

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Detección e Identificación de Hongos en Semillas de Cinco Variedades de Chile
Capsicum annuum L., del Estado de Zacatecas

Por:

PATRICIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Detección e Identificación de Hongos en Semillas de Cinco Variedades de Chile
Capsicum annuum L., del Estado de Zacatecas

Por:

PATRICIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



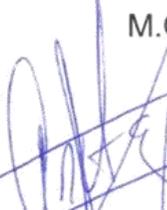
M.C. Abiel Sánchez Arizpe
Asesor Principal



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor



M.C. José Luis Arispe Vázquez
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2021

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** mi alma mater, por darme todo el amor y cobijo durante años para formarme vida como profesionista, siempre me brindo el apoyo incondicional para ser una persona preparada para enfrentar los problemas del campo mexicano y gracias por la gran diversidad de culturas que conocí me llevo una experiencia inolvidable.

Al **M.C. Abiel Sánchez Arizpe**, por todo el apoyo en la realización de esta tesis y los sabios consejos. Y la dedicación para realizarlos de la mejor manera.

A la **Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda** en por la dedicación de su tiempo en realización de la tesis.

Al **M.C. José Luis Arispe Vázquez** en su apoyo y dedicación de tiempo para realizar este trabajo.

A **mi familia** por todos esos consejos y apoyos incondicionales en permitirme prepararme profesionalmente y personal y por los sabios consejos.

A **compañeros y amigos** que me acompañaron en el transcurso de estos años y darme siempre el apoyo en los momentos difíciles y por ser como un miembro más de la familia en la gran casa de estudios.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme cumplir el más grande de mis sueños después de mucho esfuerzo y dedicación se cumplió la meta darme se dicha y privilegio de ser un miembro más en la familia como profesionista.

A mis padres

Juan Sánchez Gómez

Esperanza Gómez Bautista

Por todo ese gran amor y cariño que me dieron este proyecto de vida y gracias por la mejor herencia que puede existir en este mundo, es el más grande de todos. **A mis hermanos**

Javier Sánchez Sánchez

Humberto Sánchez Sánchez

Martin Sánchez Sánchez

Delfina Sánchez Sánchez

Graciela Sánchez Sánchez

Francisco Sánchez Gómez

Ezequiel Sánchez Gómez

Erika Sánchez Gómez

Por estar siempre conmigo en esta travesía de mi vida, todas esas palabras y consejos en los tiempos difícil, aportar siempre su granito de arena en mi formación personal como profesionista.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA.....	iv
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
Justificación	2
Objetivos	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen del Cultivo de Chile	3
Importancia Económica del Cultivo de Chile.....	3
Estados Productores en México	3
Variedades de Chile Cultivadas	4
Importancia de la Calidad de la Semilla	4
Beneficios del Uso de Semilla de Calidad.....	5
Principales Enfermedades que Atacan al Cultivo de Chile	5
Ahogamiento o secadera	5
Mancha bacteriana	5
Mancha de hoja	6
Marchitez	6
Virosis.....	6
Importancia Económica de las Enfermedades en Semilla del Cultivo Chile	7

Enfermedades que se Trasmiten en Semilla de Chile	7
Factores que Favorecen el Desarrollo de Hongos en Semillas de Chile	7
Clasificación Taxonómica del Chile de Acuerdo a Linneo 1735.....	8
Generalidades del Chile.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Ubicación del Experimento	9
Material Genético.....	9
Preparación de Medio de Cultivo PDA.....	9
Aislamiento de los Patógenos Fúngicos	10
Pruebas de Sanidad de la Semilla en Medio de Cultivo PDA	10
Purificación por Cultivos Monoconidiales.....	11
Preparacion de laminillas.....	Error! Bookmark not defined.
Análisis Estadístico	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
CONCLUSIONES.....	15
BIBLIOGRAFÍA	16
APÉNDICE.....	22

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Evaluación de la incidencia de hongos.....	10
Cuadro 1. Medias de la incidencia de hongos fitopatógenos en las cinco variedades de chile.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Entrada del Departamento de Parasitología, UAAAN.....	9
Figura 2. Comportamiento de general de la incidencia de hongos fitopatógenos sobre las variedades de chile en estudio.....	12
Figura 3. Género <i>Fusarium</i>	22
Figura 4. Género <i>Penicillium</i>	22

RESUMEN

El cultivo de chile *Capsicum annuum* L. es considerado como una de las hortalizas más importantes en el mundo, principalmente por a su alta rentabilidad y a su versatilidad. El objetivo fue evaluar la incidencia de los hongos presentes en las semillas de cinco variedades Chile *C. annuum* L. Las semillas de *C. annuum* fueron; Chile ancho criollo, Chile ancho variedad Rancho Grande, Chile cora criollo, Chile guajillo criollo, Chile ancho variedad morita.

