

HOSPEDANTES EN FRUTALES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS A PATÓGENOS FOLIARES DEL DURAZNERO (*Prunus persica* L.)

Ángel R. Ceballos-Chávez¹, Glenda J. Lizárraga-Sánchez², Karla Y. Leyva-Madrigal², Diana M. Mc Caughey-Espinoza⁴, Leidy E. Chávez-García³ Fernando A. Valenzuela- Escoboza¹ y Blanca E. López-Valenzuela¹.

RESUMEN

En México, la presencia de hongos fitopatógenos ocasiona severos daños en frutos de durazno (*Prunus persica* L.), después de la cosecha, causando disminución en la exportación de productos procesados y en vida de anaquel. El objetivo de este trabajo fue describir el rango de hospedantes de hongos foliares en frutos de manzano (*Malus domestica* Borkh), fresa (*Fragaria* spp.), ciruela (*Prunus domestica* L.), pera (*Pyrus communis* L.) y membrillo (*Cydonia oblonga* Mill.), y en hojas de variedades de durazno. Para la prueba de patogenicidad se utilizó la técnica de aspersión y las enfermedades se valoraron mediante la escala de severidad de 5 grados de 0 a ≥ 75 % de presencia de síntomas sobre el fruto y del 10 a ≥ 60 % para hoja desprendida y porcentaje de incidencia. Se inocularon conidios de *Fusarium* spp, *Alternaria* spp, *Epicoccum* spp, *Collectotrichum* sp. y *Monilinia* sp., en todos los frutos y las hojas de las variedades de durazno amarillo, prisco y blanco, con siete repeticiones, dejando un testigo con agua destilada estéril para cada uno de los tratamientos; se colocaron en cámara húmeda en condiciones asépticas, a $27^{\circ}\text{C} \pm 1$ y se sometieron a regímenes de 14 horas oscuridad y 10 horas luz, por 4, 7, 10 y 12 días. Los datos se sometieron a un análisis de varianza utilizando la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). La variedad amarillo de durazno presentó mayor susceptibilidad a todos los hongos, los cuales fueron patógenos a los hospedantes con severidad de 0 a 97,14 %.

Palabras clave adicionales: Fruto, hongos, inocular, patogenicidad, severidad

ABSTRACT

Host range in economically important fruit trees associated with foliar phytopathogens of peach (*Prunus persica* L.)

In Mexico, the presence of phytopathogenic fungi causes severe damage to peach (*Prunus persica* L.) fruits after harvest, causing a decrease in the export of processed products and in shelf life. The objective of this work was to describe the host range of foliar fungi in fruits of apple (*Malus domestica* Borkh), strawberry (*Fragaria* spp.), plum (*Prunus domestica* L.), pear (*Pyrus communis* L.) and quince (*Cydonia oblonga* Mill.) and on leaves of peach varieties. For the pathogenicity test, the spray technique was used and the diseases were assessed using the 5-degree severity scale from 0 to ≥ 75 % of presence of symptoms on the fruit and from 10 to ≥ 60 % for detached leaf and percentage of incidence. Conidia of *Fusarium* spp, *Alternaria* spp, *Epicoccum* spp, *Collectotrichum* sp. and *Monilinia* sp. were inoculated from all the fruits and leaves of the yellow, prisco and white peach varieties, with seven replicates, leaving a control with sterile distilled water for each treatment. They were placed in a humid chamber under aseptic conditions, at $27^{\circ}\text{C} \pm 1$, and were subjected to regimes of 14 hours of darkness and 10 hours of light for 4, 7, 10 and 12 days. Data were subjected to analysis of variance and Tukey's test for comparison of means ($P \leq 0.05$). The yellow variety of peach presented greater susceptibility to all fungi, which were pathogenic to the hosts with severity from 0 to 97.14 %.

Additional keywords: Fruit, fungi, inoculate, pathogenicity, severity

INTRODUCCIÓN

El durazno (*Prunus persica* L.), además de sus usos como frutas frescas, enlatadas, bocadillos de frutas secas y jugos, es un árbol considerado como planta ornamental gracias a las flores

blancas, rosadas o rojas que se presentan durante la primavera (Luo et al., 2022). México se encuentra en la posición número 17 en la producción mundial con 225,125,64 toneladas al año (FAOSTAT, 2022), de los cuales, el estado de

Recibido: Agosto 23, 2022

Aceptado: Marzo 14, 2023

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte. Juan José Ríos, Sinaloa México. email: angel.ceballos.chavez@gmail.com; fernando.vzla@favf.mx; blancalopezvzla@favf.mx (autor de correspondencia)

²Universidad Autónoma de Occidente-UR Los Mochis. Blvd. Macario Gaxiola. Los Mochis, Sinaloa, México. email: glenda.lizarraga@udo.mx; yeriana.leyva@uadeo.mx

³Universidad Tecnológica de la Tarahumara. Guachohi, Chihuahua, México. email: echavez@uttarahumara.edu.mx

⁴Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México e-mail: diana.mccaughey@unison.mx

Zacatecas ocupa el primer lugar de este frutal con 86,781 toneladas anuales, que representaron el 38,54% de la producción nacional en el año agrícola 2022, seguido de Puebla (10,7 %), Michoacán (9,98 %), Chihuahua (9,85 %) y estado de México (7,66 %) (SIAP, 2022). La presencia de hongos es una limitante de la producción de frutas, afectando la exportación de estos productos hacia nuevos mercados, causando pérdidas hasta de 42,70 % (SIAP, 2022) en las distintas regiones productoras (Castello et al., 2019).

