



## Percepción y manejo de la muerte descendente de mango (*Mangifera indica* L.) en Actopan, Veracruz, México\*

### Perception and management of mango (*Mangifera indica* L.) dieback in Actopan, Veracruz, Mexico

Juan Carlos Noa-Carrazana<sup>1</sup>, Norma Flores-Estévez<sup>1</sup>, Felipe Roberto Flores-de la Rosa<sup>2</sup>, Luis Guillermo Hernández-Montiel<sup>3</sup>, Liliana Eunice Saucedo-Picazo<sup>4</sup>

\* Recepción: 3 de septiembre, 2024. Aceptación: 12 de noviembre, 2024. El trabajo fue parte de la tesis doctoral “Muerte descendente en árboles de mango en Veracruz, México: Interacción *in vitro*, coinfección, expresión de genes de defensa, percepción y manejo de la enfermedad” de la autora para la correspondencia. Doctorado en Ciencias en Ecología y Biotecnología, financiado por el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA) de la Universidad Veracruzana (UV) y por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), México, a través de una beca de manutención.

<sup>1</sup> Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. [nflores@uv.mx](mailto:nflores@uv.mx) (<https://orcid.org/0000-0003-0257-2806>). [jnoa@uv.mx](mailto:jnoa@uv.mx) (<https://orcid.org/0000-0001-8126-8954>).

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco (CE-Ixtacuaco). Veracruz, México. [flores.felipe@inifap.gob.mx](mailto:flores.felipe@inifap.gob.mx) (<https://orcid.org/0000-0002-1435-936X>).

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur, México. [lhernandez@cibnor.mx](mailto:lhernandez@cibnor.mx) (<https://orcid.org/0000-0002-8236-1074>).

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRSE, Campo Experimental Edzná (CE-Edzná). Campeche, México. [saucedo.liliana@inifap.gob.mx](mailto:saucedo.liliana@inifap.gob.mx) (autor para la correspondencia; <https://orcid.org/0009-0002-5840-1328>).

## Resumen

**Introducción.** La muerte descendente es una grave enfermedad reportada en las regiones productoras de mango en México; sin embargo, no existe información sobre la percepción y el manejo que los productores de mango tienen respecto a esta enfermedad. **Objetivo.** Conocer la percepción de los productores de mango del municipio de Actopan, Veracruz, México con respecto a la muerte descendente, el tipo de manejo que implementan, describir sus aspectos socioeconómicos y productivos. **Materiales y métodos.** La investigación se realizó en el municipio de Actopan, Veracruz, México en los años 2021-2022. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas con 45 preguntas a productores de mango. Se abordaron la caracterización socioeconómica de los productores, el manejo de la parcela, las enfermedades recurrentes, percepción y el manejo de la muerte descendente. Los datos obtenidos se analizaron mediante diversas herramientas estadísticas multivariadas y descriptivas. **Resultados.** La mayoría de los productores eran hombres (94 %) con un amplio rango de edad, donde predominaban los adultos mayores y adultos jóvenes. El análisis de conglomerados permitió identificar tres grupos distintos de productores: pequeños (PPM, 56 %), medianos (MPM, 16 %) y grandes (GPM, 28 %) productores de mango, cada uno con características específicas en cuanto a superficie de cultivo, manejo agronómico y rendimiento ( $M = 8,54 \pm 3,75$  t/ha). La muerte descendente fue reconocida por todos los productores encuestados; los principales síntomas asociados con la enfermedad son: gomosis, pudrición de ramas y tronco. Solo el 18,75 % de los productores implementa algún tipo de manejo o control específico a través de fungicidas químicos y minerales. **Conclusiones.** Para los productores de mango de Actopan, Veracruz, la muerte



descendente es una enfermedad de alta importancia en el cultivo; realizan algunas estrategias básicas de manejo; no obstante, estas no han sido eficientes, lo que motiva el interés en desarrollar nuevas y mejores herramientas de control.

**Palabras clave:** enfermedades de las plantas, hongos patógenos, pudrición, gomosis.

## Abstract

**Introduction.** Dieback is a serious disease reported in mango-producing regions of Mexico; however, there is no information on the perception and management of this disease by mango producers. **Objective.** To assess the perception of mango producers in the municipality of Actopan, Veracruz, Mexico regarding dieback disease, to evaluate the management practices they implement, and to describe their socioeconomic and production characteristics. **Materials and methods.** The research was conducted in the municipality of Actopan, Veracruz, Mexico in the years 2021–2022. Semi-structured interviews with 45 questions were applied to mango producers. The socioeconomic characterization of the producers, plot management, recurrent diseases, and the perception and management of mango dieback were addressed. The data obtained from the surveys were analyzed using various multivariate and descriptive statistical tools. **Results.** The majority of the producers were men (94 %) with a wide age range, predominantly older adults and young adults. A cluster analysis identified three distinct groups of producers: small (SPM, 56 %), medium (MPM, 16 %), and large (LPM, 28 %) mango producers, each with specific characteristics regarding cultivated area, agronomic management, and yield ( $M = 8,54 \pm 3,75$  t/ha). The mango dieback was widely recognized by all surveyed producers; the main symptoms associated with the disease: gummosis, branch rot, and trunk rot. Only 18.75 % of the producers implement some type of specific management or control of mango dieback, mainly through chemical and mineral fungicides. **Conclusions.** For mango producers in Actopan, Veracruz, dieback is a highly important disease in their cultivation. They carry out some basic management strategies; however, these have not been efficient, which has led to an interest in the development of new and better control tools.

