

MANEJO DE LA PUDRICIÓN CAFÉ (*Monilinia fructicola*) DEL DURAZNERO POR PRODUCTORES DE LA SIERRA NEVADA DE PUEBLA

Maria Luisa Huilotl-Luna, Abel Gil-Muñoz*, Ernesto Hernández-Romero, Pedro Antonio López, Daniel Claudio Martínez-Carrera

Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla Núm. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla, México. 72760.

*Autor de correspondencia: gila@colpos.mx

RESUMEN

A nivel mundial, la pudrición café del duraznero, es considerada la enfermedad más importante y destructiva del cultivo, por las pérdidas que ocasiona. Aun cuando en la literatura se consignan diversas estrategias para su control, no hay trabajos que documenten cómo el agricultor enfrenta dicho problema fitosanitario. Por tanto, el objetivo de la investigación, fue precisar la gama de prácticas de manejo que realizan los productores para controlar la enfermedad, valorar lo adecuado de las mismas e identificar aspectos a atender. Se trabajó en la Sierra Nevada de Puebla, una región productora de durazno importante. A través de un muestreo estratificado aleatorio, se aplicaron 52 cuestionarios en tres municipios de la región. Los cuestionarios, incluyeron preguntas sobre el manejo y control de pudrición café. Los resultados indicaron que dicha enfermedad, es la segunda más importante reconocida por los productores; 96% la ha identificado en sus huertas, pero no todos realizan prácticas para su control. De los entrevistados 59%, utiliza fungicidas para controlar la pudrición café, 79% efectúa además, podas sanitarias y 40% elimina fuentes de inóculo. Todos fertilizan y 55% controla insectos plagas. Las pérdidas de cosecha, ascienden a más de 30%. Se concluye que, el conjunto de prácticas que se realizan, no es suficiente para controlar la enfermedad. Se recomienda, fortalecer los conocimientos de los productores acerca de la enfermedad y su manejo, mejorar sus prácticas de control y hacer una integración de las mismas.

Palabras clave: conocimiento de los agricultores, control de enfermedades, durazno, manejo integrado de plagas, *Monilinia* spp.

INTRODUCCIÓN

La producción de durazno en el país, ocupa un lugar muy importante en términos productivos y económicos. Para el año 2022, México se ubicó como el 10° productor a nivel mundial, con un volumen anual de 239,133 toneladas y un valor comercial total que superó los 2,674 millones de pesos. Su producción, se encuentra distribuida en diferentes estados, como Zacatecas, Michoacán, Chihuahua y Puebla. Este último, en el año 2022, ocupó el tercer lugar como productor de durazno a nivel nacional, con 24,059.83 toneladas (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP, 2022). Sin embargo, su producción se ve afectada por diversos problemas que afectan su rendimiento y calidad, como heladas, vientos, granizo, plagas y enfermedades (Fernández *et al.*, 2010; García-Figueroa *et al.*, 2013). Entre estas últimas, sobresale la pudrición café, enfermedad causada por el hongo *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey (Luo *et al.*, 2022; Zegbe *et al.*, 2005), la cual, es considerada la más destructiva para el cultivo (Luo, 2017). Además, es una de las mayores preocupaciones para los productores de durazno, debido a las altas pérdidas pre y postcosecha que ocasiona (Pavanello *et al.*, 2015). Por tal motivo, se

Citation: Huilotl-Luna ML, Gil-Muñoz A, Hernández-Romero E, López PA, Martínez-Carrera DC. 2024. Manejo de la pudrición café (*Monilinia fructicola*) del duraznero por productores de la Sierra Nevada de Puebla. Agricultura, Sociedad y Desarrollo <https://doi.org/10.22231/asyd.v21i4.1679>

ASyD 21(4): 582-600

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: January 19, 2024.
Approved: March 7, 2024.

Estimated publication date:
September 27, 2024.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license.



han desarrollado múltiples estudios, orientados a conocer la etiología de la enfermedad (Rungjindamai *et al.*, 2014), detectar el patógeno (Iqbal *et al.*, 2022) y particularmente, a explorar opciones de control (Keske *et al.*, 2011; Adaskaveg y Förster, 2002). En el caso específico de Puebla, Mendoza *et al.* (2011), reportaron que la pudrición café, es un problema latente en la producción de durazno en la región Sierra Nevada, pues existen dificultades para su manejo. La teoría sugiere que, el manejo eficiente de la enfermedad, depende del uso de variedades resistentes y de las prácticas efectuadas antes, durante y después de la cosecha (Dini *et al.*, 2021; Rivas, 2015; Zehr, 1982), así como del conocimiento epidemiológico y de la detección temprana de la enfermedad (Gort y Marín, 2011; Larena *et al.*, 2005). No obstante, a la fecha, en México, no existen trabajos en los cuales, se haya documentado el manejo que realizan los productores antes de y durante la presencia de la enfermedad, es decir, de las prácticas preventivas y de control de la enfermedad. Por tal motivo, se planteó la presente investigación, la cual, se desarrolló en una de las principales regiones productoras de durazno en Puebla: la Sierra Nevada, bajo la hipótesis de que los productores de la región, realizan diferentes prácticas de manejo para prevenir y controlar la pudrición café que afecta al duraznero, pero que estas, no son suficientes ni adecuadas para el control de la enfermedad. El objetivo, fue precisar las diferentes prácticas de manejo que realizan los productores, para prevenir y controlar tal enfermedad, valorar lo adecuado de las mismas e identificar aspectos fitosanitarios que requieran ser atendidos. Esto posibilitará el diseño y la implementación de estrategias orientadas a la prevención y control de enfermedades, bajo un enfoque de manejo integrado de plagas (MIP).

MARCO TEÓRICO

Las enfermedades en cultivos agrícolas, al igual que las plagas, limitan seriamente la producción de alimentos a nivel mundial. Por ello, la falta de conocimiento sobre las mismas por parte de los productores, puede constituirse en un problema importante (Abang *et al.*, 2014). Consecuentemente, el comprender los conocimientos, las percepciones y las prácticas que efectúan los agricultores, se constituye en un requisito indispensable, para establecer un programa de control eficaz de cualquier problema fitosanitario. Ello, debido a que abre la posibilidad de optimizar el conocimiento de los agricultores y también, de retomar prácticas de manejo exitosas (Mudde *et al.*, 2017). De acuerdo con Abang *et al.* (2014), otro aspecto que también es necesario evaluar, para poder establecer programas de control adecuados, es el conocimiento que tienen los agricultores, sobre la etiología y epidemiología de la enfermedad.

Estudios realizados por Palwasha *et al.* (2022) en Pakistán, revelaron que, entre los productores de durazno, existe una falta de conocimiento importante sobre plagas y enfermedades del frutal, pero que también, hay mucho desconocimiento sobre buenas prácticas fitosanitarias. Por lo tanto, los autores concluyen que, es necesario capacitar a los productores, con el fin de mejorar y aumentar sus conocimientos técnicos sobre el control de plagas y enfermedades, situación que podrá contribuir a mejoras en la producción.

Actualmente, existen diversas estrategias para el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas; sin embargo, las prácticas de manejo, han pasado de ser culturales y

mecánicas, a centrarse en el uso prácticamente exclusivo de pesticidas (Owen *et al.*, 2014). La dependencia de este tipo de productos para la protección de cultivos, está asociada con efectos indeseables al medio ambiente, la salud y la eficacia continua de su uso. Por otra parte, el uso indiscriminado de tales productos, ha simplificado los sistemas de cultivo, lo que implica, desistir de estrategias de protección más especializadas. Esta simplificación, la dependencia excesiva de controles químicos y el uso continuo de pocos modos de acción, ha llevado a una resistencia generalizada de insectos y enfermedades, por lo que el futuro de la protección de cultivos, se encuentra amenazado (Barzman *et al.*, 2015; Busi *et al.*, 2013).

Lo antes mencionado, ha llevado a plantear y desarrollar estrategias de control, bajo un esquema de manejo integrado de plagas (MIP), que involucre la combinación de técnicas y tratamientos alternativos, con el propósito de prevenir y evitar su propagación de manera satisfactoria (Gort y Marín, 2011; Rungjindamai *et al.*, 2014; Usall *et al.*, 2010).