De acuerdo con Lee et al. (2020), los hongos constituyen un importante grupo de fitopatógenos que comparten hospedantes en común. Las enfermedades económicamente más importantes de las frutas son el tizón de la flor y la pudrición parda del fruto causada por *Monilinia* sp. (Hu et al., 2011). El hongo filamentoso *Colletotrichum gloeosporioides* causa la antracnosis una enfermedad que se presenta en frutales, incluyendo el durazno, manzana, pera y membrillo, pudiendo desarrollarse en tallos o ramas, hojas y frutos de los hospedantes (Hu et al., 2015). Las especies del género *Epicoccum* spp., son importantes debido a su capacidad para producir micotoxinas que representan un riesgo para la salud humana y animal cuando se consumen en alimentos contaminados. Se han encontrado en semillas, tallos, hojas y frutos, aunque la mancha foliar es el síntoma que se ha señalado con mayor frecuencia (Taguiam et al., 2021). Por otro lado, *Alternaria* spp., causa serios problemas en la agricultura, reduciendo el rendimiento del cultivo y deteriorando los frutos en el almacenamiento; pueden ser micotoxicogénicos, capaces de colonizar los cultivos y acumularse en los productos infectados, representando patogenicidad en frutos de manzana y pera, y un riesgo a la sanidad de los cultivos, así como a la salud del consumidor (Benavides et al., 2019). *Fusarium* es un hongo fitopatógeno que ocasiona pérdidas de gran importancia económica, es considerado como componente natural de la rizosfera de las plantas; todas las cepas son saprófitas y pueden sobrevivir sobre materia orgánica; sin embargo, *F. oxysporum* y *F. graminearum* penetran las raíces del hospedante, induciendo marchitamientos vasculares (López y Castaño, 2019).

El objetivo de esta investigación consistió en describir el rango de hospedantes de hongos

foliares en frutos de manzano (*Malus domestica*), fresa (*Fragaria* spp.), ciruela (*Prunus domestica*), pera (*Pyrus communis*) y membrillo (*Cydonia oblonga*) y en hoja de variedades de durazno (*Prunus persica*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de muestreo. Se realizaron muestreos de material vegetal en la región sur del estado de Chihuahua, caracterizada por su gran variabilidad climatológica entre sus municipios, con temperaturas extremas que oscilan entre -6 y 45 °C (Alvarado et al., 2019; Porras et al., 2021). Los muestreos consistieron en frutos de manzana, fresa, ciruela, pera y membrillo, así como hojas de durazno de las variedades amarillo, prisco y blanco. Se ubicaron y georreferenciaron 12 puntos de muestreo en los municipios Morelos, Guachochi, Balleza y Batopilas (Cuadro 1). Se colectaron al azar frutas y hojas, aparentemente sanas, las cuales fueron colocadas en bolsas de papel estraza en una hielera para ser trasladadas al laboratorio, donde se mantuvieron en refrigeración a 4°C por 4 horas (Ruta et al., 2020), para su posterior análisis.

Preparación del material vegetativo. Los frutos y hojas se lavaron con jabón neutro y se dejaron secar por 30 minutos en papel absorbente estéril, en condiciones asépticas de acuerdo con Gerardo et al. (2020). Todos estos materiales se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 1% durante 1,5 minutos. Posteriormente se sometieron a un triple lavado en agua desionizada estéril y se colocaron sobre papel filtro esterilizado, hasta eliminar el exceso de humedad (García et al., 2017).

Se esterilizaron superficialmente bolsas plásticas y platos de unicel, utilizando etanol al 90 % durante 30 segundos, previo a la inoculación de los hongos sobre los frutos y las hojas de durazno (Gerardo et al., 2020; Kumar et al., 2021).

Pruebas de patogenicidad. Con el fin de determinar el rango de hospedantes, se evaluaron los siguientes diez aislados de fitopatógenos foliares del cultivo de durazno: *Alternaria* spp. (dos aislados), *Fusarium* spp. (dos aislados), *Epicoccum* spp. (cuatro aislados), *Collectotrichum* sp. (un aislado) y *Monilinia* sp. (un aislado) (Cuadro 2). Se realizaron inoculaciones en frutos y hojas desprendidas, procedentes de plantas

aparentemente sanas de manzano (*Malus domestica*), fresa (*Fragaria* spp.), ciruela (*Prunus domestica*), pera (*Pyrus communis*), membrillo (*Cydonia oblonga*) y de las variedades de durazno (*Prunus persica*) amarillo, prisco y blanco con suspensiones de esporas a una concentración de 1×10^6 conidios·mL⁻¹, mediante la técnica de dispersión de acuerdo con Udhayakumar et al.

(2019), usando atomizadores diferentes para cada aislado. Los frutos y hojas se mantuvieron en cámara húmeda a 25 ± 2 °C, con HR 85 %, haciendo observaciones a los 4, 10 y 12 días después de la inoculación (ddi) para los frutos de fresa, membrillo y manzana, respectivamente y 7 ddi para pera, ciruela y las hojas de las variedades de durazno (Moreno et al., 2018).

Cuadro 1. Ubicación de sitios de recolección frutos y hojas en diferentes municipios del estado de Chihuahua, México