**Keywords:** plant diseases, pathogenic fungi, rot, gummosis.

## Introducción

*Mangifera indica* (L.), de la familia Anacardiaceae, es un árbol originario de la India, introducido en México a principios del siglo XX con plantas provenientes de Filipinas a través del Pacífico. En México, el cultivo de mango es uno de los frutales tropicales de mayor importancia económica por su mercado nacional e internacional, ubicándose como el principal exportador a nivel mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2022). Debido a las condiciones tropicales en que se desarrolla, las enfermedades fúngicas son un problema latente en el cultivo de mango, las cuales afectan el desarrollo del árbol durante todas sus etapas fenológicas (Dofuor et al., 2023; Rodríguez-Gálvez et al., 2017; Shu et al., 2020).

La muerte descendente (MD) es una enfermedad fúngica importante en diversos países productores de mango, lo que genera pérdidas económicas por los daños causados en árboles y frutos (Rodríguez-Gálvez et al., 2017). Los síntomas característicos de la enfermedad son la gomosis, pudrición de ramas y tronco, declive y amarillamiento de hojas. Los hongos de la familia Botryosphaeriaceae son los principales causantes de esta enfermedad (Li et al., 2021; Sharma et al., 2024).

La familia Botryosphaeriaceae se reportó en el cultivo de mango en México por primera vez en 1995. Las especies *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., *L. pseudotheobromae* A.J.L.Phillips, A.Alves & Crous y *Neofusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A.J.L.Phillips han sido identificadas como agentes causales de la enfermedad de la muerte descendente (Sandoval-Sánchez et al., 2013; Saucedo-Picazo et al., 2022). Se ha encontrado que las diversas especies causantes de la MD pueden infectar a los árboles en forma de complejos o en forma individual. Estas especies que afectan al árbol de mango se encuentran en el suelo y se dispersan hacia el dosel a través de la lluvia y viento, por medio de heridas naturales o mecánicas (Tennakoon et al., 2016).

Aunque se han diseñado diversos tipos de estrategias de control de esta enfermedad, tener un buen manejo en las parcelas es una prioridad para minimizar el impacto (Saeed et al., 2017). En el sector agrícola, el 85 % de los productores utilizan tecnologías obsoletas en temas de sanidad y prácticas de manejo (Comité Nacional Sistema Producto Mango, 2012). Esto podría generar un efecto directo en el control de la muerte descendente en el cultivo de mango.

El aumento en la incidencia y severidad de la muerte descendente está relacionado con un mal manejo de los árboles y de las heridas durante las podas realizadas en época de lluvias, cuando la mayor humedad estimula la germinación de esporas de los hongos (Sosnowski et al., 2023; Úrbez-Torres et al., 2010). Se ha encontrado que en los restos de ramas puede conservarse el inoculo activo, lo que puede infectar a nuevos árboles (Elena & Luque, 2016). En la búsqueda de opciones para controlar la enfermedad, se han realizado pruebas *in vitro* utilizando fungicidas químicos, como el difenoconazol carboxamidas y la mezcla de difenoconazol-ciflufenamida. En los ensayos *in vivo*, la combinación de difenoconazol-ciflufenamida ha mostrado los mejores resultados (Saeed et al., 2017). Una posible alternativa es la siembra de variedades resistentes a la enfermedad; no obstante, existen pocos estudios que aborden trabajos de mejoramiento genético para la especie (Coelho et al., 2020).

Dado que la muerte descendente en mango ha sido reportada en diversas partes de México (Sandoval-Sánchez et al., 2013; Saucedo-Picazo et al., 2022) y ha ejercido un impacto significativo en las zonas productoras, hasta donde tenemos conocimiento, no existen trabajos de investigación que aborden la parte socioeconómica y la percepción de los productores respecto a la enfermedad, ni el efecto de la disminución de la producción en las parcelas. Como consecuencia, el objetivo de esta investigación fue conocer la percepción de los productores de mango del municipio de Actopan, Veracruz, México con respecto a la muerte descendente, el tipo de manejo que implementan, describir sus aspectos socioeconómicos y productivos.

## Materiales y métodos

### Sitio de estudio

La colecta de datos se realizó en Actopan, Veracruz, el cual se posiciona como el principal municipio productor de mango en el estado (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2023) y donde en estudios previos se ha reportado la presencia de la enfermedad (Saucedo-Picazo et al., 2022). Se convocó a productores donde se aplicaron entrevistas semiestructuradas presenciales a productores de mango durante 2021 y 2022. Este enfoque permitió obtener información detallada sobre el impacto de la muerte descendente en el cultivo de mango y los desafíos enfrentados por los productores sobre la muerte descendente en la región.

### Selección de productores

Para determinar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula de Sierra Bravo (2001) para poblaciones finitas (ecuación 1). N se seleccionó a través del padrón del Sistema Producto Mango de Veracruz (500 productores), y

considerando el número de productores activos en ambos municipios. Para determinar  $n$  se utilizó la fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad \text{ecuación 1}$$

Donde:  $N$  = tamaño de la población = 500 productores;  $Z_{\alpha}$  = nivel de confianza = 1,962 (95 % de confianza);  $p$  = proporción esperada 0,05;  $q$  = probabilidad de fracaso =  $1 - p$  (en este caso  $1 - 0,05$ ) = 0,95;  $d$  = precisión = 0.05.

