. Los daños son causados por las larvas de cualquier edad (L1-L5), la hembra deposita los huevos en plantones en el envés de las hojas y sobre las hojas viejas muy cerca del suelo, las protege con escamas de su abdomen. Las larvas eclosionan y suelen atacar las partes más altas más tiernas de la planta, cuando pasan a L4-L5 las larvas viven aisladas en otras plantas próximas, en las hojas bajas. Los daños producidos se deben a la alimentación de las larvas en hojas desde el momento de su eclosión (SENASICA, 2012).

Gusano Elotero *Heliothis zea* Boddie

La mayor importancia recae en el cultivo del maíz donde representa una de sus principales plagas. Prácticamente ningún cultivo escapa a la presencia de este insecto y con ataques intensos casi todas las mazorcas llegan a ser dañadas. Las larvas se alimentan principalmente de brotes y frutos aun que también dirigen sus ataques a otras partes de la planta. En maíz muestran predilección por las espigas inmaduras. Las larvas inicialmente destruyen estigmas para penetrar por el extremo apical de la espiga y alcanzar así los granos y el elote tierno, de lo que se nutre. El daño normalmente se limita al extremo apical de la mazorca, si bien en ocasiones se extiende más allá. Las mazorcas dañadas a veces son invadidas por patógenos incrementando los perjuicios. En tomate las larvas cuando son pequeñas se alimentan de inflorescencias, flores y hojas pero luego buscan los frutos a los que destruyen, mientras que en algodón afectan a los botones florales, las flores y las cápsulas (Bentacourt *et al.*, 2010).

Enfermedades Causadas por Hongos Fitopatógenos

En la agricultura mundial los hongos fitopatógenos son causantes de enfermedades de pre y poscosecha en los cultivos de hortalizas, cereales y frutas, siendo éstos responsables de pérdidas económicas cuantiosas; el daño que ocasionan no sólo se refiere a las pérdidas de producción económica, sino también a las pérdidas en la

producción biológica, es decir, a la alteración que existe en el crecimiento y desarrollo de las plantas hospedantes atacadas por estos microorganismos (Agrios, 2005).

Estos microorganismos constituyen un grupo de mucha importancia económica en la agricultura debido a su gran número y enorme capacidad de reproducción, lo que con frecuencia dificulta su control. Estos hongos ocasionan grandes pérdidas económicas y aumenta, además, los costos de producción, al tener que establecer medidas para tratar de controlarlos. A nivel mundial los hongos fitopatógenos constituyen el grupo más importante desde el punto de vista económico en cuanto a su frecuencia de aparición y daño que pueden causar. El daño que ocasionan no sólo se refiere a las pérdidas de producción económica, sino también a las pérdidas en la producción biológica (FAO, 2004; Agrios, 2005).

Complejo Mancha Gris

La mancha gris es causada por el complejo *Cercospora zea maydis* Tehon & E.Y. Daniels y *Cercospora sorghi var maydis* Ellis & Everh, Estos hongos inducen pequeñas manchas inicialmente traslúcidas, restringidas a las nervaduras secundarias, y a medida que avanzan se tornan de apariencia rectangular y de color que varía desde amarillo anaranjado hasta grisáceo cuando el hongo está completamente esporulado. En presencia de muchas manchas las hojas se tornan cloróticas y amarillas, como consecuencia de una toxina que induce el hongo en los materiales muy susceptibles. A medida de que la infección avanza las lesiones crecen y forman grandes áreas necróticas, ocasionan secamiento acelerado de la planta, e inducen grandes pérdidas en los rendimientos, especialmente cuando se presenta en las primeras etapas de desarrollo (Varón *et al.*, 2001; FENALCE-CIMMYT, 2001).

Mancha Café *Physoderma maydis* Miyabe

Se presenta inicialmente por manchas redondeadas, muy pequeñas de color amarillo y distribuidas por toda la lámina foliar. Los bordes de las hojas que presentan abundantes manchas amarillas se tornan ondulados. Más tarde se forman manchas de color pardo, púrpura o negro, tanto en la nervadura central como en la vaina de la hoja y en las envolturas de las mazorcas. Al crecer las manchas que unos parches oscuros de mayor tamaño. Las células del tejido afectado se desintegran y en su interior se

forman las estructuras reproductivas de hongo (esporangios), de color café, que al ser liberados inician una nueva infección. El conjunto de esporangios semeja un carbón. El tejido se rompe fácilmente después de que ocurre la desintegración del mismo y en estados muy severos en el tallo puede doblarse por el sitio de la lesión. El hongo sobrevive en los residuos de cosecha y los esporangios germinan en presencia de alta humedad en el suelo y temperaturas entre 23 y 30 °C. Los esporangios liberan zoosporas, las cuales se mueven en el agua sobre la superficie de las hojas y atacan los tejidos más jóvenes, especialmente los de las hojas del cogollo (CIMMYT, 2004).

Roya Común *Puccinia sorghi* Schwein

Está ampliamente distribuida por todo el mundo. Afecta mayormente plantas que están cercanas a la floración. Esta enfermedad se reconoce por la presencia de pústulas pequeñas y polvorientas, de color café en ambos lados de las hojas. A medida que la planta madura la epidermis de la hoja se rompe y las manchas se tornan oscuras. El tejido joven de la planta es más susceptible a la roya que en el tejido maduro. La mayoría de los híbridos de maíz son resistentes a la roya común. Esta roya desarrolla parte de su ciclo en un hospedero alternativo, *Oxalis* spp., donde produce pústulas de color anaranjado claro. El desarrollo de pústulas en esta roya es igual de abundante en ambos lados de la hoja, lo que la diferencia de la roya sureña, la cual tiene muy poca producción de pústulas en el envés de la hoja (González, 2005).