A diferencia del manejo de plagas tradicional, el MIP, se distingue por integrar diferentes herramientas biológicas, culturales, físicas y químicas, orientadas a reducir el estado de las plagas a umbrales tolerables, bajo criterios económicos y ecológicamente aceptables (Stenberg, 2017; Zaccagnini y Canavelli, 1998) y con el objetivo de identificar, gestionar y reducir el riesgo económico, de salud y del medioambiente (United States Department of Agriculture- USDA- Agricultural Research Service-ARS, 2018). El conjunto de estas herramientas, incluye tanto tácticas preventivas (como son los métodos culturales y de resistencia genética) como correctivas, que involucran el uso de métodos mecánicos, físicos y químicos, pero en el caso de estos últimos, a niveles bajos (Kogan, 1998). Hashemi y Damalas (2010), señalaron que el comprender los conocimientos, las percepciones, las preferencias y las creencias de los agricultores y sus procesos de toma de decisiones, son requisitos fundamentales para una mejor adopción de las prácticas de manejo integrado de plagas.

METODOLOGÍA

Área del estudio

El estudio se condujo en tres municipios de la Sierra Nevada de Puebla: San Felipe Teotlalcingo (19° 11' 24" a 19° 15' 36" LN, 98° 28' 06" a 98° 33' 18" LO, altitud: 2,340 a 3,500 m), Chiautzingo (19° 10' 24" a 19° 13' 42" LN, 98° 26' 24" a 98° 33' 36" LO, altitud: 2300 a 3500 m) y Huejotzingo (19° 13' 32" a 19° 06' 36" LN, 98° 20' 18" a 98° 39' 00" LO, altitud: 2,180 a 5,100 m), debido a que son los municipios que concentran la mayor superficie sembrada con durazno en la región. Estos municipios, se ubican en la parte centro-oeste del estado de Puebla y al noroeste del Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 05 Cholula (INEGI, 2010). El clima predominante en los tres municipios, es el templado subhúmedo con lluvias en verano, con precipitaciones anuales de 900-1,100 mm y temperatura promedio anual de 16.5 °C (INEGI, 2010).

Población de estudio y tamaño de muestra

Para definir la población de estudio, se recurrió al padrón de productores que atiende el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla (CESAVEP) en los tres municipios

citados, el cual, incluía a 288 productores de durazno. En cada municipio y localidad, se contactó a informantes clave para validar el padrón de productores. Se descartaron aquellas localidades donde no se encontró producción de durazno, así como a productores que ya no producían dicho frutal o que sólo tenían unos pocos árboles. Hecha la depuración, se obtuvo un padrón de 99 productores, distribuidos de la siguiente manera: 13 en San Felipe Teotlalcingo, 45 en Chiautzingo y 41 en Huejotzingo. A partir de estos datos, se aplicó un esquema de muestreo estratificado aleatorio con asignación de Neyman y se utilizaron las ecuaciones descritas por Singh y Mangat (1996):

a) Ecuación para precisar el tamaño total de la muestra:

$$n = \frac{\left(\sum_{i=1}^k N_i S_i \right)^2}{\left(N^2 V + \sum_{i=1}^k N_i S_i^2 \right)}$$

donde n : tamaño final de la muestra; N : población de estudio; N_i : número de productores del estrato i (cada municipio se consideró como un estrato); S_i : desviación estándar del estrato i (calculada para la superficie sembrada con durazno); V : relación entre precisión y confiabilidad, calculada como:

$$v = \frac{d^2}{z_{\alpha/2}^2}$$

donde d : precisión (fijada en 10% de la media general, esto es 0.145); $z_{\alpha/2}$: confiabilidad (valor de z de tablas con $\alpha=0.90$, esto es, $z=1.64$).

b) Ecuación para repartir el tamaño de total de la muestra entre los estratos (municipios):

$$n_i = n \left(\frac{N_i S_i}{\sum_{i=1}^k N_i S_i} \right)$$

donde n_i : estrato i (municipio 1=San Felipe Teotlalcingo, 2=Chiautzingo, 3=Huejotzingo); n : tamaño final de la muestra; N_i : número de productores del estrato i (municipio 1, 2, 3); S_i : desviación estándar del estrato i (calculada para la superficie sembrada de durazno).

El tamaño final de la muestra, fue de 56 productores, repartidos de la siguiente forma: 10 en San Felipe Teotlalcingo, 23 en Chiautzingo y 23 en Huejotzingo. Los entrevistados, se seleccionaron al azar dentro de cada listado. En cada localidad, se contactó a informantes, clave para facilitar el acercamiento con los productores seleccionados. Finalmente, se aplicaron 52 cuestionarios, debido a que, en una localidad, no se dieron las condiciones para ello.

Técnica e instrumento

La técnica empleada, fue la encuesta y el instrumento un cuestionario que incluyó 35 preguntas (23 cerradas y 12 abiertas) y estuvo dividido en cuatro secciones: 1) Datos generales del productor, 2) Enfermedades del duraznero, 3) Importancia y conocimiento de pudrición café y 4) Manejo y control de pudrición café. Como parte del cuestionario, se incluyó una serie de fotografías representativas de las enfermedades más comunes del duraznero, a fin de que el agricultor indicara cuáles había detectado en sus huertas y posteriormente, las ordenara por la importancia que le representaban. Los cuestionarios se aplicaron de octubre a diciembre de 2022.

Análisis de la información

Mediante técnicas de análisis descriptivo (promedios, frecuencias y porcentajes), se analizaron las variables relacionadas con las características generales de las unidades de producción y las prácticas de control (cultural, mecánico, genético, químico y biológico) de la enfermedad. El programa estadístico utilizado fue SAS[®] OnDemand for Academics (SAS Institute Inc, 2012-2020).

RESULTADOS

Características generales de los productores y de la producción de durazno

De los productores de durazno, 98% tuvieron más de 42 años de edad (promedio 60 años); en conjunto, su escolaridad promedio fue de seis años (mínimo 2, máximo 17 años). En cuanto a la experiencia en la producción de frutales, 80% de ellos, contaba con 20 o más años de experiencia al momento de la investigación.

En la región de estudio, el durazno se produce principalmente en parcelas, donde sobre la misma hilera, se encuentran otras especies frutales, intercaladas con cultivos anuales (58%) y en menor proporción, en huertas donde es la única especie en la hilera y se le intercala con especies anuales (23%) o donde está como unicultivo (19%). Predomina la producción bajo condiciones de temporal (66%) y en menor proporción, de riego (34%). En las parcelas, es común el empleo de materiales criollos (60%), no obstante, también se encontraron huertas con variedades mejoradas. Las plantaciones, tienen en promedio 9.96 años y en ellas, se manejan 204 árboles (media ponderada). La cosecha del frutal, se inicia en el mes de abril y se extiende hasta el mes de agosto.

Detección e importancia de enfermedades en duraznero

Se encontró que los productores, han detectado diferentes enfermedades en su cultivo de durazno, tales como: cenicilla, pudrición café, tiro de munición y verrucosis, entre otras. Al sistematizar la información correspondiente al grado de importancia que le otorgaban a cada enfermedad, se encontró que, para ellos, las tres principales son cenicilla, pudrición café y tiro de munición. Enfermedades como agalla de la corona o pudrición de raíz, además de ser las menos identificadas, también resultaron ser las menos importantes entre los productores. Cenicilla y pudrición café fueron las enfermedades más recurrentes: 96% de

los productores, las ha detectado en su cultivo de duraznero; pudrición café, fue ubicada en el segundo lugar en importancia (Cuadro 1).

Síntomas y percepción del daño por pudrición café

Para esclarecer cómo es que los productores reconocían la presencia de pudrición café en su cultivo, se les preguntó acerca de los síntomas que relacionaban con la enfermedad, así como la etapa fenológica en la cual la habían identificado. Se encontró que los productores, relacionan hasta cinco síntomas para el reconocimiento de la enfermedad: pudrición de frutos (34%), manchas en frutos (31%), momificación de órganos (22%), heridas y manchas en ramas (6%) y marchitamiento de flores (7%) (Figura 1).