### Diseño de instrumento y recopilación de datos

Las entrevistas fueron diseñadas con 45 preguntas divididas en seis secciones: (1) caracterización socioeconómica de los productores, (2) caracterización de cultivo, (3) manejo de la parcela, (4) enfermedades recurrentes detectadas por el productor, (5) estado de la muerte descendente, y (6) manejo de la muerte descendente. Estas entrevistas se realizaron cara a cara con los productores, permitiendo una interacción directa y detallada. La estructura de la entrevista estaba diseñada para capturar datos cuantitativos y cualitativos.

### Análisis de datos

Los datos de los cuestionarios se capturaron en el software Microsoft Office Excel® 2019. Las variables derivadas de las encuestas se clasificaron como cuantitativas continuas, cualitativas nominales y binomiales. Las variables continuas se estandarizaron y se sometieron a un análisis de conglomerados mediante UPGMA para identificar grupos homogéneos de productores. Se realizó un análisis de Componentes Principales para identificar las variables que más contribuyen a la variación total, seguido de un análisis estadístico descriptivo de dichas variables. Los análisis de estadística multivariada se realizaron en el programa PAST4.

## Resultados

### Caracterización socioeconómica de productores de mango

El cálculo del tamaño de muestra determinó que para obtener análisis representativo de los productores de mango de Actopan, Veracruz, México al menos 54 productores debían ser entrevistados. Los resultados de la sección de datos socioeconómicos de las entrevistas mostraron que, de los 54 productores entrevistados, 51 fueron hombres y 3 mujeres. El rango de edad fue de 46 a 80 años donde el 36,73 % fueron adultos mayores (66-80 años), el 38,77 % adultos (56-65 años) y el 26,53 % adultos jóvenes (46-55 años).

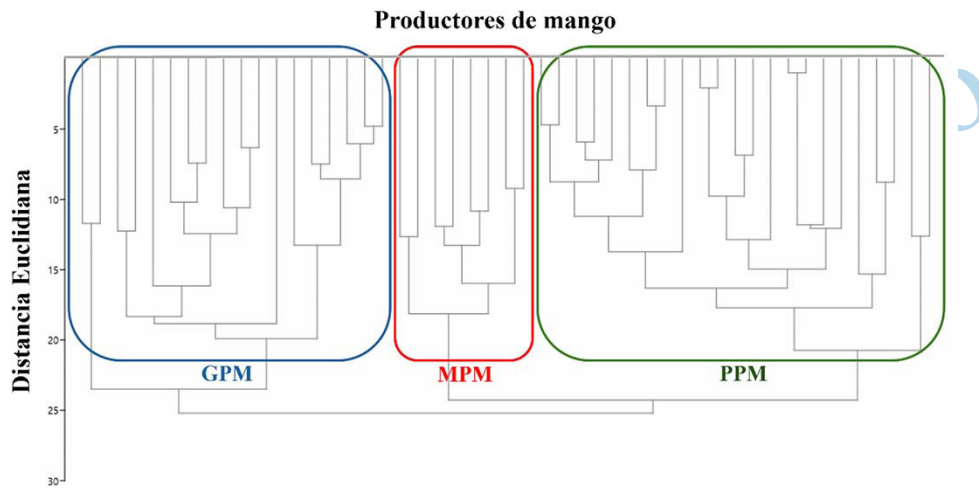
Los niveles de escolaridad observados se distribuyeron de la siguiente manera: primaria (55,10 %), secundaria (12,24 %), bachillerato (12,24 %), universidad (10,20 %), carrera técnica (6,12 %) y sin educación (4,10 %). La principal fuente de trabajo e ingresos (85,10 %) de los productores de la zona es la venta anual de mango, mientras que un menor porcentaje (14,90 %) tienen trabajos fijos no relacionados con la producción de este cultivo. De todos los productores entrevistados, el 90 % son propietarios de sus parcelas y el 10 % las renta. Además, el 78 % posee terrenos ejidales (propiedad social agraria), mientras que el 22 % tiene propiedad privada.

En cuanto al volumen de producción, la mayoría de los agricultores (84 %) cuantifican el volumen total, mientras que una minoría (16 %) no lo hace, ya que venden toda su cosecha a intermediarios por un precio que consideran justo. Sin embargo, no se pudo realizar una comparación entre el precio de la fruta de ambos grupos. Entre los productores que cuantifican el volumen total de mango, el rendimiento anual promedio oscila entre 2 y 14

t/ha ( $M = 8,54 \pm 3,75$ ). La producción total de mango Manila en Veracruz se destina al mercado nacional debido a sus limitaciones, como su alta susceptibilidad a patógenos y corta vida de anaquel.

### Tipología de productores

Las respuestas de los productores al cuestionario, especialmente las cuantitativas, permitieron la formación de tres grupos conglomerados (Figura 1), que por la similitud de las características se denominaron GPM (Grandes Productores de Mango, 28 %), MPM (Medianos Productores de Mango, 16 %) y PPM (Pequeños Productores de Mango, 56 %). Los Componentes Principales están conformados por las diez variables (Cuadro 1), donde también se presentan los promedios de las variables socioeconómicas y productivas de los tres grupos identificados en el análisis antes mencionado de los tres grupos identificados mediante la metodología de agrupación jerárquica aglomerada.



**Figura 1.** Dendrograma de los grupos de productores identificados de mango Manila de Actopan, Veracruz, México 2021-2022.

GPM: Grandes productores de mango, MPM: Medianos productores de mango, PPM: Pequeños productores de mango.

**Figure 1.** Dendrogram of the identified Manila mango producer groups in Actopan, Veracruz, Mexico 2021-2022.

GPM: Large mango producers, MPM: Medium mango producers, PPM: Small mango producers.