Roya Blanca Tropical *Physopella zae* Cummins & Ramachar

En estados iniciales se observa una mancha blanca amarillenta con superficie plana, a medida que avanza la infección se desarrollan pústulas de color blanco o crema, principalmente por el haz de las hojas y casi nunca rompe cuando esporulan. Se presenta generalmente en las hojas de abajo, pero en materiales muy susceptibles puede alcanzar el tercio superior de la planta, cubriendo gran parte de la superficie foliar. Es favorecida por climas cálidos y húmedos (CIMMYT, 2004).

Bandeado de la Hoja *Rhizoctonia solani* Kuhn

Se caracteriza por manchas pardas que se desarrollan desde el borde de la hoja hacia las nervaduras central en forma de bandas concéntricas, las cuales pueden abarcar gran parte de la lámina foliar. Este patógeno causa también pudrición de la vaina de la hoja,

y a medida que la enfermedad avanza puede afectar la mazorca. En estado avanzados de infección puede observarse sobre los tejidos afectados, el desarrollo de estructuras de resistencia del patógeno, llamadas esclerocios, los cuales inicialmente son de color blanco algodonoso y posteriormente se tornan de color café a negro (CIMMYT, 2004).

Carbón Común *Ustilago maydis* L.

Es un hongo que parasita específicamente al maíz *Zea mays* L. y a su ancestro el teozintle *Zea mays* ssp. *parviglumis*, a los que produce la enfermedad conocida como huitlacoche (Agrios, 2005). El carbón común ocurre ampliamente en los lugares que se produce el maíz, siendo más severo en ambientes húmedos y templados. Ataca los tallos, hojas, mazorcas y panojas. Los granos son reemplazados por unas agallas blancas que con el tiempo se rompen y liberan masas negras de esporas que infectarán siembras subsiguientes. La incidencia de este carbón es mayor en suelos altos en nitrógeno y en campos de producción de semilla donde se realiza remoción manual de la panoja. La enfermedad es más severa en plantas jóvenes en estado activo causándoles enanismo o la muerte (Agrios, 2005; Klosterman, 2007; Villanueva Verduzco *et al.*, 2007).

Carbón de la Panoja *Sphacelotheca reiliana* Kühn

El carbón de la espiga puede causar daños económicos de importancia. El hongo infecta las plántulas y los síntomas se observan cuando las plantas llegan a la floración y aparecen los estigmas. Los síntomas más importantes son: malformaciones y desarrollo anormal de las panojas y desarrollo de masas negras de esporas en florecillas individuales y haces vasculares, visibles al abrir las brácteas de las mazorcas. El principal síntoma de la enfermedad es el desarrollo de soros en la mazorca y/o panoja, los cuales sustituyen la formación de grano y polen ocasionando pérdidas en producción. Un soro es una masa compacta de teliosporas, cubierto con una delgada membrana de color blanca a grisácea la cual al madurar rompe y libera las teliosporas. También se han observado síntomas tempranos como desarrollo de manchas cloróticas en hojas de plántulas infectadas (Martínez *et al.*, 2000).

Enfermedades Causadas por Bacterias Fitopatógenas

Probablemente este grupo de patógenos constituye el segundo en importancia luego de los hongos, si tenemos en cuenta que el número y gravedad de las enfermedades que produce. Pueden ser consideradas como los organismos más pequeños capaces de desarrollarse independientemente, a diferencia de los virus. Normalmente tienen forma esférica o de varilla y se pueden encontrar agrupadas en racimos, cadenas, u otras formas. Por otra parte, pueden multiplicarse rápidamente a través del proceso conocido como fisión binaria, pudiendo doblar su población en periodos tan cortos como 20 minutos (Vidaver & Lambrecht, 2004).

Las bacterias fitopatógenas pueden sobrevivir por periodos prolongados en suelo y restos vegetales como saprófitos, o bien en malezas como poblaciones epífitas. De esta forma, a través del salpicado por agua pueden diseminarse y dar inicio a una nueva infección. Algunas incluso, pueden dispersarse a través de suelo contaminado arrastrado por el viento (Vidaver & Lambrecht, 2004; Agrios, 2005).

Marchitez Bacterial de Stewart *Pantoea stewartii* Mergaert, Verdonck y Kersters

Pantoea stewartii es transmitida por la semilla y por algunos coleópteros del maíz (ej. *Chaetocnema pulicaria*). La infección por esta bacteria ocurre durante los estados iniciales del desarrollo de la planta. Se observa un crecimiento anormal de las plantas afectadas y mueren al poco tiempo de florecer. La bacteria entra por las heridas causadas por los insectos al alimentarse, desarrollando lesiones ovales y acuosas en estos puntos. Esta mancha acuosa se sigue extendiendo a lo largo de las venas observándose una necrosis total de las hojas. La infección se desarrolla de forma sistémica por el tallo y causa la marchitez total de la planta (Wilson *et al.*, 1999).

Pudrición Bacteriana del tallo *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*

El síntoma característico de infección por *Erwinia* es el mal olor, partes de la planta viscosas. Las plantas de maíz son susceptibles de infectarse en los 40-60 días después de la siembra. Los síntomas iniciales incluyen marchitamiento prematuro y agotamiento de las puntas de las hojas más altas, siguiendo en las hojas inferiores. La pudrición se puede extender desde la base hacia arriba (pudrición basal) o de arriba hacia abajo (pudrición superior). La pudrición basal puede implicar sólo uno o dos

entrenudos o toda longitud del tallo. Los síntomas pueden ser limitados a los tres entrenudos inferiores que se tornan un color bronceado a marrón oscuro. La división del tallo revela la decoloración interna y una masa blanda de tejido desintegrado, iniciando su mayoría en los nudos. El mal olor, la presencia de larvas de dípteros y tejidos en descomposición son síntomas característicos de esta enfermedad. La podredumbre finalmente se seca y su interior se convierte en una masa desnuda del tejido fibroso en el que la etapa de las plantas suele caerse (Schaad *et al.*, 2001).