Pudrición y manchas en frutos (A), Momificación de órganos (B y C), Heridas y manchas en ramas (D y E), Marchitamiento de flores (F). Sierra Nevada de Puebla, 2022.

En lo que respecta a la etapa fenológica en la cual, los productores identifican y perciben un mayor daño provocado por pudrición café, se encontró que, la detectaron principalmente, en las etapas de fructificación, maduración y cosecha. Estas etapas, también fueron aquellas en las cuales, percibieron un mayor daño. Floración y brotación, resultaron ser las etapas donde el productor, no percibió daño por la enfermedad (Cuadro 2).

Manejo de pudrición café

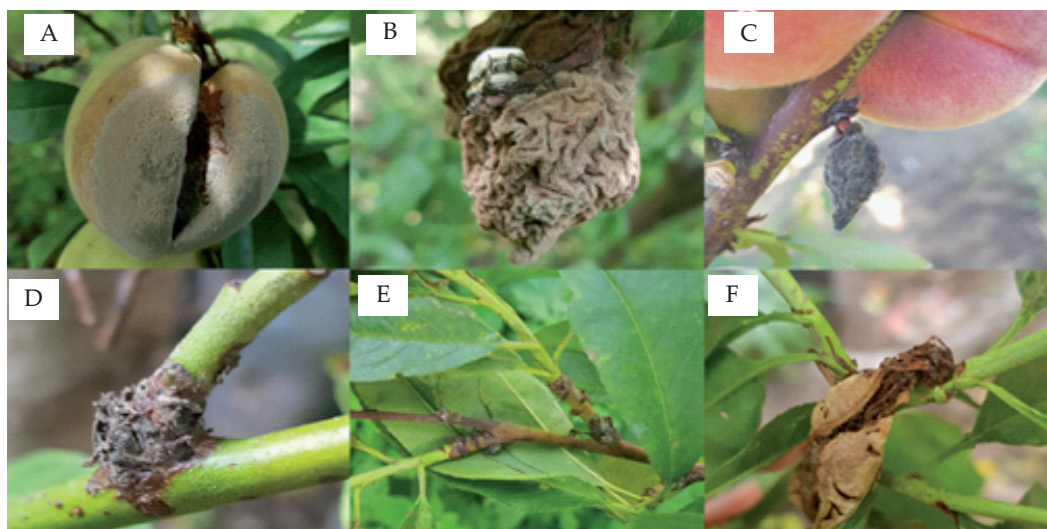
Aun cuando 96% de los agricultores, expresó haber detectado la presencia de la enfermedad en sus parcelas, sólo 59%, dijo haber emprendido acciones tendientes a su control, las cuales, consistieron principalmente, en la aplicación de algún agroquímico. Independientemente de lo anterior, en el cuestionario, se preguntó por otras prácticas de manejo que realizan y que podrían contribuir directa o indirectamente, al manejo de pudrición café. A partir de la información obtenida, las prácticas se agruparon en las categorías de control cultural, control mecánico, control genético, control químico y control biológico. Los resultados se exponen a continuación.

Cuadro 1. Detección de enfermedades del duraznero y nivel de importancia asignado por los productores. Sierra Nevada de Puebla, 2022.

Enfermedades	Identificación (%)	Nivel de importancia [†]
Cenicilla (<i>Sphaeroteca pannosa</i>)	96	1
Pudrición café (<i>Monilinia fructicola</i>)	96	2
Tiro de munición (<i>Coryneum beijerinckii</i>)	75	3
Verrucosis (<i>Taphrina deformans</i>)	90	4
Gomosis (<i>Pseudomonas syringae</i>)	94	5
Roya o Chahuistle (<i>Tranzschelia discolor</i>)	56	6
Agalla de la corona (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>)	8	7
Pudrición de raíz (<i>Armillaria mellea</i>)	6	8

[†]Donde 1: más importante, 8: menos importante.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta.



Fuente: elaboración propia a partir de exploraciones en campo.
Figura 1. Síntomas de pudrición café identificados en duraznero.

Control cultural

Se encontró que, la fertilización de los árboles de durazno, se basa principalmente, en la aplicación de estiércol de animal y fertilizantes, particularmente, los nitrogenados y en menor proporción, de los compuestos. La composta, es muy poco usada. En cuanto a las dosis aplicadas, la mayoría de los productores, supera las dosis recomendadas (Cuadro 3). La mayoría de los productores, fertiliza dos veces al año (65%) y el resto, lo hace solo una vez. Del total de entrevistados, 76% aplica de uno a dos tipos de productos (estiércol de animal y urea), el resto aplica más de dos productos listados en el Cuadro 3. Esta práctica, la realizan en diferentes etapas fenológicas del cultivo: brotación y floración (41%), fructificación y maduración (40%) y cosecha y reposo (19%).

Otra práctica cultural que comúnmente realizan los productores, como parte de las labores del cultivo, son las podas: 98% de ellos declaró hacerlas. Sin embargo, sólo 79%, dijo

Cuadro 2. Etapas fenológicas en las que los agricultores detectan el daño por pudrición café en duraznero y en las que perciben mayor afectación. Sierra Nevada de Puebla, 2022.

Etapa fenológica del cultivo	Etapa en la que se detecta la enfermedad (%)	Etapa en la que se percibe mayor daño (%)
Floración	1	0
Brotación	1	0
Fructificación	32	36
Maduración	29	40
Cosecha	24	21
Postcosecha	13	3

Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta.

Cuadro 3. Uso y aplicación de fertilizantes y abonos en duraznero. Sierra Nevada de Puebla, 2022.

Fertilizantes	Uso (%)	Dosis aplicada (g)	Dosis recomendada (g) [†]
Estiércol de animal	29	9,000	10,000 ^{††}
Composta	3	3,660	3,000
Urea	23	350	260
Triple 17	12	630	130
Fosfato diamónico	17	350	100
Sulfato de potasio	4	330	240
Nitrato de amonio	4	170	400

[†]Recomendaciones tomando como base la fórmula 120 g N-60 g P₂O₅- 120 g K₂O, hacer el balance en N y P₂O₅ cuando se usa Triple 17 o Fosfato diamónico. Fuente: Hernández-Romero, E. (2023). Investigador Titular. Comunicación personal.

^{††}Aplicar cada tercer año.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta, 2022.

efectuar podas sanitarias para prevenir la pudrición café, de ellos, ninguno realiza la quema de material de poda. Otras actividades de mantenimiento, son los deshierbes, los cuales, realizan hasta cuatro veces durante el año.

En cuanto a prácticas postcosecha, la mayoría de los productores, seleccionan y clasifican frutos (81%), el resto (19%), no realiza actividad alguna en esta etapa. Cabe mencionar, que todos los productores, declararon no conocer prácticas o tratamientos adicionales, para el control de pudrición café a nivel postcosecha.

Respecto al control de ácaros o insectos plaga, sólo 55% de los productores, realiza esta práctica y controlan mayormente, aquellos que consideran más dañinos, por ejemplo: araña roja, chapulines y frailecillo; en etapas de brotación, cosecha y maduración, respectivamente. Sin embargo, las dosis que aplican para atender cada problema presentado, generalmente, son mayores a las dosis recomendadas por el fabricante del producto, más comúnmente empleado (Cuadro 4).

Control mecánico

Dentro de las prácticas para el control mecánico de pudrición café, se identificaron diferentes actividades, por ejemplo, 40% de productores, realizó la eliminación de fuentes potenciales de inóculo; es decir, retiran los frutos dañados de la parcela de durazno; sin embargo, solo 8% de los productores, los entierra o quema. En cuanto a la limpieza de los instrumentos que se utilizan para la cosecha de durazno, sólo 50% de los productores entrevistados la realiza. De ellos, 73%, los lava con jabón y cloro y 27% los desinfecta con alcohol.