El grupo GPM estuvo compuesto de 18 productores, en su mayoría hombres adultos ( $52,29 \pm 4,56$  años), con un promedio de 1,43 parcelas de mango por productor. Todos tienen plantaciones con árboles de edad diversa que ronda entre los 10 a 40 años, y una altura de  $13,43 \pm 5,41$ . Es el grupo que tiene mayor rendimiento anual en comparación con los otros grupos, lo cual puede estar relacionado con la aplicación de un mayor número de fertilizaciones al año. Este es el grupo que menos realiza actividades de barbechos, aclareo y poda en comparación a los otros grupos.

MMP fue el grupo más pequeño, compuesto por ocho productores, la mayoría de los cuales eran mayores (80 %). Poseían de 1 a 3 parcelas por productor, con una superficie en promedio de  $1,38 \pm 0,70$ . Al igual que el grupo GPM, contaban con parcelas con árboles de edad avanzada y altura entre 8 y 20 m. El rendimiento promedio fue

**Cuadro 1.** Medias  $\pm$  error estándar de las variables cuantitativas evaluadas. Comparación de los tres grupos de productores: Grandes Productores de Mango (GPM), Medianos Productores de Mango (MPM) y Pequeños Productores de Mango (PPM) identificados por el análisis de conglomerados en Actopan, Veracruz, México 2021-2022.

**Table 1.** Means  $\pm$  Standard Error of the quantitative variables evaluated: Comparison of the Three Groups of Producers: Large Mango Producers (LPM), Medium Mango Producers (MPM), and Small Mango Producers (SMP) identified by Cluster Analysis in Actopan, Veracruz, Mexico 2021-2022.

Variable	GPM	MPM	PPM
Edad	52,29 $\pm$ 4,56	71,00 $\pm$ 5,59	64,78 $\pm$ 7,86
Número de parcelas	1,43 $\pm$ 0,90	1,38 $\pm$ 0,70	1,19 $\pm$ 0,47
Superficie de mango	7,57 $\pm$ 5,33	6,69 $\pm$ 3,13	5,43 $\pm$ 3,70
Altura de los árboles	13,43 $\pm$ 5,41	11,50 $\pm$ 5,29	13,56 $\pm$ 5,52
Edad de los árboles	27,14 $\pm$ 8,60	31,25 $\pm$ 7,81	20,80 $\pm$ 8,81
Rendimiento (t/ha)	9,17 $\pm$ 4,08	7,80 $\pm$ 3,37	8,02 $\pm$ 2,88
Número de Fertilizaciones*	1,62 $\pm$ 1,50	1,14 $\pm$ 0,35	1,00 $\pm$ 0,00
Número de riegos*	5,93 $\pm$ 0,59	5,00 $\pm$ 1,00	5,48 $\pm$ 1,17
Número de aclareos*	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00
Número de barbechos*	1,56 $\pm$ 1,34	2,00 $\pm$ 1,10	2,93 $\pm$ 2,99
Número de podas*	1,14 $\pm$ 0,35	2,00 $\pm$ 0,82	1,14 $\pm$ 0,35

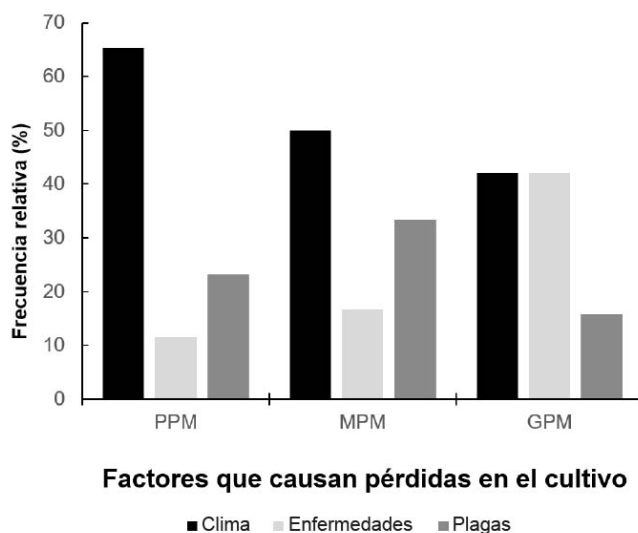
\* Número por año. / \* Number by year.

de 7,80 $\pm$ 3,37 t/ha. El manejo anual de la parcela incluía de 1 a 2 fertilizaciones, un promedio de 5,00 $\pm$ 1,00 riegos por año, y la mitad de los productores realizan una poda anual a los árboles.

El grupo con mayor número de productores, compuesto por 28 integrantes, fue el PPM, que incluía una mezcla de jóvenes adultos (17,86 %), adultos (42,85 %) y adultos mayores (39,29 %). Tienen en promedio 1,38 $\pm$ 0,70 parcelas por productor con una superficie de 1,19 $\pm$ 0,47, y poseían las plantaciones más jóvenes, con un promedio de producción de 8,02 $\pm$ 2,88 t/ha. El grupo PPM realizaba el menor número de fertilizaciones al año, aunque el número de aclareos y podas es similar al grupo GPM.