De cada variedad de chile se tomaron 120 semillas, las cuales se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 3% por 3 min, y posteriormente en agua destilada por 2 min (replicado 2 veces) y se colocaron de manera equidistante 20 semillas por placa de Petri con medio de cultivo Papa Destroza Agar (PDA) y se mantuvieron a periodos de temperatura diferentes. La purificación de los patógenos aislados se realizó mediante el método de purificación por cultivos monoconidiales. La identificación se realizó mediante criterios morfológicos. Los resultados de la incidencia se manejaron en términos de porcentaje, y se analizaron mediante el programa informático estadístico SAS® versión 9.1 y la separación de medias mediante la prueba de Tukey ($p = 0.05$). Los patógenos identificados corresponden a *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp. y la mayor incidencia la presentó la variedad de chile ancho Rancho Grande con 80.83%, en cambio, el chile ancho criollo presentó la menor incidencia por estos dos géneros de hongos con apenas el 48.33%, es decir, el chile ancho criollo resulto más resistente a la incidencia de *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp. y la variedad de chile ancho Rancho Grande resultó ser más susceptible.

Palabras clave: Semilla, patógenos, incidencia, variedad

INTRODUCCIÓN

El cultivo de *C. annuum* es considerado como una de las hortalizas más importantes en el mundo, principalmente por a su alta rentabilidad y a su versatilidad que permite elaborar diferentes alimentos, así como productos destinados para la industria farmacéutica como medicamentos y pomadas; además gracias a su gran aporte nutritivo cada año la demanda por este fruto aumenta de manera considerable dependiendo de la variedad y de la época del año (González-Jara *et al.*, 2011).

En México existen más de 100 variedades de chile de los cuales los más comunes son el chile verde (*Capsicum frutescens*), el habanero (*Capsicum chinense*), chile serrano (*Capsicum baccatum*) chile jalapeño (*C. annuum*) chile manzano (*Capsicum pubescens*) los cuales se producen en más de 154, 268.04 mil ha divididas a lo largo de casi de toda la República (SIAP, 2020).

La producción de chile en el país es considerada una de las actividades económicas primarias más importantes, ya que cada año su producción genera más de 22 mil millones de pesos, lo cual además de beneficiar la economía de los más de 12 mil productores existentes en México, además, ayuda a generar trabajo para más de 30 millones de jornaleros los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de todo el territorio nacional (AJ, 2019).

Los hongos son los microorganismos que ocasionan un mayor problema durante el almacenamiento de granos y semilla, ya que consumen oxígeno del aire y destruyen el alimento produciendo bióxido de carbono, humedad y calor (INIFAP, 2013). un patógeno transmitido por semilla es aquel que se encuentra sobre o dentro de la semilla, penetrando sus tejidos, y que permanece en ella en estado de reposo; como contaminante o internamente donde es más difícil su detección y manejo, (INIFAP, 2008).

Justificación

El cultivo de chile de las variedades ancho y guajillo, son del cultivo más rentable que se han cultivado hasta la actualidad, el cual se ve afectado severamente por patógenos fúngicos, que disminuyen su calidad y rendimiento.

Objetivo

Identificar géneros de hongos presentes en 5 variedades de chile, evaluar la incidencia de hongos en la semilla de Chile *C. annuum* L.

Hipótesis

Se espera al menos dos géneros de hongos con una incidencia mayor al 50% en las semillas de chile.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Cultivo de Chile

El origen del cultivo del chile se ubica en América, sin embargo, para ubicar el sitio exacto hay discrepancia entre los diferentes autores, por ejemplo; Vavilov (1951) ubica su origen en América del sur, en la región de los andes y de la cuenca alta del Amazonas, que comprende: Perú, Bolivia, Argentina y Brasil. Por otra parte, Casseres (1980) ubica su origen en América tropical, donde ha sido cultivado desde épocas muy remotas, ya que se han encontrado restos prehistóricos en Ancon y Huasca Prieta, Perú, en donde estuvo ampliamente distribuido y se piensa que de ahí pasó a México, aunque se sugiere que México también pudo haber sido un centro de origen independiente, ya que aquí se encuentra una gran diversidad de variedades (Valadez, 1996).

Importancia Económica del Cultivo de Chile

La importancia radica en las divisas que genera, ya que México es el principal proveedor de este producto para EE.UU. y Canadá, en los ciclos de invierno-primavera que es cuando en esos países no hay producción de Chile (Arroyo, 2012), ya que las importaciones de Chile para ese país son de 77.99% producto mexicano, seguido de Canadá con 55.25% y Guatemala, cuyas importaciones de Chile son de 52.25 % mexicanas (PAN, 2017).

Estados Productores en México

Los principales estados productores son: Sinaloa, Sonora, Veracruz, Chiapas y Nayarit, de los cuales sobresale Sinaloa, por ejemplo; en el año agrícola 2020 tuvo una producción de 649,463.12 t (SIAP, 2020) y México es el exportador número uno a escala mundial de chiles y pimientos, es decir, el 29.71% la producción total se destina al mercado internacional (Seminis, 2018).