Variedad	Localidad, municipio	Localización geográfica
Manzana roja (fruto)	Ciénega de la Cruz, Morelos	26°34'00" N, 107°49'18" W, 2106 msnm
Membrillo gigante de Portugal (fruto)	Las Joyitas, Morelos	26°37'45" N, 107°44'37" W, 1238 msnm
Fresa albión (fruto)	Universidad Tecnológica de la Tarahumara, Guachochi	26°57'09" N, 106°20'58" W, 2283 msnm
Membrillo gigante de Portugal (fruto)	Balleza, Balleza	26°53'01" N, 106°19'33" W, 1576 msnm
Fresa albión (fruto)	Universidad Tecnológica de la Tarahumara, Guachochi	26°57'09" N, 106°20'58" W, 2283 msnm
Membrillo gigante de Portugal (fruto)	Balleza, Balleza	26°53'01" N, 106°19'33" W, 1576 msnm
Pera blanquilla (fruto)	Nogalitos, Guachochi	25°43'59" N, 107°04'13" W, 2634- msnm
Ciruela roja (fruto)	Carlos Pacheco, Balleza	27°01'18" N, 106°20'51" W, 1540 msnm
Manzana roja (fruto)	Pitorreal, Batopilas	26°55'55" N, 107°34'00" W, 2420 msnm
Pera blanquilla (fruto)	Baquireachi, Balleza	26°57'30" N, 106°37'21" W, 2327 msnm
Ciruela roja (fruto)	Casas coloradas, Morelos	28°25'45" N, 106°52'37" W, 2060 msnm
Durazno amarillo (hoja)	Balleza, Balleza	26°53'01" N, 106°19'33" W, 1576 msnm
Durazno blanco (hoja)	Rancho Seco Guachochi	26°78'59" N, 107°07'13" W, 2420- msnm
Durazno prisco (hoja)	Nogalitos, Guachochi	25°43'59" N, 107°04'13" W, 2634- msnm

Valoración de la severidad de las enfermedades en frutos. De acuerdo a Kardam et al. (2021) para evaluar la severidad de los tratamientos de cada uno de los frutales se consideró el índice de descomposición. Para esto, se consideró la escala de cinco grados propuesta por Wu et al. (2019) según la parte afectada con podredumbre en la superficie del fruto (Cuadro 3)

El porcentaje de severidad se determinó a través de la fórmula correlacionada a los síntomas en cada uno de los frutos por tratamiento y aislados por género fúngico:

$$ID = \frac{0X N_0 + 1X N_1 + 2X N_2 + 3X N_3 + 4X N_4}{5 N}$$

donde ID es el índice de descomposición, N_0 , N_1 , N_2 , N_3 y N_4 son los valores de podredumbre en todos los niveles, respectivamente, y N es el número total de frutos en evaluación.

Cuadro 2. Tratamientos para evaluar pruebas de patogenicidad en frutos de manzana, fresa, ciruela, pera y membrillo y en hojas de variedades amarillo, prisco y blanco de durazno

Número del tratamiento	Identificación de los aislados	Género	Procedencia (Municipio)
1	4= RS-G-M3-A1-H	<i>Alternaria</i> spp.	Guachochi
2	11=SP-M-M2-A2-FTO	<i>Epicoccum</i> spp.	Morelos
3	9=B-B-F-M1-A2	<i>Fusarium</i> spp.	Balleza
4	6=SP-M-M2-A2-F	<i>Alternaria</i> spp.	Morelos
5	2=SP-M-M2-A2	<i>Epicoccum</i> spp.	Morelos
6	2=B-B-F-M1-A3	<i>Fusarium</i> spp.	Balleza
7	5=AA-B-M4-A1	<i>Epicoccum</i> spp.	Balleza
8	2=LJ-M-M2-H	<i>Collectotrichum</i> sp.	Morelos
9	4=Y-B-M1	<i>Monilinia</i> sp.	Batopilas
10	10=N-G-M1-A3-F	<i>Epicoccum</i> spp.	Guachochi

Cuadro 3. Escala de severidad de la calidad en frutos postcosecha.

Escala	Descripción
0	0 % sin podredumbre
1	0 a 25% superficie del fruto contiene podredumbre
2	25 a 50% superficie del fruto contiene podredumbre
3	50 a 75% superficie del fruto contiene putrefacción
4	≥ 75% contiene putrefacción

Valoración de la severidad del daño en hojas de variedades de durazno. Para medir la severidad se recolectaron ocho hojas/árbol de las variedades de durazno amarillo, prisco y blanco, se clasificaron mediante la escala propuesta por Hoyos y Zarate (1985), en cinco grados (Cuadro 4) con variabilidad de porcentajes.

La severidad promedio (S) se estimó por la siguiente fórmula:

$$S (\%) = \frac{\sum(h \times g) \times 100}{5n}$$

donde h: número de hojas con igual grado de daño, g: grado de daño y n: número de hojas evaluadas.

Cuadro 4. Escala de severidad en hoja desprendida de variedades de durazno.

Grado	Porcentaje de afectación
1	10% del área foliar afectada
2	11 a 20% del área foliar afectada
3	21 a 40% del área foliar afectada
4	41 a 60% del área foliar afectada
5	≥ 60% del área foliar afectada

Incidencia de las enfermedades en hoja de variedades de durazno. El nivel de incidencia de cada tratamiento se calificó por el porcentaje de esporulación después de 7 días de evaluación de acuerdo a la escala propuesta por Özer et al. (2021) para la resistencia de la hoja con la misma cantidad de inóculo (Cuadro 5).

Análisis estadístico. Para determinar la severidad en fruto y hoja se utilizó un diseño completamente

al azar con arreglo factorial de 10 aislados x 8 variedades x 7 repeticiones (más los controles). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias se determinó de acuerdo a la prueba de Tukey-Kramer, empleando el programa estadístico SAS versión 9.4 (Cary, NC, USA).

Cuadro 5. Porcentaje de incidencia en hoja desprendida de variedades de durazno.