Control químico

Se encontró que 59% de los productores, controla la enfermedad con algún tipo de producto químico. Los productos más utilizados, tienen como principio activo, Captan y Benomilo (69%), además, también utilizan fungicidas preventivos, como sulfato de cobre

Cuadro 4. Control de ácaros e insectos que atacan a duraznero. Sierra Nevada de Puebla, 2022.

Ácaros/ Insectos	Control (%)	Principal etapa de control	Principal producto aplicado	Dosis utilizada (ml L ⁻¹)	Dosis recomendada [†] (ml L ⁻¹)
Araña roja (<i>Tetranychus</i> spp.)	83	Brotación	Cipermetrina	1.54	1.0
Chapulines (<i>Brachystola</i> spp.)	77	Cosecha	Cipermetrina	1.27	1.0
Frailecillo (<i>Macrodactylus</i> spp.)	83	Maduración	Cipermetrina	1.40	1.0
Pulgones (<i>Myzus</i> spp., <i>Brachycaudus</i> spp.)	65	Brotación	Cipermetrina	1.55	1.0
Barrenadores (<i>Grapholitha</i> spp., <i>Anarsia</i> spp.)	16	Brotación	Cipermetrina	0.75	1.0
Chinches (<i>Lygus</i> spp., <i>Letoglossus</i> spp., <i>Thyanta</i> spp.)	4	Fructificación	Cipermetrina	3.75	1.0

[†]Dosis según la recomendación del fabricante.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta, 2022.

o azufre. No obstante, una fracción pequeña de los entrevistados (8%), utiliza productos no recomendados para el control de pudrición café, como Carbendazim, Clorpirifos etil o el mineral zeolita (Cuadro 5).

En relación con las dosis que aplican, se detectó que, en la mayor parte de los casos, las dosis utilizadas, no se ajustan a las recomendadas por el fabricante. Respecto a la etapa de aplicación, se puede apreciar que, las etapas donde se ejerce un mayor control de la enfermedad, son en fructificación y maduración del fruto (Cuadro 5).

Cuadro 5. Control químico de pudrición café por productores de duraznero. Sierra Nevada de Puebla, 2022.

Principio activo	Uso (%)	Dosis utilizada (g o ml L ⁻¹)	Dosis recomendada (g o ml L ⁻¹) [†]	Etapas de aplicación
Captan	38	1.31	3.00	Fructificación, Maduración, Cosecha
Benomilo	31	1.21	0.50	Fructificación, Maduración, Cosecha
Triforine	8	1.25	1.00	Maduración
Sulfato de cobre	4	1.00	3.50	Floración
Azufre	4	5.00	7.50	Maduración
Clorotalonil	4	1.25	2.00	Maduración
Carbendazim	4	1.25	-. ^{††}	Maduración
Clorpirifos etil	4	0.50	-. ^{††}	Maduración
Zeolita ^{†††}	3	100.00	No disponible	Fructificación

[†]Dosis según la recomendación del fabricante de cada producto (en cursivas, dosis en ml·L⁻¹)

^{††}Producto no recomendado en durazno.

^{†††}Dosis en gramos por árbol.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta, 2022.

Control genético

Se encontró que, en la región, predomina el uso de cultivares criollos (60%) y en menor proporción, el de mejorados (40%), entre los que destacan ‘Diamante Especial’, ‘Diamante Mejorado’, ‘Diamante Supremo’, ‘Oro Azteca Mejorado’, ‘Oro de Tlaxcala’ y ‘Robin’.

Control biológico

Los productores de la región, declararon no conocer tratamiento alguno de origen biológico para el control de la pudrición café.

Pérdidas de cosecha a causa de pudrición café

Al interrogar a los productores, sobre el porcentaje de pérdidas de cosecha que han experimentado a causa de pudrición café, se encontró que, del total de entrevistados, 88% mencionó haber tenido pérdidas de cosecha. De ellos, un 37% declaró pérdidas menores a 20%, de los productores, 56% dijo haber tenido pérdidas de 20 a 69% y 7%, ha experimentado pérdidas de su cosecha de más de 70%. En promedio, se reportan pérdidas de 33%.

DISCUSIÓN

La enfermedad de pudrición café, es una de las más importantes a nivel mundial y es considerada, un factor limitante en la producción de durazno (Obi *et al.*, 2018), ya que las pérdidas que ocasiona, antes y después de la cosecha, representan más de la mitad de las registradas en el mundo (Iqbal *et al.*, 2022). En España, en el Valle del Ebro, Usall *et al.* (2010), indican que la enfermedad, está asociada con hasta 80% de las pérdidas de cosecha, mientras que, en Nueva Zelanda, McLaren *et al.* (1996), reportaron pérdidas postcosecha que alcanzaron 50%. Cabe resaltar que, Emery *et al.* (2000) señalan que, también existen pérdidas indirectas que se deben al costo de la aplicación de fungicidas en etapas pre y postcosecha. Se calcula que 10% de las pérdidas por *Monilinia* spp., equivalen a 1.7 millones de euros (Martini y Mari, 2014). Nuestros resultados, demuestran que la enfermedad de la pudrición café, representa un problema relevante para los productores de durazno en la Sierra Nevada de Puebla, pues la reconocieron como una de las enfermedades más importantes que enfrentan. Adicionalmente, aun cuando las pérdidas de cosecha ascienden, en promedio, a 33%, hubo reportes de mermas superiores a 70%. Pese a ello, sólo 59% de los productores (en promedio), realiza prácticas para el control de la enfermedad: 59% vía control químico, 79% a través de podas sanitarias y sólo 40%, vía eliminación de frutos enfermos. Esto indica, que la producción de durazno en la región, enfrenta un reto fitosanitario importante en lo que a esta enfermedad respecta.

Acerca del reconocimiento de la enfermedad y sintomatología

Prusky (1996) y Gell *et al.* (2008), referen que la presencia del patógeno causante de la pudrición café, se ve favorecida por condiciones de alta humedad y altas precipitaciones, primaveras y veranos lluviosos, propician su desarrollo. Villarino *et al.* (2010), apuntan que el patógeno, es capaz de infectar a temperaturas entre 0 y 40°C y una humedad relativa de 80 a 100%. Ello implica, por tanto, que el clima templado presente en la región,

propicio para la producción de durazno, también genera condiciones ambientales óptimas, que favorecen el desarrollo del patógeno.

Se ha demostrado, que el agente causal de la enfermedad, es capaz de infectar en cualquier etapa de desarrollo del fruto (Keske *et al.*, 2011), motivo por el cual, el conocimiento de la epidemiología de la enfermedad y sus síntomas, así como el reconocimiento de los momentos críticos, son aspectos importantes a considerar para un control eficiente (Larena *et al.*, 2005). Los resultados de nuestra investigación, revelan que aun cuando los productores reconocen la enfermedad y sus síntomas en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, la mayor parte de ellos, los identifica en etapas donde los daños y signos de la enfermedad son más evidentes, como fructificación y maduración de frutos, y cuando la afectación es mayor.

Si se desea emprender acciones de prevención desde etapas tempranas, es necesario, fortalecer los conocimientos de los agricultores, para que reconozcan la enfermedad desde etapas tales como brotación y floración y sepan de la importancia de ello.

Acerca del control cultural y mecánico

En lo que respecta al manejo de la enfermedad, la teoría sugiere que un eficiente control de ésta, depende de las prácticas de manejo efectuadas antes, durante y después de la cosecha (Dini *et al.*, 2021; Rivas, 2015; Zehr, 1982). Nuestros resultados, demuestran que, en la región de la Sierra Nevada de Puebla, los productores realizan algunas prácticas para el manejo de pudrición café; sin embargo, esas prácticas son insuficientes para prevenir y evitar su propagación. Por ejemplo, Gort y Marín (2011) y Obi *et al.* (2018), señalan que mantener una fertilización balanceada, sin exceder las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, disminuye la incidencia de pudrición café en el cultivo. En este sentido, en el área de estudio, los agricultores excedieron las dosis de fertilización recomendadas, a su vez, privilegiaron la aplicación de fertilizantes nitrogenados, con poco aporte de otros elementos, situación que podría estar favoreciendo el desarrollo de la enfermedad. El manejar un programa de fertilización, como sugiere Mondino (2014), permitiría lograr un equilibrio nutricional con el objetivo de disminuir el desarrollo de enfermedades.