Variedades de Chile Cultivadas

Existe gran diversidad de tipos de chile que se cultivan en el mundo como en México, por ejemplo; la superficie mundial sembrada de chile asciende a 1.7 millones de hectáreas y una producción de 29,939,029 t (Macías-Rodríguez *et al.*, 2013). La producción de chile seco es de gran importancia en México; el chile guajillo (*C. annuum* L.) es uno de ellos y se usa principalmente para la elaboración de pastas para moles que se incorporan en diferentes platillos regionales, además, es importante señalar que los agricultores prefieren y siembran variedades nativas, ya que las mejoradas o los híbridos no tienen el mismo sabor y, por lo tanto, el sabor del mole y otros platillos cambia o no es de la calidad acostumbrada (Macías-Rodríguez *et al.*, 2013). Los tipos de chile de mayor consumo en México son: los jalapeños, serranos (verde), poblano, chile de árbol, chilaca, mirasol (conocido como guajillo en seco), güero, pimiento y piquín (Aguirre y Muñoz, 2015).

Importancia de la Calidad de la Semilla

Desde un punto de vista sustentable, es imposible obtener una buena cosecha si no se parte de una semilla de calidad, ya que un cultivo puede resultar de una calidad inferior a la semilla sembrada, pero nunca mejor que ella. Si bien a través de prácticas post cosecha, como el secado, acondicionamiento y limpieza de semillas, es posible mejorar la calidad de la semilla cosechada, siempre es necesario evaluar la relación costo beneficio y las propiedades que deben reunir los lotes de semilla de calidad son; Genuidad: el lote de semillas deber responder a la especie y cultivar deseado; Pureza: estar libre de semillas extrañas, de semillas de malezas u otros cultivares o especies; Limpieza: las semillas deben estar libres de materias extrañas como palillos o tierra. Sanidad: estar libre de plagas y enfermedades; Viabilidad: las semillas deben ser capaces de germinar y desarrollar una plántula normal en condiciones óptimas de siembra; Vigor: las semillas deben germinar y desarrollar una plántula normal en situaciones de siembra desfavorables (Cyta, 2021).

Beneficios del Uso de Semilla de Calidad

Las semillas son la base primordial para el sustento humano, ya que son las depositarias del potencial genético de las especies agrícolas y sus variedades resultantes de la mejora continua y la selección a través del tiempo. La mejora de los cultivos y el suministro de semillas y materiales de siembra de alta calidad de variedades seleccionadas para los productores son necesarios para garantizar una mejor producción agrícola y satisfacer los crecientes desafíos ambientales (FAO, 2021). El uso de semilla certificada garantiza buena calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria, además, estas condiciones de calidad permiten la resistencia o tolerancia a plagas y/o enfermedades (Acosemillas, 2019).

Principales Enfermedades que Atacan al Cultivo de Chile

Ahogamiento o secadera

Enfermedad ocasionada por varios tipos de hongos dentro de los cuales destacan *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Khûn y *Phytophthora capsici* Leo. (Velásquez y Medina 2004; Velásquez et al., 2002; Mendoza, 1996). Los síntomas iniciales muestran un debilitamiento en las hojas que se va acentuando hasta marchitar completamente la planta y en el cuello del tallo se observa un marcado estrangulamiento. Esta enfermedad, junto a las plagas del suelo, son las que más afectan el establecimiento de la densidad poblacional óptima del cultivo (Aguirre-Mancilla *et al.*, 1986).

Mancha bacteriana

Es causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. y puede afectar hojas, tallos y frutos. Los primeros síntomas son pequeñas manchas de color café y aspecto húmedo, de contorno redondeado a irregular. Las lesiones conservan su apariencia húmeda durante el periodo lluvioso. Si el ataque es severo, toman un color negro y apariencia grasosa. Al existir condiciones óptimas, las

lesiones se unen y una gran parte de la hoja adquiere una coloración amarilla y ocasiona una defoliación prematura. Esta enfermedad se disemina por semilla y sobrevive en residuos de cosecha y plantas viejas de chile o silvestres (Velásquez y Medina, 2005).

Mancha de hoja

El agente causal es el hongo *Cercospora capsici* Held & Wolf y ocasiona pequeñas manchas circulares de coloración blanca en el centro y café oscuro en el margen. Se presentan en tallos, pecíolos, pedúnculos y principalmente en la lámina foliar (Mendoza, 1996).

Marchitez

Es una de las principales enfermedades de chile. El agente causal más común es el hongo *P. capsici* Leo. Los síntomas inician con una marchitez en las hojas inferiores y después en toda la planta. Se observan manchas de color café en el tallo que finalmente estrangulan la planta; se marchitan los frutos sin desprenderse de la planta. La mejor alternativa para esta y otras enfermedades difíciles de controlar es la prevención, en este caso se efectúa la rotación de cultivos, utilizar suelos no inundables y sembrar en surcos altos) (Velásquez *et al.*, 2002; Mendoza, 1996).