### Caracterización y manejo del cultivo

Todas las parcelas de los entrevistados cuentan con un sistema de riego rodado en canales, con agua proveniente del río Actopan. Existían algunas parcelas dedicadas en exclusiva a las variedades Manila (68,10 %) y Tommy Atkins (2 %), mientras que otras se encontraban intercaladas con combinaciones de variedades como Manila-Tommy Atkins (17,07 %), Manila-Kent (7,40 %) y Manila-Perla (3,70 %). De los tres grupos, la mayoría de los productores afirmaron que su producción mostraba una tendencia a disminuir en comparación a los cinco años anteriores. El grupo GPM apuntó que los principales factores que habían generado pérdidas en el cultivo son las plagas y enfermedades (57,14 %) mientras que para los grupos MPM y PPM el clima es el principal factor que causaba una disminución de la producción (60-75 %), como los vientos fuertes y las lluvias torrenciales (Figura 2). Lo anterior indicó que el grupo GPM estaba más consciente de la importancia de la fitosanidad en sus parcelas. En cuanto a las prácticas anuales de manejo en las parcelas de mango, se encontró que los productores de los tres grupos aplicaban 95 % de fertilizante inorgánico (NPK) y 5 % de fertilizante orgánico.



**Figura 2.** Principales factores que generan pérdidas en el cultivo de mango Manila de Actopan, Veracruz, México 2021-2022. GPM: Grandes productores de mango, MPM: Medianos productores de mango, PPM: Pequeños productores de mango.

**Figure 2.** Main factors causing losses in Manila mango Cultivation in Actopan, Veracruz, Mexico 2021–2022.

GPM: Large mango producers, MPM: Medium mango producers, PPM: Small mango producers.

La mayoría del grupo GPM realizaba la fertilización en la etapa de posterior a la cosecha (71 %), mientras que en el grupo MPM, la mayoría la realizaba en la etapa de prefloración (75 %). El grupo PPM estaba dividido: el 50 % aplica fertilizante en la etapa de prefloración y el otro 50 % en la etapa de posterior a la cosecha. En relación con las podas, el 50% de los productores encuestados no realizaba esta actividad. Aquellos que sí lo hacían llevan a cabo las podas en la época de lluvias (junio-agosto).

Todos los productores encuestados consideraron las enfermedades importantes en la productividad de sus parcelas, principalmente las fúngicas, como la antracnosis, la cenicilla y la muerte descendente (Cuadro 2). La enfermedad MD fue detectada por los productores de los tres grupos. La segunda enfermedad considerada

**Cuadro 2.** Enfermedades fúngicas identificadas por los productores en las parcelas de mango. Actopan, Veracruz, México 2021-2022.

**Table 2.** Fungal diseases identified by producers in mango orchards. Actopan, Veracruz, Mexico 2021-2022.

Enfermedad	Productores que identifican la enfermedad (%)		
	GPM	MPM	PPM
Muerte descendente	71,43	62,50	60,71
Cáncer	7,14	25,00	7,14
Antracnosis	35,71	12,50	25,00
Fumagina	21,43	0,00	7,14
Cenicilla	42,86	37,50	28,57
Roña	0,00	0,00	7,14

GPM: Grandes productores de mango, MPM: Medianos productores de mango, PPM: Pequeños productores de mango. / GPM: Large mango producers, MPM: Medium mango producers, PPM: Small mango producers.

más importante fue la cenicilla. Para controlar las enfermedades fúngicas, el 30 % de los productores aplicaban productos químicos o minerales. En cuanto a la aplicación de fungicidas, los grupos que más los utilizaban eran el PPM y el GPM (>90 %). Además, en menor proporción, los productores empleaban cal, azufre y cobre durante las épocas de floración o fructificación.

### Caracterización y manejo de la muerte descendente

El 100 % de los productores reconocieron los síntomas de la muerte descendente, la asociaron con la enfermedad y la detectaron en sus parcelas. El grupo GPM identificó la enfermedad en promedio hace 16,61 años, el MPM hace 22,5 años y el PPM hace 18,12 años, esto basando la detección en la presencia de síntomas sin realizar diagnósticos formales de laboratorio. Los principales síntomas que asocian a la enfermedad fueron gomosis, declive, pudrición de ramas y tronco (Cuadro 3). El síntoma más comúnmente distinguido por los tres grupos de productores fue la pudrición de tronco ( $\geq 50$  %), seguido de la pudrición de ramas y la gomosis.

**Cuadro 3.** Síntomas de la muerte descendente identificados por los productores en las parcelas de mango. Actopan, Veracruz. México 2021-2022.

**Table 3.** Dieback symptoms identified by producers in mango orchards. Actopan, Veracruz. Mexico 2021-2022.

Síntomas	Productores que identifican la enfermedad (%)		
	GPM	MPM	PPM
Pudrición de tronco	57,14	50,00	50,00
Gomosis	42,85	12,50	25,00
Pudrición de ramas	50,00	25,00	50,00
Declive	7,14	12,50	0,00

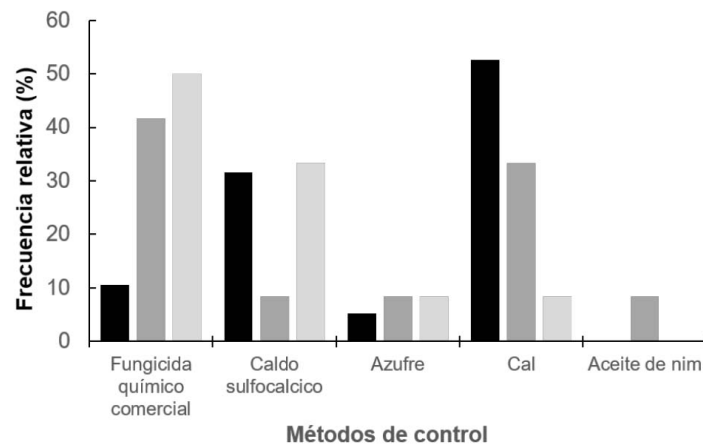
GPM: Grandes productores de mango, MPM: Medianos productores de mango, PPM: Pequeños productores de mango. / GPM: Large mango producers, MPM: Medium mango producers, PPM: Small mango producers.