El control de insectos, también es una práctica de manejo fundamental, debido a que estos provocan heridas en el fruto, las cuales, son el punto de entrada de pudrición café y otras enfermedades (Rivas, 2015). Al respecto, Holb (2008), encontró que niveles más bajos de la enfermedad, se atribuyen en parte, al control de insectos que provocan heridas. Por otro lado, Iqbal *et al.* (2022) y Amiri *et al.* (2010), refieren que los deshierbes, pueden disminuir las poblaciones de insectos, además de aumentar los flujos de aire para reducir los niveles de humedad. En este sentido, nosotros encontramos que sólo el 55% de los productores, llevan a cabo este tipo de prácticas, pues controlan algunos insectos como frailecillo (*Macroductylus* spp.) y chapulines (*Sphenarium* spp.), los cuales, propician la diseminación y el desarrollo de la enfermedad, a partir del daño que ocasionan en el fruto y follaje. Sin embargo, el control se basa en la aplicación de insecticidas, una vez que la plaga se encuentra presente en el cultivo, por lo que es una práctica más curativa que preventiva. Sumado a ello, los agricultores utilizan principalmente, productos con el mismo

ingrediente activo y en dosis superiores a las recomendadas por el fabricante, lo que podría disminuir la efectividad del producto y a su vez, favorecer el surgimiento de resistencia en los insectos. Acciones como el monitoreo de insectos plaga, podrían ser de utilidad (Obi *et al.*, 2018).

La realización de podas de fructificación para el manejo del microclima, así como podas de saneamiento durante el invierno, reducen significativamente las fuentes potenciales de inóculo (Dini *et al.*, 2021; Rivas, 2015). En el presente estudio, se encontró que la mayoría de los productores, solo realiza podas sanitarias y que después de las mismas, deja los residuos infectados en la misma parcela, sin enterrarlos o quemarlos. Lo mismo ocurre con la eliminación de frutos dañados o momificados, los cuales, solo son retirados del árbol; es mínimo el porcentaje de los productores que los quema o entierra. Esto representa un punto crítico a atender, pues de lo contrario, la práctica resulta insuficiente e ineficiente, para reducir o eliminar fuentes potenciales de inóculo de la enfermedad.

Otro momento en el cual la pudrición café puede causar daños de consideración, es en postcosecha. Para reducirlos, Emery *et al.* (2000), mencionan que las actividades de colecta y manipulación del fruto, deben realizarse con el mayor cuidado posible, para evitar daños mecánicos, pues las heridas provocadas, facilitan la entrada de la enfermedad. También se sugiere la limpieza de herramientas y envases de cosecha, además de la selección de frutos, con el objetivo de retirar aquellos con síntomas de la enfermedad, para así reducir la carga de inóculo y prevenir la diseminación de la enfermedad durante el almacenamiento y la comercialización (Gabilondo y Budde, 2014). En relación con esto, hallamos que los agricultores, sí realizan prácticas como la selección y clasificación de frutos y la limpieza de los instrumentos que utilizan, prácticas que, por el momento, pueden ser suficientes para controlar la enfermedad en postcosecha, pues muy pocos agricultores consideraron que en ella se presenta un daño importante. No obstante, podría considerarse la inclusión de tratamientos postcosecha, como la conservación en frío, tratamientos térmicos y tratamientos desinfectantes con ácido peracético y quitosano (Usall *et al.*, 2010).

Acerca del control químico

Respecto al control químico de pudrición café, este se realiza principalmente, con fungicidas de síntesis química, los cuales, son altamente eficaces para inhibir al patógeno. Gort y Marín (2011) y Zehr (1982), indican que se debe tener en cuenta que la enfermedad, puede presentarse en cualquier etapa de desarrollo y que hay dos momentos críticos para su control: floración y madurez. Holmes *et al.* (2011) refieren, que la aplicación de fungicidas, se debe realizar durante la etapa de floración, para proteger a las flores del tizón y recomiendan la aplicación mensual, para proteger frutos en maduración y cosecha. Autores como Li y Yu (2001), sugieren la combinación de tratamientos con fungicidas de diferentes modos de acción, como benomilo, captan o iprodiona, pues de este modo, se asegura una mayor efectividad y se reduce el riesgo de resistencia del patógeno. También, se ha recomendado realizar sólo una aplicación de benomilo y posteriormente, alternar con otros fungicidas (Zegbe *et al.*, 2005), aunque diferentes estudios reportan que, *Monilinia fructicola* ha mostrado resistencia a benomilo (Chen *et al.*, 2014; Ma *et al.*, 2005).

Al respecto, cabe mencionar que el Comité de Acción para la Resistencia a Fungicidas (FRAC, 2024), precisa que los benzimidazoles (grupo al que pertenece el benomilo), se comenzaron a utilizar comercialmente, desde fines de la década de los sesentas del siglo pasado, pero que, al poco tiempo, surgieron problemas de resistencia en patógenos. Agrega que, en frutales de hueso o pepita, el primer reporte en campo de cepas de *Monilinia* spp. resistentes a benzimidazol, ocurrió en 1973. Lo preocupante de ello, es que de acuerdo con Penrose (1990), una vez que se detectan cepas de *M. fructicola* resistentes a benomilo, es muy poco probable, el poder volver a hacer un uso efectivo de fungicidas a base de benzimidazoles. Otro aspecto crítico, es que según Zehr *et al.* (1991), las cepas de *M. fructicola* resistentes a benomilo presentes en huertos comerciales, persisten por largos periodos de tiempo, aún después de que han cesado las aplicaciones.

Se halló en la investigación, que sólo 59% de los productores, realiza control químico, pero no ejercen un control preventivo de la enfermedad, puesto que prácticamente, la totalidad de quienes los aplican, realiza las aspersiones en etapas donde los daños, son mayormente perceptibles, como fructificación y maduración. Adicional a esto, hacen aplicaciones de un solo ingrediente activo en diferentes etapas del cultivo, las dosis que utilizan usualmente, exceden las recomendadas por el fabricante e incluso, llegan a emplear productos sin utilidad alguna, para el control de la enfermedad. Con base en la literatura, en lo que a control químico respecta, es necesario modificar varias prácticas de los agricultores: a) realizar aplicaciones preventivas (en floración), b) alternar ingredientes activos y c) apegarse a las dosis recomendadas por los fabricantes y no exceder el número de aplicaciones permitidas en un mismo ciclo, entre las principales.

Acerca de otros mecanismos de control

En México, se han desarrollado programas de mejoramiento genético para la generación de variedades de alto rendimiento y también, resistentes a cenicilla y pudrición café. Entre las obtenidas se encuentran: ‘Oro Azteca’, ‘Diamante Especial’, ‘Diamante Supremo’, ‘Colegio’ y ‘Robin’ (Calderón-Zavala *et al.*, 2019; Rodríguez *et al.*, 2008). Al relacionar estos materiales con los que se encontraron en la investigación, se concluye que los productores de la región, han plantado algunas variedades mejoradas con resistencia a pudrición café, lo que indudablemente, puede ayudar a que los daños por la enfermedad sean menores; sin embargo, aun predomina el uso de cultivares criollos. El uso aún no tan extendido de variedades mejoradas, podría deberse al desconocimiento por parte del productor de las variedades reportadas como resistentes a la enfermedad, a la poca disponibilidad de las mismas o a la floración precoz que presentan, que aumenta el riesgo de daño por bajas temperaturas.