Virosis

Entre los virus que atacan y dañan al cultivo del chile con mayor frecuencia en nuestro país, se encuentran, virus jaspeado del tabaco (TEV), virus del mosaico del pepino, virus del mosaico del tabaco (CMV), virus huasteco del chile (PHV), virus del chile jalapeño (PJV) y virus chino del tomate (VCdT) (Hernández *et al.*, 1991; Sandoval, 1993; Laborde y Pozo, 1984; Garzón, 1995; Galván y Sandoval, 1989) y hasta la fecha no existe un control químico para estas enfermedades.

Importancia Económica de las Enfermedades en Semilla del Cultivo Chile

Se estima que el daño por hongos fitopatógenos en los cultivos provoca pérdidas del 10 a 80 %, (Afutu *et al.*, 2007). Son los microorganismos que ocasionan más problemas durante el almacenamiento de granos y semillas (INIFAP, 2013). Las semillas infectadas comúnmente presentan coloraciones cafés a negro, arrugadas o deformes, de menor tamaño y peso que las sanas al abrirlas pueden mostrar un algodoncillo de color blanco, gris o negro (Neergaard, 1979). Mriha y Siddique (1989) indicaron que los hongos causan pudrición, no solo afectan, sino que reducen la calidad de los frutos y que pueden transmitirse a través de la semilla.

Enfermedades que se Transmiten en Semilla de Chile

Se reporta una alta gama de especies que infestan semillas de Chile, se reportan 19 géneros (*Aspergillus flavus*, *Fusarium equiseti*, *F. moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Phoma exigua*. *Plantas anormales y manchas foliares: Fusarium moniliforme*, *Microthecium vericularia*) que causan daños en germinación del 12.1 a 96.6 %. El ataque de dichos patógenos comienza cuando las semillas están listas para ser cosechadas, los hongos penetran y entran en un estado de latencia, y así permanecen durante el almacenamiento de la semilla, siendo activados por la humedad del suelo en el momento de la germinación (Mendoza, 1993).

Factores que Favorecen el Desarrollo de Hongos en Semillas de Chile

Requieren generalmente una humedad relativa entre el 90 y 100% y un contenido de agua en las semillas de 22 a 23% para crecer, con un amplio rango de temperatura entre 0 y 30 °C, aunque algunos pueden desarrollarse a 35 °C o más, Los hongos son alojados en la semilla estos a su vez causan diferentes daños, si la infección es muy severa, esto puede ocasionar la muerte del embrión, también cabe mencionar que las semillas no pierden su valor germinativo, sin embargo puede verse afectado su valor, por lo tanto, si estas semillas llegan a germinar son portadoras directamente de patógenos, esto tendrá un efecto determinante en el

desarrollo de enfermedades, que aumenta la probabilidad de ser atacados por otros patógenos que se encuentra en la semilla y el suelo (Galván, 2003).

Clasificación Taxonómica del Chile de Acuerdo a Linneo 1735

Reino: Plantae

División: Magnolophitas

Clase: Magnolopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *C. annuum* L., 1753

Generalidades del Chile

El cultivo y domesticación del chile está referenciado a México y América Central y pertenece a la familia de las solanáceas y es del género *Capsicum*. Dentro del género *Capsicum* existen cinco especies domesticadas, las cuales son; *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*. La mayor parte de variedades de chile cultivadas en todo el mundo son de la especie *C. annuum* (Aguayo, 2012). El chile como condimento es el producto agrícola más representativo de México y puede comerse fresco, cocido o como condimento en platillos típicos. En la agroindustria se elaboran una gran variedad de productos como son: chiles congelados, deshidratados, encurtidos y enlatados; se le encuentra también en pastas y en una infinita variedad de salsas. De igual forma, el chile se emplea en otros campos como la medicina, en la industria de los cosméticos, en la fabricación de fármacos y agroquímicos, así como ritos y ceremonias (Intagri, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

El experimento se realizó en el Laboratorio de Fitopatología (LF) del Departamento de Parasitología (DP) en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) (Figura 1).



Figura 1. Entrada del Departamento de Parasitología, UAAAN

Material Genético

Las semillas de Chile *Capsicum annuum* fueron proporcionadas por el M.C. Abiel Sánchez Arizpe provenientes de Rio Frio, Zacateas y se llevaron las semillas al Laboratorio de fitopatología del Departamento de parasitología de la UAAAN para su posterior análisis, las cuales fueron:

- Chile ancho criollo
- Chile ancho variedad Rancho Grande
- Chile cora criollo
- Chile guajillo criollo
- Chile ancho variedad morita

Preparación de Medio de Cultivo PDA

Se pesó 37.05 g de papa-dextrosa-agar (PDA) sintético en una balanza analítica, se vertió al matraz de 1 L y posteriormente se agregaron 1000 mL de agua destilada,

Sellando el matraz con pape aluminio y se agitó de manera constante por 1 min hasta tener una mezcla homogénea. A continuación, se colocó dentro de una olla de presión a 120 °C por 15 min, posteriormente se dejó enfriar por un periodo de 50 min y dentro de una campana de flujo laminar se realizó el llenado de las placas de Petri con 20 mL por placa.