%	Descripción
0	Extremadamente resistente
0,1-5,0	Altamente resistente
5,1-25	Resistente
25,1-50	Sensible
50,1-75,0	Muy sensible
≥ 75	Extremadamente sensible

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de patogenicidad en frutales. En las pruebas de patogenicidad se pudo constatar que en los frutos, los primeros síntomas se correspondieron con los ocasionados por *Epicoccum* spp. en el caso de la fresa, a los 4 ddi, los de *Alternaria* spp., para los de pera, las lesiones se presentaron a los 7 ddi con porcentajes que rebasaron 80,0 y 50,4 %, para *Fusarium* spp. y *Alternaria* spp., respectivamente. Los frutos de ciruela presentaron los mayores porcentajes de severidad para los hongos *Epicoccum* spp., con 64 % y *Fusarium* spp., con 36 % con una incidencia de 100 % en todos los tratamientos. Se consideró la manzana con la mayor resistencia para *Fusarium* spp. y *Collectotrichum* sp., ubicándose en la escala de severidad en los grados 1 y 2 con 12 ddi, entre 30 a 45 %. En el caso del membrillo, los hongos con más alto índice de patogenicidad fueron *Fusarium* spp. y *Epicoccum* spp., con un total de 10 días de experimentación, obteniendo así los valores máximos en la escala de severidad considerando el 100 % afectando los frutos de los diferentes frutales (Cuadro 6; Figura 1). La sintomatología en los frutos tuvo variaciones entre hongos, y *Monilinia* sp. produjo podredumbre marrón, en forma circular en membrillo, manzana y pera, y pudrición parda en fresa y ciruela. En el

caso de *Fusarium* spp. se observaron magulladuras blanquecinas al inicio, que posteriormente crecieron de forma algodonosas en fresa y manzana tornando a color rosado para ciruela y color café en membrillo y pera. En el caso de frutos afectados por *Collectotrichum* sp., se observó la aparición de necrosis en ciruela, manzana, pera y membrillo, con lesiones algodonosas y color marrón sobre fresa, en el caso de *Alternaria* spp., todos los frutos mostraron flacidez, con manchas negras circulares y en *Epicoccum* spp., se presentaron coloraciones circulares necróticas para manzana, fresa, membrillo y pera, además en ciruela se manifestaron signos irregulares en forma de rasguño rodeadas por un halo rojizo, blanquecino y que posteriormente se tornó a beige.

Los resultados observados en los frutos de manzana, fresa, ciruela, membrillo y pera colectados en el sur de Chihuahua, se consideran relevantes, debido a la escasa información relacionada con hongos fitopatógenos que afectan a la diversidad de frutales en postcosecha, coincidiendo con lo reportado por Lin et al. (2018), quienes evaluaron la patogenicidad de *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Diaporthe* y *Epicoccum*, mostrando lesiones marrón a negro en todas las frutas inoculadas con *Alternaria* y *Colletotrichum* con el 100% de incidencia.

Asimismo los aislados de *Epicoccum* generaron manchas necróticas las cuales permanecieron relativamente menor a 60% de incidencia.

La severidad de *Monilinia* se ha reportado sobre melocotón, ciruela, cereza, albaricoque, manzana y pera, causando lesiones sobre los órganos (Yin et al., 2021). Además, especies de este mismo hongo fitopatógeno, causan la enfermedad de podredumbre parda en hoja y fruto de durazno; siendo *Monilinia laxa* la más agresiva y los valores medios de crecimiento en el día 7 fueron 74,4 y 55,5 mm en medio papa dextrosa agar, mientras tanto los aislamientos de *Monilinia fructicola*, mostraron colonias más grandes y los valores medios de crecimiento en el día 12 fueron 82,7 y 77,3 mm, sin embargo, no se detectó una correlación significativa entre la tasa de crecimiento y virulencia, de acuerdo con la información presentada por Ozkilinc et al. (2020). El factor de severidad fue significativo para las condiciones de incubación del aislado encontrado en el sur de Chihuahua (Y-M1-F-ACCH), ya que resultó patogénico al reproducir síntomas

similares de la enfermedad en frutos después de 4, 7, 10 y 12 ddi de inoculación en los órganos de los frutales con valores que oscilaron entre 0 a 83,8% de virulencia.

Los resultados mostraron valores mínimos por frutal, en correlación con el impacto de severidad de los hongos fitopatógenos (Cuadro 7), en el caso el fruto de manzano con una severidad de 0 % con aislados de *Alternaria* spp. y *Monilinia* sp., coincidiendo con el membrillo en aislados *Alternaria* spp. y *Epicoccum* spp.; para la pera las cifras oscilaron en un 20 % en *Alternaria* spp. y *Fusarium* spp.; en el caso de la ciruela se ubicaron en el grado 1 de la escala propuesta por Wu et al. (2019), para ambos aislados de *Alternaria* spp. y en fresa se presentó el mayor grado de patogenicidad por todos los hongos con porcentajes mínimos variando entre 74,28% para *Epicoccum* spp y 83,8 % en *Monilinia* sp. (Figura 2). Así mismo, Dowling et al. (2020) reafirmó la presencia de patogenicidad de *Collectotrichum gloeosporoides* en órganos de manzana, durazno, uva, arándano y fresa.

Cuadro 6. Valores máximos obtenidos en frutales por género de fitopatógenos foliares.

Aislado	Fruto	Severidad (%)	Grado de escala	Género de Fitopatógeno
11=SP-M-M2-A2-FTO	Fresa	91,4 c	4	<i>Epicoccum</i> spp.
6=SP-M-M2-A2-F	Fresa	97,1 c	4	<i>Alternaria</i> spp.
6=SP-M-M2-A2-F	Pera	51,4 bc	3	<i>Alternaria</i> spp.
2=B-B-F-M1-A3	Pera	80,0 c	4	<i>Fusarium</i> spp.
9=B-B-F-M1-A2	Ciruela	36,0 b	2	<i>Fusarium</i> spp.
11=SP-M-M2-A2-FTO	Ciruela	64,0 bc	3	<i>Epicoccum</i> spp.
2=B-B-F-M1-A3	Manzana	25,7 a	2	<i>Fusarium</i> spp.
2=LJ-M-M2-H	Manzana	22,8 a	1	<i>Collectotrichum</i> sp.
2=B-B-F-M1-A3	Membrillo	78,0 c	4	<i>Fusarium</i> spp.
5=AA-B-M4-A1	Membrillo	75,0 c	4	<i>Epicoccum</i> spp.