Enfermedades Causadas por Virus Fitopatógenos

Un amplio rango de anomalías son causadas por virus y casi nunca las características de la planta pueden ser cambiadas por la infección del virus, ya que la mayoría de los efectos notables son cambios de color o desarrollo anormales. La mayoría de los virus que atacan plantas infectan a sus hospedantes sistemáticamente, esto es, se dispersan desde el sitio de la infección a otras partes de las plantas. Sin embargo, no todos los tejidos o células son invadidos y los tejidos meristemáticos de raíces y retoños, por ejemplo, parecen escapar a las infecciones (Carrillo, 2002).

Las relaciones sobre la multiplicación de los virus y sus consecuentes síntomas (efecto visible del patógeno sobre su hospedante), aún es poco entendido, y es conveniente señalar que depende en gran medida de algunos factores como: medio ambiente, relación virus-hospedante, condiciones fisiológicas de las plantas, edad de los tejidos del hospedante y el tiempo de infección de estos (Agrios, 2007).

Sin embargo, no es suficiente utilizar sólo el reconocimiento de los síntomas para identificar al virus causante de una enfermedad, debido a que los síntomas causados por los virus son a veces similares. Además, las plantas pueden estar infectadas simultáneamente por más de un tipo o variante de virus, por lo que es necesario realizar pruebas especiales de diagnóstico en laboratorio y en invernadero para determinar el agente causal de la enfermedad (Siller, 2000).

Mosaico del Enanismo del Maíz (MDMV)

Los síntomas se inician entre los tres y cinco días después de que ocurre la infección, y se caracteriza por la presencia de un mateado leve en la base de las hojas jóvenes. A medida que la planta desarrolla, toda la lámina foliar se cubre con el mosaico y se forma un rayado irregular y manchas aceitosas de apariencia anular. Dependiendo de la época en que ocurre la infección, la planta puede presentar enanismo y coloración rojiza en las hojas superiores. Si la infección ocurre muy temprano, las mazorcas son pequeñas y con pocos granos. Al menos 15 especies de áfidos transmiten MDMV incluyendo *Schizaphis graminum* y *Aphis maidiradicis* (CIMMYT, 2004).

Virus Rayado del Maíz (MTSV)

La enfermedad tiene como agente causal un Tenuivirus, el cual es transmitido de manera persistente por el delfácido *Peregrinus maidis*. Los síntomas iniciales se presentan como puntos cloróticos o rayas muy finas en la base de las hojas jóvenes. Posteriormente esas lesiones se unen y llegan a cubrir toda la lámina foliar, la que se torna clorótica o blanca, o presenta bandas amarillas que alterna con zonas verdes y claras. Las plántulas muestran enanismo, entrenudos muy cortos y cuando la infección ocurre en estado de plántula, el cogollo se dobla debido a que la mayoría de las hojas salen muy juntas por el acortamiento de los entrenudos. Algunas veces se presenta marchitamiento y las plantas mueren prematuramente. Plantas muy afectadas no producen mazorca y si esta se forma tienen muy pocos granos (CIMMYT, 2004).

Complejo Mancha de Asfalto

El primer reporte de mancha de asfalto en maíz por el hongo *Phyllostachya maydis* Maubl., se hizo en México (Maublanc, 1904). En el trópico y subtrópico de México se siembran un poco más de 4.0 millones de hectáreas de maíz (Gómez *et al.*, 2001). En estas áreas, la enfermedad foliar “Mancha de Asfalto” causada por el complejo de hongos *Phyllostachya maydis*, *Monographella maydis* y *Conyothyrium phyllostachyae* (Marino *et al.*, 2008) afecta más de 500 mil hectáreas en los Estados de Nayarit, Jalisco, Guerrero, Chiapas y Veracruz (Hock *et al.*, 1989). Cuando la infección es severa en la etapa de embuche o en floración, la pérdida del rendimiento de grano puede ser total, y si la enfermedad incide después de la floración el rendimiento puede

disminuir en 50% debido principalmente a que el grano no completa su desarrollo y resulta con menor peso específico (Marino *et al.*, 2008).

Bajo condiciones ambientales favorables, varias de estas especies actúan en sinergia causando el síndrome complejo mancha de asfalto (CMA). El follaje puede ser atizonado en menos de ocho días, debido a coalescencia de lesiones inducidas por los distintos hongos y atribuido a la producción de una toxina. Factores adicionales que favorecen la enfermedad son: alta humedad en el ambiente (10 a 20 días nublados en el mes), niveles altos de fertilización nitrogenada, dos ciclos de maíz por año, genotipos susceptibles, baja luminosidad, edad alta vulnerabilidad del hospedante, virulencia de los patógenos involucrados (Pereyda Hernández *et al.*, 2009).

El Complejo Mancha de Asfalto aparece primero en las hojas que se encuentran debajo de la mazorca; los síntomas de la enfermedad se presentan de forma más clara a partir de la etapa de hoja de bandera hasta la floración. El primer síntoma es la presencia de pequeños puntos negros que varían de 0.5 a 2.0 mm de diámetro y forma estrías hasta de 10 mm de longitud provocados por el hongo *Phyllachora maydis* Maubl. (Figura 1) (Hamlin, 1999).



Figura 1. Puntos negros característicos de la presencia del hongo *Phyllachora maydis* Maubl., en hojas de maíz (INIFAP, 2014).

Posteriormente, en un periodo de tres a cinco días, sobre los puntos negros abultados de *Phyllachora maydis* Maubl., aparece un pequeño halo de color amarillo que indica la presencia de un segundo hongo: *Monographella maydis* Müller & Samuels., (Müller y Samuels, 1984).



Figura 2. Síntoma denominado "ojo de pescado" que indica la acción conjunta de *P. maydis* y *M. maydis* (INIFAP, 2014).