Aislamiento de los Patógenos Fúngicos

En el momento en que se desarrollaron las diferentes colonias de patógenos fúngicos se procedió a aislarlos con una aguja de disección previamente estéril se tomó una muestra de micelio y transfirió a una placa de Petri con medio de cultivo PDA, las cuales se mantuvieron a 25 ± 2 °C por 168 h.

Pruebas de Sanidad de la Semilla en Medio de Cultivo PDA

De cada variedad de chile se tomaron 120 semillas, las cuales se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 3% por 3 min, y posteriormente en agua destilada por 2 min (replicado 2 veces) se dejaron secar durante 10 min. Y se colocaron de manera equidistante 20 semillas por placa de Petri con medio de cultivo PDA. Finalmente, las placas fueron Identificadas y se mantuvieron a 25 ± 2 C° durante 24 h, seguido de un periodo de congelamiento a -20 ± 2 C° por 24 h. Después, por 15 días se mantuvieron a 25 ± 2 C°.

Variedad	Repeticiones											
	R1		R2		R3		R4		R5		R6	
Ancho Criollo	15	10	50	0	85	15	0	0	10	0	15	10
Ancho Rio grande	20	75	35	65	50	50	0	95	10	85	50	0
Cora Criollo	0	0	90	10	15	20	0	95	10	0	85	15
Guajillo Criollo	80	20	30	70	0	100	0	0	0	100	0	0
Ancho Morita	15	10	50	0	85	15	0	0	10	0	10	0
Color	vio	V	Vio	V	Vio	V	Vio	V	Vio	V	Vio	V
No de semillas con daño.												

Cuadro 1. Evaluación de la incidencia de hongos.

Purificación por Cultivos Monoconidiales

Se extrajeron discos de 5 mm de diámetro de cada colonia de hongo aislado y se colocaron en tubos de ensayo con 9 mL de agua esterilizada y se extrajo 50 μ L, el cual se colocó en una placa de Petri con medio de cultivo PDA y con una asa estéril se dispersó, pasando 24 h en un microscopio de disección con una aguja de disección se tomó un conidio germinado y se colocó en placas de Petri con PDA, y se mantuvieron a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 120 h.

Preparación de laminillas

Se colocó una gota de lacto fenol sobre una porta objetos limpio y enseguida con una aguja de disección se extrajo una pequeña muestra de micelio y se colocó el cubre objetos, sellándose con esmalte transparente para su posterior análisis.

Análisis Estadístico

Se usó un diseño completamente al azar. Los resultados de la incidencia se manejaron en términos de porcentaje, y por variedad de chile mediante el programa informático estadístico SAS[®] versión 9.1 (SAS Institute, 2002), y la separación de medias mediante la prueba de Tukey ($p = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación

Las colonias de las cepas de los hongos presentaron características como micelio blanquecino- violeta con macroconidios de un promedio de 4 a 9 septos, hialinos y en forma de canoa. En el caso de los microconidios de forma oval, la mayoría sin septos y algunos con 1 septo, por otro lado, se encontraron colonias que al principio eran color blanco y con el tiempo adquirieron color verde con conidios redondos con paredes lisas y con fiálides en forma de matraz; de las cuales aparecían largas cadenas de conidios formando pincel, características correspondientes a los géneros de hongos *Fusarium* y *Penicillium*, respectivamente. En la figura 2 se observa que la incidencia mayor la presentó la variedad de chile ancho Rancho Grande con 80.83%, en cambio, el chile ancho criollo presentó la menor incidencia por estos dos géneros de hongos con apenas el 48.33%, siendo *Fusarium* y *Penicillium* como géneros correspondientes a hongos de campo y almacén, respectivamente.