Letras diferentes, entre filas, indican diferencias significativas según la prueba de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$)

Jakobija et al. (2022) realizaron pruebas de patogenicidad en fruto de membrillo japonés (*Chaenomeles japónica*) evaluando la capacidad de virulencia de *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis* spp. y *Sarocladium* spp. siendo estos los géneros más frecuentemente identificados causando patogenicidad en hoja, fruto y tallo de la planta en 9, 13, 15 y 21 %, respectivamente, diferenciándose en los valores mínimos en los frutos cosechados en el sur de Chihuahua los cuales variaron de 0% para *Alternaria* spp y

Epicoccum spp., 3,78 % *Monilinia* sp., 4,78 % *Collectotrichum* sp.

y 36,8 % *Fusarium* spp. en membrillo.

Además, Zhang et al., (2022) realizaron aislamientos de *Monilinia yunnanensis* y confirmaron que la enfermedad de la podredumbre parda del Tíbet en el cultivo de durazno, presentó alta patogenicidad después de los 3 ddi, en el día 6, todos los frutos inoculados desarrollaron pudrición parda. Estos resultados presentaron gran similitud con el inicio de patogenicidad del

aislado Y-M1-F-ACCH en órganos de fresa a los 2 ddi, para ciruela y pera al día 5, membrillo 7 y en manzano no hubo presencia de *Monilinia* sp.

probablemente las condiciones de incubación no favorecieron el desarrollo de la enfermedad a los 10 ddi de la inoculación.

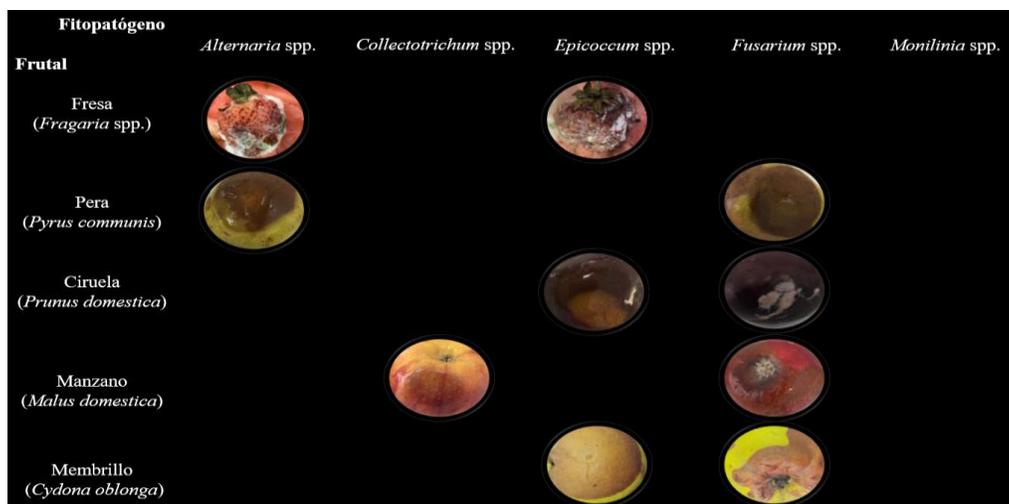


Figura 1. Síntomas asociados a hongos fitopatógenos foliares en frutos de fresa, pera, ciruela, manzana y membrillo, con valores máximos de patogenicidad.

Cuadro 7. Valores mínimos obtenidos en frutales por género de fitopatógeno

Aislado	Fruto	Severidad (%)	Grado de escala	Género de fitopatógeno
5=AA-B-M4-A1	Fresa	74,3 b	3	<i>Epicoccum</i> spp.
4=Y-B-M1	Fresa	83,8 b	4	<i>Monilinia</i> sp.
4= RS-G-M3-A1-H	Pera	20,0 a	1	<i>Alternaria</i> spp.
9=B-B-F-M1-A2	Pera	20,0 a	1	<i>Fusarium</i> spp.
6=SP-M-M2-A2-F	Ciruela	24,0 a	1	<i>Alternaria</i> spp.
4= RS-G-M3-A1-H	Ciruela	24,0 a	1	<i>Alternaria</i> spp.
4= RS-G-M3-A1-H	Manzano	0,0 a	0	<i>Alternaria</i> spp.
4=Y-B-M1	Manzano	0,0 a	0	<i>Monilinia</i> sp.
4= RS-G-M3-A1-H	Membrillo	0,0 a	0	<i>Alternaria</i> spp.
10=N-G-M1-A3-F	Membrillo	0,0 a	0	<i>Epicoccum</i> spp.

Letras diferentes, entre filas, indican diferencias significativas según la prueba de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$)

Prueba de patogenicidad en hojas Las hojas de las variedades de *Prunus persica* inoculadas presentaron síntomas a partir de los 3 ddi, coincidiendo con los resultados presentados por Moreno et al. (2018) quienes identificaron como el agente causal de antracnosis a *Collectotrichum* spp., que ocasiona lesiones necróticas hundidas en plantas de *Odontoglossum crispum*; las manchas marrones, de forma irregular están asociadas a *Alternaria* spp., similares a las observadas en hoja

del duraznero en el sur de Chihuahua. Se presentó diferencia significativa en cada uno de los tratamientos, clasificados en el nivel de escala de 2 al 5 para durazno prisco, 3 al 5 para blanco, 4 y 5 para amarillo con los diferentes fitopatógenos, los porcentajes de severidad que oscilan entre 18,33 % a $\geq 82,33$ % (Cuadro 8; Figura 3), considerando a *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. *Collectotrichum* sp. y *Monilinia* sp. con el mayor valor (5) de la escala en las todas las unidades

experimentales, presentando manchas necróticas sobre el tejido vegetal, con presencia de micelio aéreo, así como pequeñas lesiones circulares negras y pudrición total de la hoja. Se determinó que la variedad amarillo es la más susceptible para

los fitopatógenos foliares con una media de 4,6 con respecto a prisco y blanco, los cuales presentaron medias de 3,8 y 4,3 de patogenicidad, respectivamente.