A partir de los síntomas de "ojo de pescado" la enfermedad avanza de las hojas inferiores hacia las superiores, en un período de 15 días puede provocar el secado prematuro de la planta, sino hay control oportuno o el maíz es muy susceptible (Figura 3). Durante el avance de la enfermedad aparece un tercer hongo, *Coniothyrium phyllachorae* Maubl., considerado como un hiperparásito de los dos anteriores (Müller y Samuels, 1984).



Figura 3. Daños severos por Mancha de Asfalto (INIFAP, 2014).

***Curvularia lunata* Wakker.**

Curvularia agrupa un gran número de especies capaces de ser patógenos facultativos de las plantas y del suelo (Anónimo, 2003b). Pueden causar diferentes tipos de daños en hojas, tallos, flores y semillas, que abarcan desde pequeñas manchas hasta lesiones de mayor tamaño. Estas afectaciones abarcan un gran número de cultivos,

muchos de ellos de gran importancia económica entre ellos el cultivo del maíz (Neninger *et al.*, 2001).

El género *Curvularia* es considerado como un patógeno secundario (Sisterna *et al.*, 2006) y está citado como organismo causal de manchas foliares en maíz y en diversas gramíneas (Casa *et al.*, 2004).

Este hongo produce manchas pequeñas necróticas con una aureola de color claro. El diámetro de las lesiones cuando están completamente desarrolladas, es de aproximadamente 0.5 cm. La enfermedad está generalizada en zonas maiceras cálidas y húmedas, donde puede causar daños considerables a los cultivos (Casa *et al.*, 2004).



Figura 4. Hojas de maíz infectadas por el hongo *Curvularia* (INTAEEAParaná. 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Se obtuvieron 150 muestras del estado de Chiapas en el Municipio de Villa Flores, en el ciclo otoño-invierno 2013. La recolección fue realizada, de cuatro a diez días después de la aparición de los primeros síntomas en la planta. En campo las plantas mostraron las lesiones típicas del mancha de asfalto, en consecuencia a las condiciones (Humedad relativa >75% y temperatura de 17 a 22 °C) que favorecieron la aparición y desarrollo de los patógenos. El muestreo se llevó a cabo en forma dirigida en plantas que presentaran lesiones características de la mancha de asfalto, elevadas oscuras, estromáticas de aspecto liso y brillante, de forma oval a circular, con 0.5 a 2.0 mm de diámetro y forma estrías hasta de 10 mm de longitud (Pereyda-Hernández, et al., 2009). Las muestras se conservaron en bolsas de papel, se prensaron y secaron para ser procesadas. Cada muestra consistió en una hoja fraccionada y afectada por mancha de asfalto.

Desinfección

Se seleccionó el material vegetal (hojas con sintomatología de mancha de asfalto), en seguida en condiciones totalmente asépticas y bajo una cámara de flujo laminar se realizaron cortes del tejido enfermo, según se requiera el procedimiento, en el caso de aislamiento en medios de cultivo, cortes de medio centímetro cuadrado y para las cámaras húmedas cortes de 1 cm por 3.5 cm aproximadamente y se colocaron en tubos de nalgene de 50 mL y se agregó 20 mL de una solución de hipoclorito de sodio al 5% en agua-tween a la cual se le adicionaron 2 gotas de tween poa cada 100 mL de agua. Esta se llevó a vortex durante un minuto y transcurrido este tiempo, se desechó el líquido, repitiendo el proceso en tres ocasiones. Se dio un último enjuague con agua estéril y se decanto el líquido. Finalmente se tomaron unas pinzas estériles y se dejó secar en la campana de flujo laminar encendida en periodos de 2 a 5 horas, en sanitas estériles hasta eliminar por completo la humedad.



Figura 5. Cortes de material enfermo.

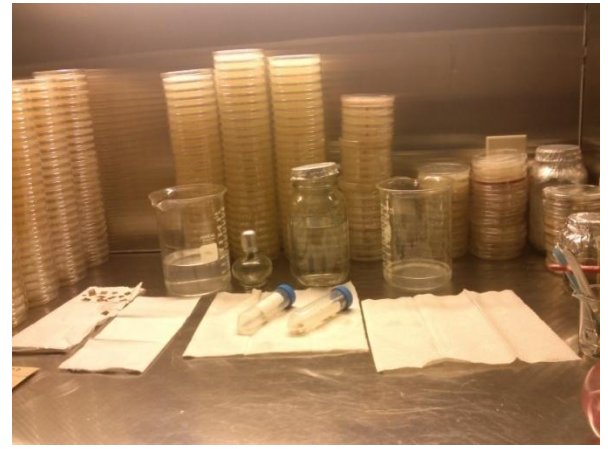
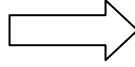


Figura 6. Desinfección en tubos de nalgene.



Figura 7. Secado en campana de flujo laminar encendida.

Aislamiento en Medio de cultivo

El crecimiento de estructuras de reproducción de hongos se desarrolló, utilizando material foliar como se indica en el método de desinfección. Bajo una cámara de flujo laminar, por medio de pinzas estériles se colocaron asépticamente cinco cortes estériles en cajas con medio de cultivo PDA Y SNA, se procesaron 50 cajas por cada medio de cultivo, para ser incubados durante dos semanas a temperatura ambiente. Haciendo evaluaciones cada 24 horas para detectar la formación de diferentes estructuras fúngicas. Cada caja petri quedó identificada con la fecha de siembra y tipo de medio de cultivo.