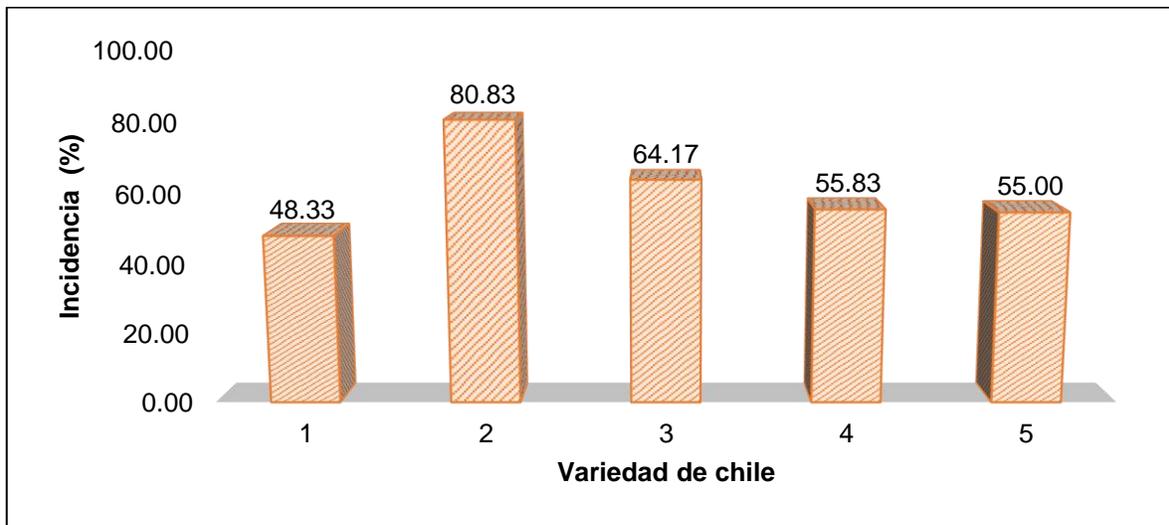


Figura 2. Comportamiento de general de la incidencia de hongos fitopatógenos sobre las variedades de chile en estudio. 1=Chile ancho criollo, 2= Chile ancho variedad Rancho Grande, 3= Chile cora criollo, 4= Chile guajillo criollo y 5= Chile ancho variedad morita.

De acuerdo al análisis estadístico no se encuentra diferencia significativa en la incidencia de los géneros de hongos sobre las cinco variedades en estudio ($p=$

0.7307), sin embargo, los hongos con mayor incidencia en las variedades de Chile corresponden al género *Penicillium* con una media general de 39.16%, mientras que *Fusarium* con 24.16% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de la incidencia de hongos fitopatógenos en las cinco variedades de Chile

Variedad	N	IG (%)	± SD	<i>Fusarium</i> (%)	<i>Penicillium</i> (%)	Ag
1	6	48.33	40.7021703	26.67	21.67	a
2	6	80.83	30.0693643	50.83	40.83	a
3	6	64.17	42.4754831	36.67	35.83	a
4	6	55.83	48.4165950	1.67	47.50	a
5	6	55.00	50.4975247	5.00	50.00	a

N=Numero de repeticiones por variedad de Chile; IG%= % de incidencia general; 1=Chile ancho criollo, 2= Chile ancho variedad Rancho Grande, 3= Chile cora criollo, 4= Chile guajillo criollo y 5= Chile ancho variedad morita; ± SD= Desviación estándar; Ag= Ag = Agrupación estadística según Tukey a 0.05, los grupos con letras diferentes son estadísticamente significativos. Aquí se observa que la variedad 4 y 5 presentan mayores daños por *Penicillium*.

En México, la producción del cultivo de Chile se ve afectada por diversos patógenos causantes de siniestros parciales o totales (Avelar, 1989; Ruiz, 1994), y dentro de éstos, se encuentran hongos, bacterias, virus y nematodos, cuyos daños pueden variar de acuerdo a la región en que se ubiquen (Hernández *et al.*, 1991; Mora *et al.*, 1990; Sandoval, 1993), sin embargo, los hongos son el grupo más numeroso de patógenos que pueden afectar a los cultivos (UNL, 2017), y el problema fitosanitario más frecuentemente causado por hongos en Chile es la marchitez (Pineda *et al.*, 2003), enfermedad causada principalmente por *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp., además, la cual puede presentarse en cualquier edad del cultivo y causar pérdidas en la cosecha de hasta un 100% (Pérez *et al.*, 2002). Por otro lado, McGee, *et al.* (1981), señaló a *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* como géneros de hongos reportados en la patología de semillas de Chile, mientras que Bhuiyan (1989), reportó en Chile los géneros; *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Alternaria* y *Fusarium*.

Una opción económica para evitar o reducir incidencia de estos patógenos sería la aplicación de fungicidas (intercalando ingredientes y modos de acción diferentes para evitar la resistencia de los patógenos) y el uso de variedades resistentes, sin embargo, el control de los patógenos del suelo por productos químicos y variedades resistentes es cada vez más difícil por la aparición de nuevas razas del patógeno que rompen la resistencia del hospedante, y por la resistencia adquirida de los patógenos a los plaguicidas (Cruz, 1998), por lo que se requieren tener en cuenta todos los factores en el ciclo de producción, como por ejemplo: rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha, control biológico mediante hongos y bacterias antagónicas y sobre todo usar semilla certificada. Los géneros de *Fusarium* y *Penicillium* forman micotoxinas. Las micotoxinas son producidas principalmente por 5 géneros de hongos, los cuales son: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* y *Alternaria*, tan solo *Fusarium* spp. y *Penicillium* spp. pueden producir Tricotocenos (DON, NIV, Toxina T2, DAS), Zearalenonas, Fumonisininas, Fusarina, Moniliformina y Patulina, Citrinina, Ocratoxina A, respectivamente (Anton y Lizaso, 2001), cuya ingestión, inhalación o absorción cutánea reduce la actividad, hace enfermar o causa la muerte de animales y personas (Gómez, 2007)

CONCLUSIONES

Se identificaron hongos correspondientes a los géneros *Fusarium* y *Penicillium* con incidencias igual o mayor al 50%.