Los materiales criollos, presentan una alta susceptibilidad a diversas enfermedades de follaje y fruto, pudrición café entre ellas y tienen la característica de presentar maduración intermedia o tardía, lo que favorece el desarrollo de enfermedades por la alta frecuencia de lluvias, durante los meses de cosecha (Fernández *et al.*, 2010). Lo anterior, aunado al surgimiento de cepas de *M. fructicola* resistentes a fungicidas, a los esfuerzos por reducir las aplicaciones de agroquímicos y al tema de inocuidad, sugieren la necesidad de adoptar

otras estrategias; una de las más importantes es la resistencia genética (Dini *et al.*, 2022). Al respecto, Obi *et al.* (2018) apuntan que, el uso de materiales con cierto nivel de resistencia a pudrición café, es una de las estrategias más importantes, rentables y ambientalmente seguras para el control de la enfermedad. El reemplazo de materiales criollos por variedades mejoradas, conlleva ventajas adicionales a la resistencia a la enfermedad, como mayor productividad, calidad del fruto y versatilidad de usos (Calderón-Zavala *et al.*, 2019), siempre que se acompañen de un plan de manejo adecuado (Mendoza-Robles y Hernández-Romero, 2019).

Finalmente, en relación con el control biológico de la enfermedad, a la fecha, se han realizado importantes avances que incluyen el empleo de diferentes microorganismos para el control de pudrición café, entre ellos, bacterias como *Bacillus licheniformis* W10 (Ji *et al.*, 2020) y *Pseudomonas synxantha* en poscosecha (Aiello *et al.*, 2019), levaduras como *Saccharomyces delbrueckii* A50, *S. cerevisiae* YE-5 y *S. cerevisiae* A41 (Zhou *et al.*, 2008), hongos oportunistas como *Epicoccum nigrum* (Larena *et al.*, 2005), hongos antagonistas como *Trichothecium roseum* (Moreira y May-de Mio, 2007), *Trichoderma harzianum* y *T. viride* (Mitidieri *et al.*, 2011), así como el uso de extractos derivados de plantas, como *Brassica carinata* (Martini y Mari, 2014). Esto ilustra la gama de opciones disponibles, las cuales, de concretarse en productos comerciales, podrían incorporarse a los esquemas de control de la enfermedad. Por el momento, la escasa disponibilidad de productos de esta naturaleza en el mercado, explica, en parte, el por qué los productores los desconocen y por el momento, limita su uso como alternativas al uso constante de fungicidas.

De lo antes expuesto, se deduce que los productores, sí realizan diferentes prácticas de control (cultural, mecánico, químico, genético) de la enfermedad, lo cual es conveniente, como lo señalan Gort y Marín (2011), Rungjindamai *et al.* (2014) y Usall *et al.* (2010). Sin embargo, para poder controlar al patógeno de manera satisfactoria, varias de ellas, requieren un uso más amplio o bien, ajustes, además de su complementación con otras prácticas, como una mayor incorporación de materiales resistentes a pudrición café y en su momento, el empleo de productos de origen biológico que mermen el impacto provocado por la enfermedad. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis planteada en la presente investigación.

Recapitulación

La enfermedad de la pudrición café, representa un factor limitante importante para la producción de durazno en la Sierra Nevada de Puebla, el cual, es reconocido por los agricultores que lo cultivan. Consecuencia de ello, cerca de 60%, realiza varias prácticas que pueden ayudar a tener cierto control de la enfermedad, como fertilización, deshierbes, control de plagas, podas sanitarias, eliminación de fuentes de inóculo, selección y clasificación de frutos, limpieza de instrumentos, aplicación de fungicidas y en algunos casos, uso de variedades mejoradas. No obstante, para que realmente sean efectivas como medidas para prevenir y evitar la propagación de la enfermedad, en algunos casos, se requiere promover un uso más extendido de las mismas y en otros, hacer diversas adecuaciones. Así, en cuanto al aporte de nutrientes, actividades que todos realizan, es recomendable se apege

a un programa de fertilización mineral u orgánica, balanceado y oportuno. Los deshierbes, por su parte, representan una actividad a mantener. Con respecto al control de plagas, es necesario que sea una práctica más extendida, la cual, con el apoyo de monitoreos, tenga un carácter más preventivo que curativo e incluya la diversificación de los ingredientes activos empleados. Con relación a las podas sanitarias y la eliminación de fuentes de inóculo, se debe fomentar que sean prácticas de uso común y que lleven asociada, la disposición adecuada del material (quema o enterrado). Igualmente, en el caso de las prácticas de selección y clasificación de frutos, así como la limpieza de instrumentos, es conveniente propiciar su uso generalizado. En aquellos casos en los que se requiera recurrir al uso de fungicidas, debe promoverse el empleo de los productos correctos, en las dosis y frecuencia recomendadas, con un programa de aplicaciones preventivas, el cual incluya la rotación de ingredientes activos. Por último, en cuanto al control genético, el uso de materiales mejorados, resistentes a la enfermedad, definitivamente ayudaría a disminuir las pérdidas y complementaría adecuadamente, las enumeradas anteriormente.

Además de lo anterior, el fortalecer los conocimientos de los productores de durazno en aspectos tales como el reconocimiento de la enfermedad y su control en etapas tempranas, así como en los aspectos previamente señalados, contribuirá a un mejor manejo de la enfermedad. Por tal motivo, las acciones de capacitación, en las cuales se les provea de conocimientos y técnicas, representan un elemento fundamental. Otro aspecto central, es el de concientizar a los agricultores que no emprenden acciones de manejo de la enfermedad, acerca de la trascendencia de ponerlas en práctica.

Diversos autores (Abang *et al.*, 2014; Mudde *et al.*, 2017; Uwamahoro *et al.*, 2018) han resaltado, las ventajas de que los agricultores, aumenten sus conocimientos técnicos en el manejo fitosanitario de los cultivos, ya que ello, genera múltiples beneficios como son la disminución de la severidad de la enfermedad (gracias al emprendimiento de acciones correctas), la atenuación de la propagación de la misma, la disminución de sus pérdidas de cosecha y consecuentemente, el aumento de sus ingresos.

Finalmente, cabe mencionar que el fomentar el empleo de las prácticas enumeradas, las cuales representan diferentes opciones de control, así como de otras que sean económicamente aceptables, ambientalmente sostenibles y saludables para el ser humano, permitirá avanzar hacia un esquema de manejo integrado, el cual, podría extenderse hacia otros problemas fitosanitarios.

CONCLUSIONES

Los productores de durazno de la Sierra Nevada de Puebla, efectúan diferentes prácticas para el manejo de pudrición café; sin embargo, son insuficientes y en algunos casos, no del todo apropiadas, para un control adecuado de la enfermedad. Para un control eficaz de la misma, se requiere fortalecer el conocimiento de los agricultores, sobre la importancia del manejo de la enfermedad, así como de las causas y progresión de la misma e incorporar mejoras en las prácticas que realizan, considerando las opciones de control cultural, mecánico, químico, genético y biológico aplicables, a través de un enfoque de Manejo Integrado de Plagas.

Esta investigación, denota la importancia que tiene la pudrición café en la región, así como la urgencia, en la búsqueda de nuevas y mejores alternativas para su control.