Cámaras Húmedas

Para inducir la esporulación en tejido foliar enfermo, se realizaron cámaras húmedas, para así poder aislar los patógenos presentes. Por lo que después de realizar el protocolo de desinfección, los cortes de tejido de 1 cm por 3.5 cm aproximadamente, desinfectados. Se colocaron en cajas Petri, sanitas recortadas estériles y humedecidas con agua destilada estéril, se procesaron 50 muestras. Las muestras se incubaron de 7 a 14 días a temperaturas ambiente, haciendo evaluaciones cada 24 hrs, con un fotoperiodo de 18 hrs. Se monitoreo su crecimiento y desarrollo de estructuras fúngicas en la muestra. Al presentarse estructuras de reproducción de los hongos en el tejido o desarrollo miceliar, se obtuvieron muestras y se procedió a identificar al microscopio.

Incremento del Inóculo por Siembra Directa

Se separaron las diferentes colonias de especie fúngicas. Para realizar la purificación del hongo y el incremento del inóculo, se tomó un explante de cada cepa de referencia con un sacabocados estéril, se sembró en el PDA y SNA se dejó incubando durante dos semanas a temperatura ambiente.

Identificación Morfológica

La caracterización morfológica se realizó en base a correlación de lo observado con la bibliografía descrita, acerca de la sintomatología, signos y estructuras formadas sobre las muestras foliares. Para lo cual se realizaron preparaciones temporales con lactofenol y azul de metileno, en un portaobjetos y extendiendo una asada de muestra en el mismo se colocó un cubreobjetos y se observó al microscopio compuesto en 10 y 40X, identificando cada uno de los aislados obtenidos de acuerdo a la ilustración de las claves dicotómicas de géneros imperfectos (Barnett y Hunter, 1972).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la identificación de los patógenos, se realizó, de cultivos en medios artificiales y cámaras húmedas, utilizando las características de las colonias y morfología de las estructuras en preparaciones temporales con lactofenol adicionado con azul de algodón y se observaron con un microscopio de luz (Zillinsky, 1984).

Identificación Morfológica

Los géneros de los hongos identificados por medios de cultivo artificiales y cámaras húmedas fueron: *Curvularia* sp., el cual para este cultivo se han descrito como fitopatógeno, mientras que dentro de los saprófitos se encontraron a *Alternaria* sp. y *Fusarium* sp. (Andersen *et al.*, 2001).

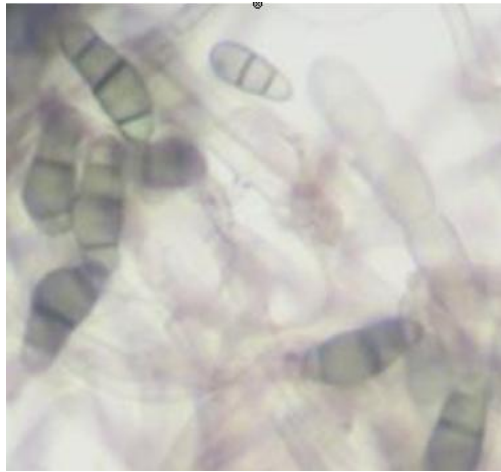


Figura 8. Conidios de *Curvularia* sp.

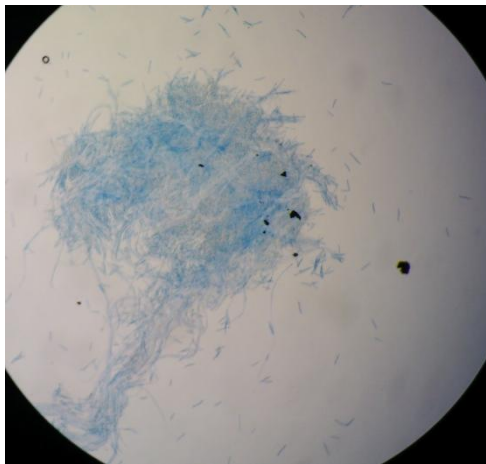


Figura 9. Conidios de *Fusarium* sp.



Figura 10. Conidios de *Alternaria* sp.

El género *Curvularia* es considerado como un patógeno secundario (Sisterna *et al.*, 2006) y está citado como organismo causal de manchas foliares en maíz y en diversas gramíneas (Casa *et al.*, 2004).

Curvularia sp. representa uno de los principales problemas que afectan la producción del cultivo de maíz *Zea mays* L., produce decoloración en tegumentos y manchas en los cotidellones (Scandiani y Luque 2009; Cabrera *et al* 2006; Formento *et al.*, 2005). Podemos citar a las enfermedades, causadas por diferentes patógenos, entre ellos la mancha foliar de curvularia. Como lo describe Garcés (2011) donde mencionó como el control más barato, viable y que no causa daños al medio ambiente contra casi cualquier patógeno, es a través de la resistencia genética de la planta hospedante es decir, mediante el mejoramiento genético y utilización de variedades resistentes. Los conidióforos son de color pardo, no ramificados, erectos, a veces filiformes, con la base ligeramente más delgada que el ápice; septados más intensamente hacia el ápice que frecuentemente se presenta geniculado, algo torcido, y con pequeñas nudosidades. Los conidios son ovalados, cilíndricos, a veces encorvados, de un color castaño claro; por lo general con tres septos transversales, siendo la segunda célula (a contar de la primera formada), de tamaño mayor que las restantes, siguiéndole, en tamaño, la tercera célula; quedando las dos de los extremos más pequeñas e hialinas.

A veces las dos células centrales son de igual tamaño, siendo de un color algo más oscuro que las de las extremidades.

Fusarium sp., este es un hongo típico de suelo, que en zonas cálidas y húmedas causa marchitamiento de follaje, (Barnett & Barry 1972; Agrios 2005). En maíz se han reportados diferentes especies *Gibberella zea* Schwein (Anamorfo de *Fusarium graminearum*) y *Gibberella moniliformis* Wineland (Anamorfo de *Fusarium moniliforme*) inducen pudriciones de mazorca y de tallo y tizón en las plántulas (Macías y Peraza, 2008).