La variedad chile ancho criollo presentó la mayor resistencia natural al patógeno y en cambio chile ancho variedad rio grande resulto ser la variedad más susceptible a la incidencia de los patógenos identificados.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosemillas, 2019. Beneficios del uso de semillas. Disponible en: <https://acosemillas.org/calidad-genetica-y-fitosanitaria-entre-los-beneficios-del-uso-de-semillas/>
- Afutu, E., Danquah, O. A., & Opoku-Asiamah, Y. 2007. Seed-borne fungi of chilli pepper in the Coastal savannah zone of the central region of Ghana. Research Application Summary. 229 – 234 pp.
- Aguayo, R. A. 2020. INTAGRI. Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.
- Aguirre, H. E. y Muñoz, O. V. 2015. El chile como alimento. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf
- Aguirre-Mancilla, Iturriaga de la Fuente, G., Ramírez-Pimentel, J. G., Covarrubias-Prieto, J., Chablé-Moreno, F., Raya-Pérez, J. C. 1986. El chile (*C. annum* L.), Cultivo y producción de semilla. Ciencia y Tecnol. Agrop. México 5(1):19-27 Disponible en http://www.somecta.org.mx/Revistas/2017-1/2017-1/Art-REV_Mns_EL%20CHILE.pdf
- AJ, 2021. Agrícola Jama. Producto Chile. Disponible en: <https://agricolajama.com/productos/chile/>
- Anton, A. y Lizaso, J. 2001. Hongos y micotoxinas. Disponible en: https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo578.pdf
- Arroyo, V. L. 2012. Normas preliminares de diagnóstico nutrimental compuesto y correlaciones nutrimentales en pimiento (*Capsicum annum* L.). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Edo de México. México. 44 pp.
- Avelar, M.J.J. 1989. Intentos de Control de la marchitez del chile ocasionada por el hongo *Phytophthora capsici* L. en la región de Valsequillo, Puebla, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados.

- Bhuiyan, K. A. 1989. Prevalence on Fungi association with chill Seed. Institute of Pos-graduate studies in Agriculture, Bangladesh. Abstracts Pag. 27
- Casseres, E. 1981. Producción de hortalizas. Tercera edición. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9249e/A9249e.pdf>
- Cruz, O. J. 1998. Enfermedades de las Hortalizas. Universidad Autónoma de Sinaloa. México. 234 p.
- Cyta, 2021. Ciencia y Técnica Administrativa. Características de una buena semilla. Disponible en: <http://www.cyta.com.ar/semilla/buenasemilla/buenasemilla.htm>
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Semillas. Disponible en: <http://www.fao.org/seeds/es/>
- Galván, D. I. 2003. Detección e identificación de hongos y bacterias en semilla de chile cascabel (*Capsicum annum*) y chile de árbol (*Capsicum frutescens*) del Estado de Nayarit. Tesis de licenciatura de la universidad autónoma agraria Antonio Narro, Buena vista Saltillo, Coahuila, México.
- Galván, R. y Sandoval, J..1989. Identificación e incidencia de virus en chile jalapeño en la región de Delicias, Chihuahua. Memorias del XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. p. 15. Montecillo, Edo de México.
- Garzón, T. J. A. 1995. Geminivirus involucrados en la enfermedad "Rizado Amarillo" del cultivo del chile en el sur de Tamaulipas. Caracterización molecular y distribución en México. Tesis Doctor en Ciencias. CINVESTAV-Unidad Irapuato. Irapuato, Guanajuato, México. 114 p
- Gómez Ayala Adela-Emilia. Alimentos y micotoxinas Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-alimentos-micotoxinas-13109791>
- González-Jara, P., Moreno-Letelier, A., Fraile, A., Piñero, D., & García-Arenal, F. 2011. Impact of Human Management on the Genetic Variation of Wild Pepper,

Capsicum annuum var. *glabriusculum*. PLoS ONE 6(12): e28715.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028715>

Hernández, H. J., Becerra, N. C. y Arcos, G. C. 1991. Identificación de daños causados por fitopatógenos en el cultivo de chile jalapeño. Memorias del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. p. 25 Puebla, Puebla, México.

Hernández, H. J., Becerra, N. C. y Arcos, G.C. 1991. Identificación de daños causados por fitopatógenos en el cultivo de chile jalapeño. Memorias del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. p. 25 Puebla, Puebla, México.

INIFAP, 2008. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Principales enfermedades del chile (*Capsicum annuum* L). Matamoros, Coahuila, México: primera edición 2008.