La mayoría de los productores (86 %) consideró importante la muerte descendente por varias razones: eliminó árboles (42,85 %), disminuyó la producción (38,77 %) y podría infectar a otros árboles (2,04 %). En contraste, los productores que no la consideran importante reportaron una baja incidencia en sus parcelas. Los productores consideran que la enfermedad puede generar daño leve (51,02 %), moderado (32,65 %) y severo (16,33 %).

Referente a la incidencia de árboles infectados con muerte descendente en sus parcelas, el grupo GPM estimó tener del 1 al 15 %, el MPM del 5 al 30 % y el PPM del 5 al 40 %. Además, calcularon que entre el 1 y el 30 % de los árboles fueron sustituidos por la enfermedad. Aunque algunos de los productores consideraron que la MD causa un daño leve y otros reconocen su importancia y presencia, solo el 18,75 % implementa algún tipo de manejo o control específico contra la muerte descendente.

El grupo GPM tiene la mayor proporción de productores que realizaron medidas de control (26,19 %), seguido por el grupo MPM (18,75 %) y el grupo PPM (5 %). Los métodos de control más utilizados fueron químicos y minerales. Una actividad que los productores reportaron como recurrente en la zona cuando se observa pudrición en el tronco es raspar la corteza y aplicar el control químico como fungicidas comerciales; minerales con azufre y aceites naturales como el de nim (Figura 3). Además de aplicar controles, algunos productores realizan podas de las ramas enfermas, y el 66 % elimina el árbol cuando observan que la enfermedad afectó la eficiencia productiva del árbol.





**Figura 3.** Principales métodos para controlar la muerte descendente en el cultivo de mango Manila de Actopan, Veracruz, México 2021-2022.

GPM: Grandes productores de mango, MPM: Medianos productores de mango, PPM: Pequeños productores de mango.

**Figure 3.** Main methods for controlling Dieback in Manila Mango Cultivation in Actopan, Veracruz, Mexico (2021–2022).

GPM: Large mango producers, MPM: Medium mango producers, PPM: Small mango producers.

## Discusión

En este estudio, las variables cuantitativas relacionadas con la edad, el número de parcelas, la superficie cultivada de mango, la altura y la edad de los árboles, el rendimiento, las fertilizaciones, los riegos, los aclareos, los barbechos y las podas mostraron un poder discriminante significativo. Estas variables fueron cruciales para separar e identificar tres tipos de productores, denominados GPM, MPM y PPM. El grupo de pequeños productores de mango fue el que tuvo más individuos (56 %).

Las diferencias entre los tres grupos fueron notorias; sin embargo, todos los productores operaron a nivel de subsistencia, para utilizar sus ingresos en cubrir las necesidades básicas de sus familias. En México, se han realizado estudios en grupos de productores para caracterizar cadenas productivas y de comercialización (Astudillo-Miller et al., 2020; Hernández-Nolasco, 2023), pero estos no se han realizado en productores de Veracruz ni han descrito la percepción que tienen de las enfermedades.

En la zona de Actopan, la mayoría de los productores de mango encuestados eran hombres, con una representación del 94 %, mientras que solo el 6 % eran mujeres. Esta distribución de género en el sector agrícola es consistente con patrones observados en otros países, donde las mujeres enfrentan barreras culturales y estructurales en el acceso a recursos y oportunidades económicas (Doss, 2013). En cuanto al nivel educativo, la mayoría de los productores tenían educación primaria (55,10 %). Estas estadísticas reflejan las limitaciones en la educación superior en áreas rurales de México, lo cual puede influir en la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y en la capacidad de innovación de los agricultores (De Janvry & Sadoulet, 2021).

La mayoría de los productores entrevistados no realizaban podas, lo cual podría explicar el tamaño de hasta 30 m de altura, lo que es alarmante, ya que la poda es esencial para el manejo adecuado de los árboles de mango. La poda ayuda a mantener la forma del árbol, aumentar la producción, mejorar la penetración de luz solar y aire, y reducir enfermedades (Pérez Barraza et al., 2016). Entre los productores que realizaban podas, estas actividades se llevaban a cabo durante la época de lluvias (junio-julio-agosto); sin embargo, no utilizaban sellador o fungicida, lo

otro año  
en refe-  
rencias

que aumentaba el riesgo de infecciones y comprometía la salud de los árboles.

En cuanto a los factores que afectan la producción, se observó una discrepancia significativa entre los grupos de productores. Los principales factores mencionados fueron el clima, las enfermedades y las plagas, los cuales también han afectado a otros países (Clonan et al., 2021; Makhmale et al., 2016). El grupo GPM identifica a las plagas (57,14 %) principalmente la mosca de la fruta y las enfermedades (57,14 %) como los principales causantes de pérdidas. La mosca de la fruta (*Anastrepha ludens*) ha sido reportada en México, afecta el cultivo de mango donde las larvas se alimentan de la pulpa y causan daños internos. Esto disminuye la calidad del fruto y reduce su valor comercial (Martínez Flores et al., 2023).

Los grupos MPM y PPM señalan que los factores climáticos como el viento y las lluvias (60-75 son determinantes. Esta variación resalta la importancia de considerar múltiples factores de riesgo y adaptar las estrategias de manejo según las características específicas de cada grupo de productores y sus condiciones locales.