En caso de la podredumbre del tallo, los entrenudos inferiores se ablandan y muestran un color canela o marrón en la parte exterior mientras internamente aparecen de color rosa o rojizo. La médula se desintegra permaneciendo sólo intactos los haces vasculares. La enfermedad ocasiona que las hojas tomen un color gris opaco así como la muerte prematura y rompimiento del tallo. Los órganos fructíferos del hongo, denominados peritecas, pequeñas, redondas y negras, aparecen frecuentemente sobre tallos descompuestos. En el caso de la podredumbre de la mazorca, se desarrolla un moho rojizo que, a menudo, comienza por el extremo de la misma. Si la infección tiene lugar prematuramente, las mazorcas se pudren completamente y se desarrolla un moho rosado a rojizo en las mazorcas y las vainas adheridas a éstas (Macías y Peraza, 2008).

Además de la presencia de las especies identificadas por García y Martínez en el 2010 de aislamientos obtenidos de granos de maíz *Fusarium oxysporum*, *F. subglutinans*, *F. moniliforme*, *F. graminearum*, *F. anthophilum*, *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* y *F. proliferatum*. aún cuando la identificación basada en la morfología presenta en ocasiones un importante grado de dificultad, sobre todo para distinguir especies cercanas, con características fenotípicas muy similares (Unda *et al.*, 2011; Chandra *et al.*, 2011).

Alternaria sp. Tiene esporas o conidios más bien grandes, multicelulares, con tabiques transversales y longitudinales. La forma de los conidios es característica, varía de claviforme a elipsoidal y frecuentemente presentan un apéndice apical simple o dividido (de longitud hasta 20 µm). Paredes gruesas con la superficie lisa o verrugosa, de color

marrón pálido u oscuro. A menudo con una pequeña cicatriz en la base. El número de células de los conidios varía según la especie. Produce cadenas de 10 o más conidios muy ramificadas a partir de conidióforos cortos. La ramificación de los conidios surge de conidióforos secundarios desde células conidiales basales o apicales, en relación 1:1, dando un aspecto abierto (Andersen, 2001). Las cadenas aparecen en los cultivos como manojos densos y aislados (Roberts, 2000).

Alternaria sp. Es un hongo patógeno oportunista que puede causar manchas en las hojas así como pudriciones y decoloraciones en muchas partes de las plantas. Penetra por heridas y aberturas naturales y se asocia a daño por chinches fitófagas; además produce manchas foliares en plantas adultas pudiendo provocar la muerte de las hojas y la caída anticipada. La sintomatología comienza en hojas basales, a la madurez va avanzando paulatinamente hacia el estrato superior. Los síntomas comienzan con la aparición de unas pequeñas puntaciones castañas rodeadas de un halo clorótico generalmente se observa en hojas inferiores. Hongo filamentoso con conidióforos simples, tabicados, en cuyo extremo se forman unos conidios muriformes, de color pardo, con septos transversales y verticales de disposición irregular. Por gemación de la célula apical se genera un nuevo conidio, formándose largas cadenas de 10 o más conidios. Colonias de crecimiento rápido (tres o cuatro días), vellosas, al principio de color gris, después el centro se oscurece (tonos negros más o menos intensos) pero los bordes siguen siendo grisáceos (Scandiani y Luque 2009; Cabrera *et al* 2006; Formento *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

Curvularia sp., *Fusarium* sp., y *Alternaria* sp., fueron identificados mediante análisis morfológico como los agentes asociados a la sintomatología del Complejo Mancha de Asfalto en las muestras obtenidas del Municipio de Villa de Flores en el Estado de Chiapas, en el ciclo otoño-invierno del 2013.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, D. N.** 2007, Fitopatología. 2da edición. Ed. LIMUSA. México. Pp. 648-733.
- Agrios, G. N.** 2005. Plant Pathology. 5ta edición. Ed. ACADEMIC PRESS. Nueva York. Pp. 803.
- Agroinformación,** 2007. Manejo de lepidópteros plaga. http://www.infoagro.com/hortalizas/lepidopteros_plaga.htm (Consulta: 11/Febrero/2015)
- Andersen, B.** 2001. Chemical and morphological segregation of *Alternaria alternata*, *A. gaisen* and *A. longipes*. Mycological Research Pp. 291-299.
- Andersen, B.; E. Kroger and R.G. Roberts.** 2001. Chemical and morphological segregation of *Alternaria alternata*, *A. gaisen* and *A. longipes*. Mycol. Res. Pp. 291-299.
- Anónimo.** 2003b. Toxic Mold Test, Mold Inspection. Detection and Blank Mold Testing and Remediation Center. Curvularia species. www. cvm. Tamu. Edu/ vtpb/vet.micro/charts fungi/Curvularia. htm. (consulta: 08/Marzo/2015).
- Ayala, M., J. E. y E. Monterroso L.** 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la gallina ciega. Manual Para Técnicos. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos en Centroamérica (PRIAG). Pp. 32.
- Barnett, H.L. and B.B. Hunter.** 1972. Illustrated genera of imperfectfungi. 3th. Burgess Publishing Company. Minnesota, USA. 241 p. Vol. 64, No. 4 (Jul. - Aug., 1972), pp. 930-932 Published by: Mycological Society of America Article Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/3757954> [Consultado: 28/abril/2015].
- Bentacourt, M., C. e I. Scatoni B.** 2010. Guía de Insectos y Acaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay; Tercera edición. Universidad de la República, Fac. de Agronomía, Montevideo. Pp. 57-83.