INIFAP, 2013. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Selección conservación de semillas. Zacatecas.

Intagri, 2019. Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura. Cultivo de Chile en México. Disponible en:
<https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-chile-en-mexico>

Laborde, C. J. A. y Pozo, O. C. 1984. Presente y Pasado del Chile en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Publicación Especial No. 85, México. 80 p.

Macias-Rodriguez, H., Muñoz-Villalobos, J.A., Velásquez-Valle, M.A., Potisek-Talavera, M.C., Villa-Castorena, M.M. 2013. Chile Habanero: Descripción de su cultivo en la península de Yucatán. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas XII(2):37-43.

Mcgee, D. C. 1981. Soybean seed Health Cooperative Extensión service. Iowa State University. U.S.A

- Mena, C. J. 2002. Guía para Identificar y Manejar las Principales Enfermedades Parasitarias del Chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico No. 20. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 41 p.
- Mendoza, C. 1996. Diagnóstico de enfermedades fungosas. universidad autónoma de Chapingo, México: departamento de parasitología agrícola.
- Mora, G., Téliz, D., Zamudio, V. y Murrieta, S. 1990. Análisis temporal del complejo viral del chile (*Capsicum annuum*) en dos regiones de los Estados de Puebla y Veracruz. Memorias del XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Culiacan, Sinaloa p. 38.
- Mridha, M.A.V. and Siddique, A.B.M. 1989. Fruit rot disease of chilli in relation to seed infection. Seed Res. 17(2): 174-177.
- Neergaard, P. 1979. Seed pathology. Vol. I y II. Edición revisada. Mac Millan Press Ltda. Gran Bretaña. 1025 pp.
- PAN, 2017. Planeación Agrícola Nacional. Chiles y pimientos mexicanos. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257072/Potencial-Chiles_y_Pimientos-parte_uno.pdf
- Pérez, L., Duran, L., y Sánchez J. 2002. Identification of fungi that cause "pepper wilt", in The Bajío Region. Proceeding of the 16th International Pepper Conference. Tampico, Tamaulipas-México. p. 1
- Pineda, J., Rodríguez, N., Contreras, J., Montilla y Renaud J. 2003. Enfermedades en hortalizas diagnosticadas en la región centro-occidental durante 2000-2001. IX Congreso de Hortalizas San Cristóbal-Venezuela. Resúmenes p. 144.
- Ruiz, N.R. 1994. Efecto del color de acolchado y cintas reflejantes sobre insectos vectores de virus y el desarrollo fenológico del chile serrano (*Capsicum annuum* L.). Tesis. Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 90 p

- Sandoval, B.J. 1993. Chile. En: A.F. Díaz (ed.). Enfermedades Infecciosas de los Cultivos. Ed. Trillas. p. 125-136.
- Sas institute 2020. Statistical Analysis System (SAS) Institute (2002) SAS/STAT User's Guide. Version 8, 6th Edition, SAS Institute, Cary, 112.
- Seminis, 2018. El futuro de la producción de chiles y pimientos en México. Disponible en: <https://www.seminis.mx/el-futuro-de-la-produccion-de-chiles-y-pimientos-en-mexico/>
- SIAP, 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- UNL, (2017). Universidad Nacional de Litoral. Estudian el mejor tratamiento contra hongos del maíz. Disponible en: https://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/estudian_el_mejor_tratamiento_contra_hongos_del_ma%C3%ADz#.YJrf6tVKiM8
- Valadez, L. A. 2001. Producción de hortalizas. Solanáceas. 9a Edición. Pp. 186. Limusa. México.
- Vavilov, N. F. 1951. Producción de Hortalizas. 1a Edición, Editorial LIMUSA, México, D. F.
- Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2004. Enfermedades Bacterianas del Jitomate en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto para Productores No. 35. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte-Centro, Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, Aguascalientes, México. 22 p.
- Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2005. La Mancha Bacteriana del Chile: Una Nueva Amenaza en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico No. 23. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 11 p.
- Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. y Mena, C. J. 2002. Guía para Identificar y Manejar las Principales Enfermedades Parasitarias del Chile en

Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico No. 20. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 41 p.

Apéndice

Cuadro 1. Evaluación de la incidencia de hongos.

Variedad	Repeticiones											
	R1		R2		R3		R4		R5		R6	
Ancho Criollo	15	10	50	0	85	15	0	0	10	0	15	10
Ancho Rio grande	20	75	35	65	50	50	0	95	10	85	50	0
Cora Criollo	0	0	90	10	15	20	0	95	10	0	85	15
Guajillo Criollo	80	20	30	70	0	100	0	0	0	100	0	0
Ancho Morita	15	10	50	0	85	15	0	0	10	0	10	0
Color	vio	V	Vio	V	Vio	V	Vio	V	Vio	V	Vio	V
No de semillas con daño.												

Identificación de los géneros de hongos.

Figura 3. Genero *Fusarium*.



Figura 4. Genero *Penicillium*.