Figura 2. Síntomas asociados a hongos fitopatógenos foliares en frutos de fresa, pera, ciruela, manzana y membrillo, con valores mínimos de patogenicidad.

En Japón se ha identificado a *Alternaria alternata* causando la mancha negra sobre la hoja de durazno, ubicándose en el grado 2 de la escala según Iwamoto et al. (2019); estos síntomas coinciden con los observados en las hojas del duraznero en el sur de Chihuahua, además de presentar micelio aéreo sobre el tejido vegetal en las tres variedades evaluadas.

En los últimos años en China se han identificado especies de *Collectotrichum* sp. (*C. nymphaeae*, *C. fioriniae* y *C. godetiae*) afectando tanto las hojas como los frutos del duraznero, con porcentajes que oscilan entre 20 a 90% (Tan et al., 2022). *Fusarium solani* también ha ocasionado lesiones acuosas blandas marrones, con esporulación blanquecina, resultados que fueron confirmados mediante los postulados de Koch en las regiones productoras de China (Zhu et al., 2019). Dichos síntomas se presentan con gran similitud a los encontrados en el sur de Chihuahua en frutos de manzana, pera, fresa y ciruela. *Epicoccum* spp. se ha desarrollado como controlador biológico contra fitopatógenos del duraznero (Taguiam et al., 2021), difiriendo con las cepas obtenidas en esta investigación, las cuales mostraron cierto grado de patogenicidad

sobre las hojas de las tres variedades del duraznero con lesiones café oscuras y presencia de micelio aéreo sobre el tejido vegetal.

En cuanto a la incidencia de los fitopatógenos (10 aislados), éstos presentaron micelio, lesiones y coloraciones tanto en el fruto como en la hoja de las variedades en estudio, desarrollando un 100 % en los bioensayos, por lo que son considerados extremadamente sensibles para el cultivo del duraznero de la zona sur de Chihuahua. Gelain et al. (2022) reportaron un alto grado de incidencia de los fitopatógenos *Fusarium* y *Alternaria*, confirmados molecularmente, los cuales se encontraban afectando ramas del manzano. Por su lado, especies de *Collectotrichum* se han encontrado causando antracnosis en varias partes de la planta como ramas, hojas, flores y frutos, en cultivos de caqui (*Diospyros kak*), manzano (*Malus domestica*), melocotón (*Prunus persica*) y vid (*Vitis vinífera*), causando un 71% de incidencia Carraro et al. (2022), por lo que se considera un hongo con un gran potencial de virulencia, ya que los resultados tienen una amplia correlación con los evaluados para las tres variedades de durazno y los frutos de manzano (*Malus domestica*), fresa (*Fragaria* spp.), ciruela

(*Prunus domestica*), pera (*Pyrus communis*) y membrillo (*Cydonia oblonga*).

De acuerdo con los datos reportados por Dutta et al. (2020) se señaló a *Monilinia fruticola*, como agente causal del tizón de la flor afectando la hoja de durazno, los cuales oscilaron entre 90 a 95%

durante 7 días de experimento, estos resultados presentaron gran similitud con la prueba de patogenicidad del género *Monilinia* sp., con un 100% de incidencia en todas las variedades de hoja del duraznero en el sur de Chihuahua, México.

Cuadro 8. Valores de severidad en variedades amarillo, prisco y blanco.

Aislado Nº	Aislado	Género	Grado de escala y % de severidad					
			Amarillo		Prisco		Blanco	
1	4=RS-G-M3-A1-H	<i>Epicoccum</i> spp.	4	56,42 ab	3	25,31 ab	3	33,25 ab
2	2=SP-M-M2-A2	<i>Epicoccum</i> spp.	4	48,22 a	2	18,75 a	4	22,35 a
3	9=B-B-F-M1-A2	<i>Fusarium</i> spp.	5	75,25 b	4	47,80 b	4	49,50 ab
4	6=SP-M-M2-A2-F	<i>Alternaria</i> spp.	5	78,83 b	5	66,22 c	5	62,30 b
5	6=SP-M-M2-A2-F	<i>Alternaria</i> spp.	5	67,30 b	5	64,25 c	5	67,25 b
6	2=B-B-F-M1-A3	<i>Fusarium</i> spp.	5	85,00 b	4	44,40 b	4	52,80 ab
7	5=AA-B-M4-A1	<i>Epicoccum</i> spp.	4	42,50 a	2	22,30 a	4	41,20 a
8	2=LJ-M-M2-H	<i>Collectotrichum</i> sp.	5	82,33 b	5	75,10 c	5	61,12 b
9	4=Y-B-M1	<i>Monilinia</i> sp.	5	77,92 b	5	76,25 c	5	68,25 b
10	10=N-G-M1-A3-F	<i>Epicoccum</i> spp.	4	44,53 a	3	38,70 ab	4	47,21 a

Letras diferentes, entre filas, indican diferencias significativas según la prueba de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$)