AGRADECIMIENTOS

A cada uno de los productores de durazno de las localidades donde se condujo el estudio, que amablemente aceptaron responder el cuestionario diseñado para la investigación. A los informantes clave y regidores de Agricultura de cada municipio, por su apoyo en la localización de los productores. Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla, por su apoyo en la facilitación del listado de productores de durazno. Al Colegio de Postgraduados, por el apoyo económico brindado para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- Abang AF, Kouamé CM, Abang M, Hanna R, Fotso AK. 2014. Assessing vegetable farmer knowledge of diseases and insect pests of vegetable and management practices under tropical conditions. *International Journal of Vegetable Science*, 20. 240-253. <https://doi.org/10.1080/19315260.2013.800625>
- Adaskaveg JE, Förster H. 2002. New detection and management practices for brown rot of peach in California. *Acta Horticulturae*, 592:637-643. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.592.87>
- Aiello D, Restuccia C, Stefani E, Vitale A, Cirvilleri G. 2019. Postharvest biocontrol ability of *Pseudomonas synxantha* against *Monilinia fructicola* and *Monilinia fructigena* on stone fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 149. 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.11.020>
- Amiri A, Brannen PM, Schnabel G. 2010. Reduced sensitivity in *Monilinia fructicola* field isolates from South Carolina and Georgia to respiration inhibitor fungicides. *Plant Disease*, 94:737-743. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-6-0737>
- Barzman M, Bàrberi P, Birch ANE, Boonekamp P, Dachbrodt-Saaydeh S, Graf B, Hommel B, Jensen JE, Kiss J, Kusdsk P, Lamichhane JR, Messéan A, Moonen AC, Ratnadass A, Ricci P, Sarah JL, Sattin M. 2015. Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35. 1199-1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>
- Busi R, Vila-Aiub MM, Beckie HJ, Gaines TA, Goggin DE, Kaundun SS, Lacoste M, Neve P, Nissen SJ, Norsworthy JK, Renton M, Shaner DL, Tranel PJ, Wright T, Yu Q, Powles SB. 2013. Herbicide resistant weeds: from research and knowledge to future needs. *Evolutionary Applications*, 6. 1218-1221. <https://doi.org/10.1111/eva.12098>
- Calderón-Zavala G, Rodríguez-Alcázar J, de la Cruz Espíndola-Barquera M, García-Ávila A. 2019. Variedades mejoradas de durazno (*Prunus persica* L.). *Agroproductividad*, 12. 81-84. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i9.1492>
- Chen SN, Shang Y, Wang Y, Schnabel G, Lin Y, Yin LF, Luo CX. 2014. Sensitivity of *Monilinia fructicola* from peach farms in China to four fungicides and characterization of isolates resistant to carbendazim and azoxystrobin. *Plant Disease*, 98. 1555-1560. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-13-1145-RE>
- Dini M, Raseira M, Scariotto S, Marchi PM, Mello-Farias P. 2021. Peach phenological characters: heritability, maternal effect and correlation with brown rot. *Genetics and Molecular Research*. 20. 1-12. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1129827>
- Dini M, Raseira MdoCB, Scariotto S, Carpenedo S, Ueno B. 2022. Peach and nectarine susceptibility to brown rot and protocol optimization to evaluate *Monilinia fructicola* sporulation. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 4. e55850. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v44i1.55850>
- Emery KM, Michailides TJ, Scherm H. 2000. Incidence of latent infection of immature peach fruit by *Monilinia fructicola* and relationship to brown rot in Georgia. *Plant Disease*, 84. 853-857. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.8.853>
- Fernández MR, Pérez S, Mondragón C. 2010. Guía para cultivar duraznero en Tlaxcala. Folleto Técnico No. 41. INIFAP. Tlaxcala, México. https://www.academia.edu/40410447/CENTRO_DE_INVESTIGACION_REGIONAL_CENTRO_INIFAP_TLAXCALA_CENTRO_DE_INVESTIGACION_REGIONAL_CENTRO_INIFAP_TLAXCALA
- FRAC (Fungicide Resistance Action Committee). 2024. Background information on benzimidazoles. <https://www.frac.info/frac-teams/expert-fora/benzimidazoles/information>
- Gabilondo J, Budde C. 2014. Prácticas de manejo poscosecha que reducen la incidencia de podredumbre

- morena. In: Manejo de la podredumbre Morena (*Monilinia fructicola* y *M. laxa*) en huertos frutales de Uruguay, Chile, Bolivia, Brasil y Argentina. Mitidieri M y Castillo JA (eds). CYTED/RedFruT-san. Argentina. https://www.researchgate.net/publication/277721033_Manejo_de_la_Podredumbre_Morena_Monilinia_fructicola_y_M_laxa_en_huertos_frutales_de_Uruguay_Chile_Bolivia_Brasil_y_Argentina. pp: 35-42.
- García-Figueroa G, Parra-Inzunza F, Escobedo-Castillo JF, Peña-Olvera B, Gutiérrez-Rangel N, Sagarraga-Villegas M. 2013. Rentabilidad del cultivo de durazno en cuatro municipios del estado de Puebla, México. *Agraria*, 10. 71-78. [https://www.redinnovagro.in/docs/Revista_Agraria_vol\(10\)_No\(2\).pdf](https://www.redinnovagro.in/docs/Revista_Agraria_vol(10)_No(2).pdf).
- Gell I, De Cal A, Torres R, Usall J, Melgarejo P. 2008. Relationship between the incidence of latent infections caused by *Monilinia* spp. and the incidence of brown rot of peach fruit: factors affecting latent infection. *European Journal of Plant Pathology*, 121. 487-498. <https://doi.org/10.1007/s10658-008-9268-3>.
- Gort JA, Marín JP. 2011. La podredumbre parda del melocotonero, ¿cuarentena o enfermedad común? *Vida Rural*, 323. 36-42. <https://repositori.udl.cat/items/9a2e7b7f-5513-4cad-90c1-e40bf80064a2>.
- Hashemi SM, Damalas CA. 2010. Farmers' perceptions of pesticide efficacy: reflections on the importance of pest management practices adoption. *Sustainable Agriculture* 35. 69-85. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.530511>.
- Holb IJ. 2008. Brown rot blossom blight of pome and stone fruits: symptom, disease cycle, host resistance, and biological control. *International Journal of Horticultural Science*, 14. 15-21. <https://doi.org/10.31421/IJHS/14/3/796>.
- Holmes R, Kreidl S, Villalta O, Gouk C. 2011. Through chain approach for managing brown rot in summer fruit and canning fruit. Project Code MT08039. Biosciences Research Division, Department of Primary Industries, Victoria, Australia. https://www.hin.com.au/__data/assets/pdf_file/0017/5066/Brown-Rot-Combined-sml.pdf
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2010. Puebla. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825293109>.
- Iqbal S, Abbas A, Mubeen I, Sathish M, Razaq Z, Mubeen M, Sathish M, Razaq Z, Mubben M, Kamran M, Haroon M, Syed SA, Naqvi SAH, Ahmed, MA. 2022. Taxonomy, distribution, epidemiology, disease cycle and management of brown rot disease of peach (*Monilinia* spp.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50. 12630-12630. <https://doi.org/10.15835/nbha50112630>.
- Ji ZL, Peng S, Zhu W, Dong JP, Zhu F. 2020. Induced resistance in nectarine fruit by *Bacillus licheniformis* W10 for the control of brown rot caused by *Monilinia fructicola*. *Food Microbiology*, 92:103558. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103558>.
- Keske C, Amorim L, May-De Mío LL. 2011. Peach brown rot incidence related to pathogen infection at different stages of fruit development in an organic peach production system. *Crop Protection*, 30. 802-806. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.03.005>.
- Kogan M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43. 243-270. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.243>.
- Larena I, Torres R, De Cal A, Liñán M, Melgarejo P, Domenichini, P, Bellini A, Mandrin JF, Lichou J, Usall, J. 2005. Biological control of postharvest brown rot (*Monilinia* spp.) of peaches by field applications of *Epicoccum nigrum*. *Biological Control*, 32. 305-310. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.10.010>.
- Li H, Yu T. 2001. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81. 269-274. [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(20010115\)81:2<269::AID-JSFA806>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1097-0010(20010115)81:2<269::AID-JSFA806>3.0.CO;2-F).
- Luo CX, Schnabel G, Hu M, De Cal A. 2022. Global distribution and management of peach diseases. *Phytopathology Research*, 4. 1-15. <https://doi.org/10.1186/s42483-022-00134-0>.
- Luo CX. 2017. Advances and prospects on researches of brown rot disease on fruits. *Acta Psychopathologica Sinica*, 47. 145-153. <https://doi.org/10.13926/j.cnki.apps.000015>.
- Ma Z, Yoshimura MA, Holtz BA, Michailides TJ. 2005. Characterization and PCR-based detection of benzimidazole-resistant isolates of *Monilinia laxa* in California. *Pest Management Science*, 61. 449-457. <https://doi.org/10.1002/ps.982>.
- Martini C, Mari M. 2014. *Monilinia fructicola*, *Monilinia laxa* (Monilinia rot, brown rot). In: Postharvest decay. Bautista-Baños S (ed). Academic Press. Massachusetts, USA. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-07916-1>. pp: 233-265.
- McLaren GF, Fraser JA, Lynch DG. 1996. An evaluation of sulphur for brown rot control in Central Otago