Los productores encuestados identificaron las enfermedades fúngicas como las principales enfermedades para sus cultivos, y destacaron la antracnosis, la cenicilla y la muerte descendente como las más prevalentes. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas que han señalado estas enfermedades como críticas para el manejo fitosanitario en cultivos de mango (Kwon et al., 2017; Tovar-Pedraza et al., 2020). La muerte descendente fue reconocida por más del 60 % de los productores en los tres grupos como una amenaza significativa, lo que sugiere una alta incidencia de la enfermedad en la región.

La muerte regresiva en los árboles de mango es un factor significativo en la disminución del rendimiento de los cultivos, lo cual afecta los ingresos económicos (Marques et al., 2013; Saeed et al., 2017). La mayoría de los productores (86 %) consideró que la MD es importante principalmente porque puede eliminar árboles (42,85 %), disminuir la producción (38,77 %) y facilitar la propagación a otros árboles (2,04 %). Los productores han identificado esta enfermedad desde hace años, con diferencias en el tiempo promedio de identificación. Esto sugiere una amplia conciencia y experiencia acumulada sobre la enfermedad a lo largo de los años, lo cual es crucial para comprender su impacto y manejo.

Los principales síntomas que asociaron a la MD incluyeron gomosis, declive, pudrición de ramas y tronco, destacándose este último como el síntoma más observado por los productores ( $\geq 50$  %). Estos síntomas son consistentes con la literatura que describe la enfermedad y sus efectos destructivos en los árboles de mango (Rodríguez-Gálvez et al., 2017). Aunque reconocen la importancia de la MD, solo un pequeño porcentaje de productores (18,75 %) implementa algún tipo de manejo o control.

Entre los métodos más utilizados para controlar la muerte descendente se encontraban los tratamientos químicos y minerales, así como prácticas culturales, como la poda de ramas enfermas y la eliminación de árboles infectados. Diversos estudios han evaluado el control de la muerte descendente en mango y otros frutales, mediante la aplicación de fungicidas sintéticos y biológicos. Sin embargo, los efectos de estos tratamientos varían entre las condiciones de laboratorio y de campo (Sosa et al., 2022).

En mango, los fungicidas químicos difenoconazol, ciflufenamida y carboxamidas se probaron de manera individual y redujeron el crecimiento micelial. Sin embargo, en condiciones de vivero, la mezcla de difenoconazol-ciflufenamida demostró una mayor eficacia al reducir los síntomas de la enfermedad, esto puede estar relacionado a los factores ambientales que influyen en el desarrollo de la enfermedad (Saeed et al., 2017). Los hongos causales de la enfermedad son capaces de penetrar corteza externa e interna y alojarse en el xilema y floema, lo que evita que los fungicidas puedan afectar su desarrollo (Moret et al., 2024). Los fungicidas sintéticos, aunque son efectivos en ciertas condiciones, pueden ser insuficientes si los patógenos se alojan en áreas inaccesibles.

Aunque se sabe que la muerte descendente se propaga durante las podas en época de lluvias, se debe implementar la aplicación de fungicidas sintéticos o biológicos que ayuden a evitar la introducción de los hongos. Aunque no es posible atribuir propagación solo a esta actividad en población de estudio, dado que solo una minoría de los productores la llevaba a cabo.

## Conclusiones

Este estudio de los productores de mango en Actopan, Veracruz, revela una diversidad significativa en términos de características demográficas, prácticas agrícolas y percepciones sobre enfermedades. Operan en un contexto de subsistencia, enfrentan desafíos comunes como la baja representación femenina en el sector y las limitaciones educativas que afectan la adopción de prácticas agrícolas modernas. La amenaza de enfermedades, como la muerte descendente, subraya la importancia de fortalecer la capacitación técnica y promover el manejo integrado de plagas y enfermedades. Para prevenir la diseminación de la enfermedad se sugiere la aplicación de fungicidas biológicos o químicos, además de evitar podar en la época de lluvias.

La falta de conocimiento sobre los procesos de exportación y la práctica limitada de podas adecuadas destacan la necesidad de apoyo técnico y de políticas agrícolas inclusivas. Para mejorar la sostenibilidad y resiliencia del sector mango en la región, es crucial implementar estrategias que mejoren el acceso a recursos, tecnologías y educación, lo que contribuiría a un desarrollo agrícola más equitativo y sostenible en Veracruz. Al conocer la percepción de la enfermedad entre los agricultores, se podrían estudiar la efectividad de fungicidas biológicos y sintéticos en el control de la muerte descendente en la zona de Actopan, Veracruz. Esta información permitiría no solo evaluar el impacto de estos tratamientos en la reducción de la incidencia y severidad de la enfermedad, sino también identificar las prácticas de manejo más utilizadas y su relación con la percepción que tienen los productores sobre la enfermedad.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores de mango del estado de Veracruz por su apoyo en la realización de este trabajo, y en especial al Ing. Guillermo Palmeros Marín por servir de enlace.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

## Referencias

- Astudillo-Miller, M. X., Maldonado, R. I. A., Segura-Pacheco, H. R., & Pallac, Y. M. (2020). Cadenas de comercialización de mango y potencial exportador en la Costa Grande, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), 111-124. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1769>
- Clonan, M., McConchie, C., Hall, M., Hearnden, M., Olesen, T., & Sarkhosh, A. (2021). Effects of ambient temperatures on floral initiation in Australian mango (*Mangifera indica* L.) selections. *Scientia Horticulturae*, 276, Article 109767. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109767>
- Coelho, W. C., Santos, C. A. F., & Batista, D. da C. (2020). Variability of mango accessions resistance to dieback disease caused by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. *Amazonian Journal of Plant Research*, 4(1), 462-468. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217769/1/Variability-of-mango-accessions-2020.pdf>
- Comité Nacional Sistema Producto Mango (2012). *CONASPROMANGO. Plan rector nacional de sistema producto mango*. <https://sursureste.org.mx/wp-content/uploads/2022/08/Plan-Rector-del-Sistema-Producto-Mango-2012.pdf>