- Cabrera**, M.G.; R.E. Álvarez.; M. Gabutti.; N.T. Sosa de Castro. 2006. Hongos “menores” detectados en follaje de soja en Chaco y Corrientes, Argentina. UNNE, Resumen: A-021.
- Carrillo**, F., J.; J. Cruz O.; R. García E.; J. García Q.; S. Montoya A. y C. Montoya C. 2002. Manual de Virus, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Pp. 42.
- Casa**, R., T.; E. Reis M.; y M. M. Blum C. 2004. Cuantificación de daños causados por doenças de milho. Em: I Workshop de Epidemiologia de Doenças de Plantas. Resumo. Viçosa, MG, Brasil. Pp. 254.
- Chandra**, N.S.; E.G. Wulff.; A.C. Udayashankar.; B.P. Nandini.; S.R. Niranjana.; C.N. Mortensen and H.S Prakash. 2011. Prospect of molecular markers in Fusarium species diversity. Applied Microbiology and Biotechnology. Pp.1625-1639.
- CIAT**, 2005. Centro de investigación Agrícola Tropical www.ciatbo.org/ (Consulta: 29/Enero/2015).
- CIMMYT**. 2004. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México, D. F. Pp. 79.
- Córdova**, H. 2002. El efecto de la globalización sobre los programas de fitomejoramiento de las instituciones públicas y perspectivas para la autosuficiencia en maíz hacia el año 2020.
- De León**, C. 1984. Enfermedades del Maíz. Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. 3a Edición. Pp.114.
- FAO**. 2004. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manejo integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos. <http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/2931/1/Sandoval.pdf> (Consulta: 10/ Febrero/2015).

- FAOSTAT.** 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://faostat.fao.org/> (consulta: 10/Febrero/2015).
- Farias, P.R.S.;** J.C. Barbosa.; A.C. Busoli.; W.L. Overal.; V.S. Miranda.; and S. Ribeiro. 2008. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. Neotrop. Entomol. Pp. 37, 321-327.
- FENALCE-CIMMYT** (Federación Nacional de Cerealistas-CIMMYT). 2001. Búsqueda de resistencia genética a la mancha gris del maíz (*Cercospora zeaе-maydis*) en maíz tropical en Colombia. Fondo Parafiscal de Importancia de Cereales y Legumbres. FENALCE. Bogotá. Proyecto 58. Pp.13.
- Formento, A.N.;** J. de Souza.; J.C. Velázquez.; I.G. Vicentin.; I. Gioco. 2005. Roya Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* = *Malupa sojae*) & Enfermedades Foliares de la Soja. Guía Práctica de Identificación. INTA-EEA Paraná. Serie Extensión N°36. 39p.
- Garcés F., F. R.;** Á. J. Aguirre C.; J. J. Carbo M.; G. A. Liubá D. 2011. Severidad de curvularia en 67 líneas autofecundadas S4 de maíz amarillo. Ciencia y Tecnología. Pp. 39-44.
- Gómez, M., N. O.;** J. L. Ramírez D.; A Turrent F. 2001. H-516, maíz de alto rendimiento para regiones cálidas y semi-cálidas de México. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP. Folleto técnico Núm. 6. Pp.20.
- González, C., M.;** M. Gómez N.; H. Pereyda J. y E. Muñiz J. 2008. Obtención de híbridos de maíz elotero tolerantes al complejo mancha de asfalto en el estado de Guerrero. INIFAP. Folleto técnico 17. Iguala, Guerrero, México. Pp.27.
- González, M.** 2005. Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (campaña 04/05). Rev. Agromensajes N°15. FCA-UNR. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/15/2AM15.htm>. (Consultado: Enero 20015]

- Hamlin**, R.T. 1999. Combined Keys to Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol. I y II. APS Press. St. Paul. Minnesota. pp: 63–64.
- Hock**, J., J. y B. Renfro L. 1989. El complejo 'mancha de asfalto' de maíz: Su distribución geográfica, requisitos ambientales e importancia económica en México. *Rev Mex Fitopatol.* Pp.129-135.
- INEGI**. 2014. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://www.inegi.org.mx> (Consulta: 10/Febrero/2015).
- INIFAP**, 2014. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <http://www.inifap.gob.mx/SitePages/default.aspx> (Consulta: 15/Febrer0/2015).
- King**, B.S. 1984. Biology and Identification of *white grubs (Phyllophaga)* of economic importance in Central America. Tropical Pest Management. Pp. 36-50
- Klosterman**, S.J. 2007. Genetics of Morphogenesis and Pathogenic Development of *Ustilago maydis*. Advances in Genetics Pp. 1-24 y 57.
- Kumar**, H. and J.A. Mihm. 2002. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), southwestern corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) and sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) damage and grain yield of four maize hybrids in relation to four tillage systems. Crop Protection Pp. 21, 121-128.
- Lopez**, C.; O. Salazar; R. Dax; M. Osorio; C. Calderon; H. Cabrera; A. Ferrufino; A. Viana; y D. Saavedra. 2011. Reconocimiento en campo de la mancha de asfalto en el cultivo de maíz. http://www.redsicta.org/PDF_Files/manchaNegra.pdf.
- Macías**, C., J.; y S. Peraza M. 2008. Enfermedades del maíz en el norte de Sinaloa. [Agronet.www.agronet.com.mx/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=3&Type=A;31.03-2008](http://www.agronet.com.mx/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=3&Type=A;31.03-2008). [Consultado: 28/abril/2015].
- Marino**, G. C.; N. Gómez O.; J. Pereyda H; E. Muñiz. 2008. Híbridos de maíz elotero tolerante al complejo "Mancha de asfalto" en el estado de Guerrero. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP. Folleto técnico Núm.17. Pp. 36.