- stone fruit. Proceedings of the New Zealand Plant Protection Conference, 49. 32-36. <https://doi.org/10.30843/nzpp.1996.49.11406>.
- Mendoza R, de los Ríos I, Hernández E, Regalado J, Parra F. 2011. Modelo de desarrollo local para el sector rural: Aplicación a un estudio de caso en Puebla, México. Actas del XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Huesca, España, 6 al 8 de junio de 2011. Asociación Española de Ingeniería de Proyectos. España. http://dspace.aeipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1470/CIIP11_1596_1606.pdf?sequence=1. pp: 1596-1606.
- Mendoza-Robles R, Hernández-Romero E. 2019. Producción de durazno (*Prunus persica* L.) en Puebla, México. Agroproductividad, 12. 87-88. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i9.1495>
- Mitidieri M, Barbieri M, Brambilla V, Peralta R, Piris E, Piris M, Celié R, Arpía E, Verón R. 2011. Evaluación de dos cepas comerciales de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* como biocontroladores de *Monilinia fructicola* en la zona de San Pedro. In: Libro de Resúmenes. 2do Congreso Argentino de Fitopatología, Mar del Plata, Buenos Aires, 2011. 315 p.
- Mondino P. 2014. Sintomatología etiología, características epidemiológicas de la enfermedad. In: Manejo de la podredumbre Morena (*Monilinia fructicola* y *M. laxa*) en huertos frutales de Uruguay, Chile, Bolivia, Brasil y Argentina. Mitidieri M y Castillo JA (eds). CYTED/Red Frut-San. Argentina. https://www.researchgate.net/publication/277721033_Manejo_de_la_Podredumbre_Morena_Monilinia_fructicola_y_M_laxa_en_huertos_frutales_de_Uruguay_Chile_Bolivia_Brasil_y_Argentina/link/557221c008aeb6d8c017374e/download. pp: 35-42.
- Moreira LM, May de Mio LL. 2007. Crescimento micelial de *Monilinia fructicola* e *Trichothecium roseum* em diferentes temperaturas e sensibilidade do antagonista a fungicidas e fosfitos. Scientia Agraria, 8. 337-341. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99516570017>.
- Mudde B, M'mogi FO, Miano DW, Asea G, Kilalo DC, Adriko J, Kiggundu A. 2017. Farmer knowledge, perceptions and management of maize lethal necrosis disease in selected agro-ecological zones of Uganda. African Journal of Rural Development, 2. 247-261. <https://ageconsearch.umn.edu/record/262842/>.
- Obi VI, Barriuso JJ, Gogorcena Y. 2018. Peach brown rot: still in search of an ideal management option. Agriculture, 8. 125. <https://doi.org/10.3390/agriculture8080125>.
- Owen MDK, Beckie HJ, Leeson JY, Norsworthy JK, Steckel LE. 2014. Integrated pest management and weed management in the United States and Canada. Pest Management Science, 71. 357-376. <https://doi.org/10.1002/ps.3928>.
- Palwasha, Din SU, Fahim M. 2022. Significance and implications of farming practices, knowledge and methods of disease management in developing countries: A case study of peach farmers in Pakistan. Sarhad Journal of Agriculture, 38. 595-610. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2022/38.2.595.610>.
- Pavanello EP, Brackmann A, Thewes FR, Both V, dos Santos JRA, Schorr MRW. 2015. Eficiência de fungicidas no controle da podridão parda do pessegueiro e sua relação com parâmetros fisiológicos dos frutos. Semina: Ciências Agrárias, 36. 67-76. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n1p67>.
- Penrose LJ. 1990. Prolonged field persistence of resistance to benomyl in *Monilinia fructicola*. Crop Protection, 9. 190-192. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(90\)90162-Z](https://doi.org/10.1016/0261-2194(90)90162-Z).
- Prusky D. 1996. Pathogen quiescence in postharvest diseases. Annual Review of Phytopathology 34. 413-434. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.34.1.413>.
- Rivas P. 2015. Propuesta de innovación tecnológica del manejo fitosanitario de durazno para productores de temporal de Tlaxcala. In: Desarrollo y Tecnología. Aportaciones a los problemas de la sociedad. Santiago C, Ayala AV y Almaguer Vargas G (eds). Plaza y Valdés Editores. Distrito Federal, México. https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth-Acosta-2/publication/280114658_Sistema_Agroforestal_establecido_en_suelos_del_Distrito_de_Riego_028_Tulancingo_Hidalgo/links/55aaf4e208ae815a04279460/Sistema-Agroforestal-establecido-en-suelos-del-Distrito-de-Riego-028-Tulancingo-Hidalgo.pdf#page=316. pp: 315-344.
- Rodríguez J, Carrillo O, Elías RD. 2008. Nuevas variedades de durazno para el subtropico de México. Agro Productividad, 1. 8-10. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/611>.
- Rungjindamai N, Jeffries P, Xu XM. 2014. Epidemiology and management of brown rot on stone fruit caused by *Monilinia laxa*. European Journal of Plant Pathology, 140. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0452-3>.
- SAS Institute Inc. (2012-2020). SAS® OnDemand for Academics. Cary, NC, USA. https://www.sas.com/en_us/software/on-demand-for-academics.html.

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2022. Anuario estadístico de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Singh R, Mangat NS. 1996. Elements of Survey Sampling. First Edition. Springer Science & Business Media, Netherlands. 390 p.
- Stenberg JA. 2017. A conceptual framework for integrated pest management. Trends in Plant Science, 22. 759-769. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.06.010>.
- Usall J, De Cal A, Casals C, Peris M, Segarra J, Viñas I. 2010. Control de la podredumbre parda en melocotones y nectarinas del Valle del Ebro. Vida Rural, 302:54-57. <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/ffc7c97a-90c0-48f9-9ebe-1760b2b93234/content>.
- USDA-ARS (United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service). 2018. A national road map for integrated pest management. <https://www.ars.usda.gov/ARSPUserFiles/OPMP/IPM%20Road%20Map%20FINAL.pdf>.
- Uwamahoro F, Berlin A, Bucagu C, Bylund H, Yuen J. 2018. Potato bacterial wilt in Rwanda: occurrence, risk factors, farmers' knowledge and attitudes. Food Security, 10. 1221-1235. <https://doi.org/10.1007/s12571-018-0834-z>.
- Villarino M, Melgarejo P, Usall J, Segarra J, de Cal A. 2010. Primary inoculum sources of *Monilinia* spp. in Spanish peach orchards and their relative importance in brown rot. Plant Disease, 94. 1048-1054. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-8-1048>.
- Zaccagnini ME, Canavelli S. 1998. El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Su aplicación a la resolución de problemas con aves perjudiciales a la agricultura. In: Manual de Capacitación sobre Manejo Integrado de Aves Perjudiciales a la Agricultura. Rodríguez EN y Zaccagnini ME (eds). FAO. Uruguay-Argentina, 1998. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/Manual_de_capacitacion_sobre_manejo_integrado_de_aves_perjudiciales_a_la_agricultura.pdf.
- Zegbe JA, Mena J, Rumayor AF, Reveles LR y Medina G. 2005. Prácticas culturales para producir durazno criollo en Zacatecas. Publicación Especial No. 15. INIFAP. Zacatecas, México. <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/PracticasDurazno2005.pdf>. pp: 15-30.
- Zehr EI. 1982. Control of brown rot in peach orchards. Plant Disease, 66:1101-1105. https://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1982Articles/PlantDisease66n12_1101.PDF.
- Zehr EI, Toler JE, Luszcz LA. 1991. Spread and persistence of benomyl-resistant *Monilinia fructicola* in South Carolina peach orchards. Plant Disease, 75:590-593. <https://doi.org/10.1094/PD-75-0590>.
- Zhou T, Schneider KE, Li XZ. 2008. Development of biocontrol agents from food microbial isolates for controlling post-harvest peach brown rot caused by *Monilinia fructicola*. International Journal of Food Microbiology, 126:180-185. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.05.020>.