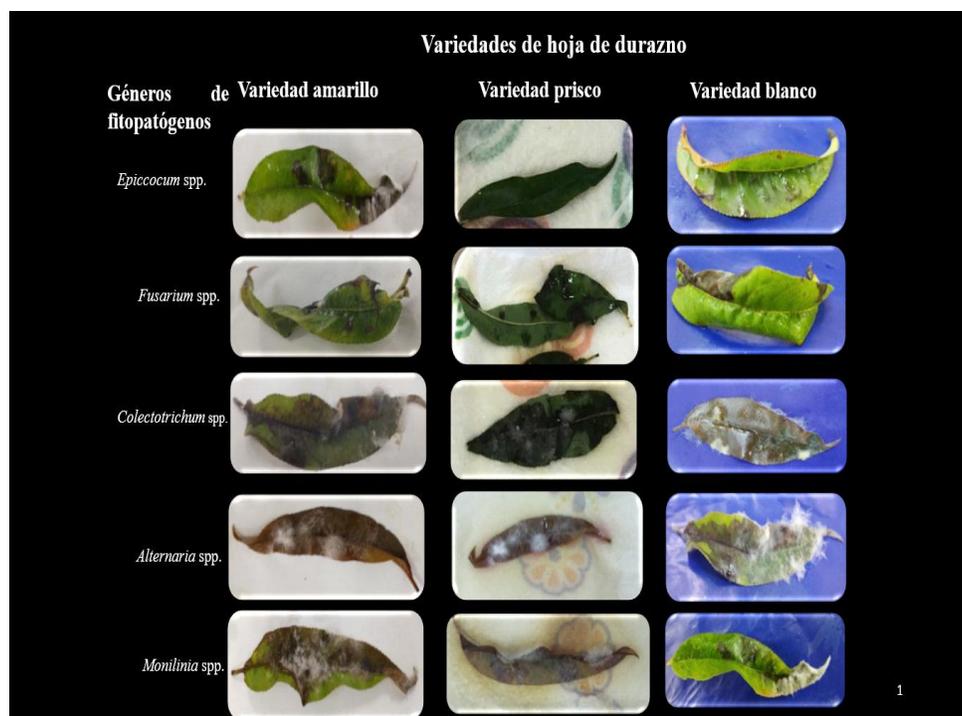


Figura 3. Lesiones y signos de hongos fitopatógenos foliares asociados al cultivo de durazno en las variedades amarillo, prisco y blanco del sur de Chihuahua

CONCLUSIONES

La variedad amarillo del duraznero es considerada la más susceptible a todos los aislados patogénicos; así mismo, *Alternaria* spp., *Collectotrichum* sp. y *Monilinia* sp. fueron los fitopatógenos más agresivos. Todos los hongos presentaron incidencia en hojas, por lo que se consideran variedades extremadamente sensibles.

El fruto de fresa es el más susceptible ante los fitopatógenos foliares del durazno mientras que la manzana mostró mayor resistencia al presentar menor porcentaje de severidad.

Alternaria spp., *Fusarium* spp., *Epicoccum* spp., *Collectotrichum* sp. y *Monilinia* sp. fueron patogénicos a los frutos de fresa, pera, ciruela, manzana y membrillo determinando el rango de hospedante para frutales.

AGRADECIMIENTO

Al CONACyT, por otorgar la beca de estudios de posgrado al primer autor, la cual permitió realizar esta investigación. También a la Universidad Autónoma de Occidente, Universidad Tecnológica de la Tarahumara por permitir el uso de los equipos para la ejecución de este proyecto y Alexandro Hernández Payan quien participó como colaborador del trabajo experimental.

LITERATURA CITADA

- Alvarado-Barrera, R., J.M. Pompa-García, J. Zúñiga-Vásquez y M. Jiménez-Casas. 2019. Spatial analysis of phenotypic variables in a clonal orchard of *Pinus arizonica* Engelm. in northern Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 25(2): 185-199.
- Benavides, M.E., V.F. Pinto y G. Pose. 2019. *Alternaria* species associated with apple and pear crops in the region of Alto Valle del Río, Argentina. *Revista de Cultura Científica* 17: 18-31.
- Carraro, T. de A., R.R. Moreira, J. Gelain y L.L.M. De Mio. 2022. Etiology and epidemiology of diseases caused by *Collectotrichum* spp. in persimmon, apple, peach, and grapevine. *Revista Anual de Patología de Plantas* 28: 136–162.
- Castello, G., F.A. Paglioni, G. Martin, M. Morelli y R. Manfrino. 2019. Prospección y patogenicidad de hongos patógenos para el control de carpocapsa en frutales. *Investigación Joven* 6(2): 43-43.
- Dowling, M., N. Peres, S., Villani y G. Schnabel. 2020. Managing *Collectotrichum* on fruit crops: A complex challenge. *Plant Disease* 104(9): 2301-2316.
- Dutta, P., M. Deb L., Debbarma, R.K., Patidar y M. Pathak. 2020. *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey as the first report of brown rot of peach (*Prunus persica* (L) Batsch.) from Meghalaya of North East India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 9(4): 449-452.
- FAOSTAT. 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV> (consulta de noviembre 6, 2022).
- García, M.C.A., M. Acosta-Ramos, O. Vázquez-Martínez, M. Pérez-Sato, A. García, R.M. Acosta, M.O. Vázquez et al. 2017. Morphological, molecular and pathogenic diagnostic of fungi in lawn's root and neck in Mexico. *Revista Phytion* 86: 258-264.
- Gelain, J., N.A.Hamada y L.L.M. De Mio. 2022. Survival of pathogens after dormancy in apple tree twigs indicates potential risk as source of inoculum. *Acta Scientiarum. Agronomy* 44: 53816.
- Gerardo-Lugo, S.S., J.M. Tovar-Pedraza, S.S.N. Maharachchikumbura, M.A. Apodaca-Sánchez, K.C. Correia, C.P. Saucedo-Acosta et al. 2020. Characterization of *Neopetalotripsis* Species Associated with Mango Grey Leaf Spot Disease in Sinaloa, Mexico. *Journal in Pathogens* 9 (10): 788.1-17.
- Hoyos, P.P y R.R.D. Zarate. 1985. Estudios etiológicos y epidemiológicos de la mancha blanca del "guanabano, *Annona muricata* L. en el valle del Cauca. *Acta Agronomica* 35(1) 81-92.
- Hu, M.J., K.D. Cox, G. Schnabel y C.X. Luo. 2011 *Monilinia* species causing brown rot of peach in China. *Journal PLoS ONE* 6(9):2-14.
- Hu, M.J., A. Grabke, y G. Schnabel. 2015. Investigation of the *Collectotrichum*