- Martinez**, A.M.; P. Caballero.; M. Villanueva.; N. Miralles.; I. San Martin.; E. Lopez and T. Williams. 2004. Formulation with an optical brightener does not increase probability of developing resistance to *Spodoptera frugiperda* nucleopolyhedrovirus in the laboratory. J. Econ. Entomol. Pp. 97, 1202-1208.
- Martinez**, C. A.; C. Jauneau.; C. Roux.; C. Savy and R. Dargent. 2000. Early infection of maize roots by *Sporisorium reilianum* sp. zeae. Protoplasma Pp. 83-92.
- Matsuoka** Y.; Y. Vigouroux.; M. Goodman.; J. Sanchez.; E. Buck and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proceedings. Proceedings of the National Academy of Sciences 99: 6080-6084. Orr Hand Coyne J (1992). The genetics of adaptation – a reassessment. AmNat., Pp 140-725.
- Mau**, R.F. and J.L. Martin. 2007. *Spodoptera exigua* (Hubner). Departament of Entomology. Honolulu, Hawaii. Updated by: J. M Diez. April 2007.
- Maublanc**, A. 1904. Espèces nouvelles de Chapignons inferius. Bull Soc Myc. Fr. Pp. 20-72.
- Müller**, E. and J. G. Samuels. 1984. *Monographella maydis*: sp.nov. and its connection to the tar-spot disease of *Zea mays*. Nova Hedwigia. Pp. 40, 113-121.
- Murúa**, G.; J.M. Ochoa, and C. Coviella. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. Fla. Entomol. Pp. 89, 175-182.
- Neninger**, H.; L. Barrios M. y E. Idelis H. 2001. «Contribución al estudio de la micobiota presente en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba», Resúmenes, IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, Palacio de Convenciones, Cuba. Pp. 101 y 102.
- Pereyda**, H., J.; J. Hernández. M.; J. S. Sandoval I.; S. Aranda O.; Sergio, C.de León. y N. Gómez M. 2009. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México. *Agrociencia*. Pp. 511-519.

- Piperno** D. R.; A. J. Ranere.; I. Holst.; J. Iriarte and R. Dickau. 2009. Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. Proc Natl Acad Sci USA 106 [13] 5019-5024. doi:10.1073/pnas.0812525106.
- Quiroga**, M., R. 1995. Enfermedades del Maíz en algunas regiones tropicales de México, con énfasis en el Estado de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. Pp. 116.
- Ranere** A.; D. Piperno.; I. Holst and J. Iriarte. 2009. The cultural and chronological context of early Holocene maize and squash domestication the Central Balsas River Valley, Mexico. Proc Natl Acad Sci USA. 106 (13): 5019-5024. Piperno D and Flanery K (2001) Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Pp. 98 y 2101-2103.
- Reis**, E.M.; R.T. Casa and A.C.B. Reis. 2004. Manual de Diagnose e Controle de Doencas de Milho. Graphel. Lages, RS., Brasil.
- Roberts**, R.G. 2000. RAPD fragment pattern analysis and morphological segregation of small-spored *Alternaria* species and species groups. Mycological Research. Pp. 151-160.
- Rojas**, J.C.; A. Virgen and E. A. Malo. 2004. Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuide) Monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico. Fla. Entomol. Pp.496-503.
- Scandiani**, M.M.; A.G. Luque. 2009. Identificación de Pátogenos en Semilla de Soja. Análisis de Semillas Suplemento Especial N°2. 148p.
- Schaad**, N.W.; J.B. Jones and W. Chun. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota, USA. 373 p. Parbery, D. G. 1967. Studies on graminicolous species of *Phyllachora* Nke. Aust. J. Bot. Pp. 271-375.
- SENASICA**, 2012. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. www.senasica.gob.mx/ (Consulta: 9/Febrero/2015).

- Serria**, G., A.; F. Varón de A. y C. Huertas. 2003. Mildiu Velloso del maíz. ICA, FENALCE, Plegable divulgativo. 30.12.19.03.
- Shurtleff**, M.C. 1980. Compendium of Corn Diseases. Second Edition. Ed. The American Phytopathological Society. Pp. 105.
- SIAP**. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx> (Consulta: 19/Febrero/2015).
- SIAP**. 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx> (Consulta; 19/Febrero/2015).
- Siller**, C., J. H. 2000. Análisis de la horticultura en México. pp. 8-12. En: Productores de Hortalizas. México. Pp.66.
- Sisterna**, M., N.; G. Lori A.; y J. Marassi J. 2006. Sintomatología y hongos asociados al manchado del grano de arroz en el genotipo Irga 409, Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, Argentina. Pp.13-21.
- Sivanesan**, A. 1987 Especies Graminicolous de Bipolaris, Curvularia, Drechslera, Exserohilum y sus Telomorfos. Micológica Documentos. Pp. 1-261.
- Unda**, F., J. M. Agüero, M. C. Fariñas, M. L. Martínez, 2011. Identificación de hongos de importancia clínica mediante técnicas moleculares. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Pp. 282–285.
- USDA**. 2014. Departamento de Agricultura de Estados Unidos <http://www.usda.gov> (Consulta: 23(Febrero/2015).
- Varón** de A., F.; C. Huertas A.; O. Grajales R. y H. Vanegas. 2001. Mancha anular, nueva enfermedad foliar del maíz en el valle de Cauca. Asoc. Colombiana de Fitopatología (ASCOLFI) Pp.24-25.
- Vidaver**, A.K. and P.A. Lambrecht. 2004. Bacteria as plant pathogens. APSnet, Introduction to the Pathogen Groups. Recuperado de <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/Bacteria.asp> [Consultado: 28/Enero/20115].

- Villanueva**, V., C.; E. Sánchez R.; y E. Villanueva S. 2007. El huitlacoche y su cultivo. Ed. Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. México, D.F. Pp. 96.
- Wilson**, W.J.; H.R. Dillard and S.V. Beer. 1999 Assessment of phenotypic variability in *Erwinia stewartii* based on metabolic profiles. Plant Disease. Pp.114–118.
- Zillinsky**, 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. Pp.141.
- Zuber**, M.S.; T.C. Ainsworth.; M.H. Blanco and L. Darrah. 1981. Effect of anthracnose leaf blight on stalk rind strength and yield in F1 crosses in maize. Plant Dis. Pp. 719-722.