- gloeosporioides* species complex causing peach anthracnose in South Carolina. *Journal In Plant Disease* 6: 797-805
14. Iwamoto, K., S. Takamatsu, y M. Yamamoto. 2019. *Alternaria alternata* causing black spot of peach produces a host-specific toxin. *Journal of General Plant Pathology* 85(5): 395-400.
 15. Jakobija, I., B. Bankina, A. Klūga, A. Roga, E. Skinderskis, D. Fridmanis. 2022. The diversity of fungi involved in damage to japanese quince. *Plants* (11)19: 2572.
 16. Kardam, V. K., A. Shukla, D.P. Sharma, y N. Kumar. 2021. Screening of germplasm of peach and nectarines against *Taphrina deformans*. *Indian Phytopathology* 74(3): 831-833.
 17. Kumar, D., V. Ratan, A. Kumar, J.S. Kumar, J. Kumar, K. Pal y M. Kumar. 2021. Pathogenicity tests and antagonistic effect of bioagents on *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Lycopersici* (FOL). *The Pharma Innovation Journal* 10(11): 1887-1891.
 18. Lee, D. M., O. Hassan, y T. Chang. 2020. Identification, characterization, and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of peach in Korea. *journal in Mycobiology* 48(3): 210-218.
 19. Lin, S., N.J. Taylor y F. Peduto Hand. 2018. Identification and characterization of fungal pathogens causing fruit rot of deciduous holly. *Plant Disease* 102(12): 2430-2445.
 20. López, Z.S. P. y Z.J. Castaño. 2019. Manejo integrado del mal de Panamá [*Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. sp. cubense (E.F. SM.) W.C. Snyder y amp; H.N. Hansen]: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad y amp; Divulgación Científica* 22: 1-13.
 21. Luo, C.X., G. Schnabel, M. Hu, y A. De Cal. 2022. Global distribution and management of peach diseases. *Journal In Phytopathology Research* 4(30): 1-15.
 22. Moreno, L.J.P., D.A.A. Prado y S.Y.A Herrera. 2018. Hongos fitopatógenos asociados a enfermedades foliares de *Cattleya*, *Miltoniopsis* y *Oncidium* en viveros de fusagasugá (Cundinamarca, Co). *Revista de Fitopatología Colombiana* 42(1): 13-16.
 23. Özer, N., H.I. Uzun, B. Aktürk, C. Özer, M. Akkurt, y S. Aydın. 2021. Resistance assessment of grapevine leaves to downy mildew with sporulation area scoring. *European Journal of Plant Pathology* 160 (2): 337-348.
 24. Ozkilinc, H., G. Yildiz, E. Silan, K. Arslan, H. Guven, H.H. Altinok, R. Altindag y M.R. Durak. 2020. Species diversity, mating type assays and aggressiveness patterns of *Monilinia* pathogens causing brown rot of peach fruit in Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 157(4): 799-814.
 25. Porras, F.D., P.C. Anchondo, A.A. González, M.M.A. Piñón y A.A. Anchondo. 2021. Diagnosis, technology transfer and technical support for the development of family production units in the municipality of Morelos, Chihuahua. *Revista Biologica Agripecuaria Tuxpan* 9 (2): 62-71.
 26. Ruta, C., M. Lambardi, y E.A. Ozudogru. 2020. Biobanking of vegetable genetic resources by *in vitro* conservation and cryopreservation. *Journal in Biodiversity and Conservation* 29(13): 3495-3532.
 27. SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/ (consulta de noviembre 6, 2022).
 28. Taguiam, J. D., E. Evallo y M.A. Balendres. 2021. *Epicoccum* species: ubiquitous plant pathogens and effective biological control agents. *European Journal of Plant Pathology* 159: 713-725
 29. Tan, Q., G. Schnabel, C. Chaisiri, L.F. Yin, W.X. Yin y C.X. Luo. 2022. *Colletotrichum* Species Associated with Peaches in China. *Journal of Fungi* 8(3): 313.
 30. Udhayakumar, R., S. Usharani y A. Muthukumar. 2019. Pathogenicity variation, morphological and cultural characteristic of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates. *Plant Archives* 19(1): 425-430.
 31. Wu, S., C. Zhen, K. Wang y H. Gao. 2019. Effects of *Bacillus Subtilis* CF-3 VOCs combined with heat treatment on the control of *Monilinia fructicola* in peaches and *Colletotrichum gloeosporioides* in litchi fruit. *Journal of Food Science* 84(12): 3418-3428.

32. Yin, L., S. Zhang, J. Du, X. Wang, W. Xu, y C. Luo. 2021. *Monilinia fructicola* on loquat: An old pathogen invading a new host. *Journal of Integrative Agriculture* 20(7) 2009-2014.
33. Zhang, S., D. Xiang, C. Sun, K. Han, T. Li, J. Zhou y B. Xu. 2022. Morphological and molecular identification of peach brown rot disease in tibet and exploration of the biocontrol efficiency of *Trichoderma*. *Journal of Fungi* 8(11): 1174.
34. Zhu, J.Z., C.X. Li, C.J. Zhang, Y. Wang, X.G. Li, y J. Zhong. 2019. *Fusarium solani* causing fruit rot of peach (*Prunus persica*) in Hunan, China. *Crop Protection* 122: 171-174.