- De Janvry, A., & Sadoulet, E. (2022).** Agriculture for Development: Analytics and Action. *Annual Review of Resource Economics*, 14(1), 1-16. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-090921-045011>
- Dofuor, A. K., Quartey, N. K. A., Osabutey, A. F., Antwi-Agyakwa, A. K., Asante, K., Boateng, B. O., Ablormeti, F. K., Lutuf, H., Osei-Owusu, J., & Osei, J. H. N. (2023). Mango anthracnose disease: The current situation and direction for future research. *Frontiers in Microbiology*, 14, Article 1168203. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1168203>
- Doss, C. (2013). Intra-household bargaining and resource allocation in developing countries. *The World Bank Research Observer*, 28(1), 52-78. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkt001>
- Elena, G., & Luque, J. (2016). Pruning debris of grapevine as a potential inoculum source of *Diplodia seriata*, causal agent of Botryosphaeria dieback. *European Journal of Plant Pathology*, 144, 803-810. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0782-9>
- Hernández-Nolasco, L. (2023). La cadena productiva del mango. Factor clave para el desarrollo local en la zona oriente del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(61), Artículo e231288. <https://doi.org/10.24836/es.v33i61.1288>
- Kwon, J. H., Choi, O., Kang, B., Lee, Y., Park, J., ... , & Kim, J. (2017). Identification of *Lasiodiplodia pseudotheobromae* causing mango dieback in Korea. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 39(2), 241-245. <https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1329231>
- Li, L., Mohd, M. H., Mohamed Nor, N., Subramaniam, S., & Latiffah, Z. (2021). Identification of Botryosphaeriaceae associated with stem-end rot of mango (*Mangifera indica* L.) in Malaysia. *Journal of Applied Microbiology*, 130(4), 1273-1284. <https://doi.org/10.1111/jam.14828>
- Makhmale, S., Bhutada, P., Yadav, L., & Yadav, B. (2016). Impact of climate change on phenology of mango-the case study. *Ecology, Environment and Conservation*, 22(9), S127-S132. [https://www.envirobiotechjournals.com/issues/article\\_abstract.php?aid=7224&iid=217&jid=3](https://www.envirobiotechjournals.com/issues/article_abstract.php?aid=7224&iid=217&jid=3)
- Martínez Flores, A. M., Rodríguez, W. D., Hernández Salcido, P. G., Guapo Mora, L. A., Valderrama Herrera, M., & Navarrete Maya, R. (2023). The influence of temperature and precipitation on the abundance of *Anastrepha ludens* and *A. obliqua* (Diptera: Tephritidae), in “Barranqueño” mango (*Mangifera indica*) in Jalisco, Mexico. *Phytoparasitica*, 51(1), 29-40. <https://doi.org/10.15446/acag.v68n1.66263>
- Marques, M. W., Lima, N. B., de Moraes, M. A., Barbosa, M. A. G., Souza, B. O., Michereff, S. J., Phillips, A. J. L., & Câmara, M. P. S. (2013). Species of *Lasiodiplodia* associated with mango in Brazil. *Fungal Diversity*, 61, 181-193. <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0231-z>
- Moret, F., Jacquens, L., Larignon, P., Clément, G., Coppin, C., Noirot, E., Courty P. E., Fontaine, F., Adrian, M., & Trouvelot, S. (2024). Physiological and developmental disturbances caused by Botryosphaeria dieback in the annual stems of grapevine. *Frontiers in Plant Science*, 15, Article 1394821. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1394821>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *FAOSTAT. Principales frutas tropicales-Análisis del mercado 2021*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6af491ae-cf66-460a-8c18-3fce1f004a55/content>
- Pérez Barraza, M. H., Urías López, M. A., Osuna García, J. A., Pérez Luna, A. I., Nolasco González, Y., & García Álvarez, N. C. (2016). Efecto de poda en escama blanca y producción de mango ‘Ataulfo’. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8), 1841-1853.
- Rodríguez-Gálvez, E., Guerrero, P., Barradas, C., Crous, P. W., & Alves, A. (2017). Phylogeny and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with dieback of mango in Peru. *Fungal Biology*, 121(4), 452-465. <https://doi.org/10.1007/s13225-017-0231-z>

org/10.1016/j.funbio.2016.06.004

- Tovar-Pedraza, J. M., Mora-Aguilera, J. A., Nava-Díaz, C., Lima, N. B., Michereff, S. J., Sandoval-Islas, J. S., Câmara, M. P. S., Téliz-Ortiz D., & Leyva-Mir, S. G. (2020). Distribution and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with mango anthracnose in Mexico. *Plant disease*, *104*(1), 137-146. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-19-0178-RE>
- Saeed, E. E., Sham, A., AbuZarqa, A., Al Shurafa, K. A., Al Naqbi, T. S., Iratni, R., El-Tarabily, K., & Abuqamar, S. F. (2017). Detection and Management of Mango Dieback Disease in the United Arab Emirates. *International Journal of Molecular Sciences*, *18*(10), 2086. <https://doi.org/10.3390/ijms18102086>
- Sandoval-Sánchez, M., Nieto-Ángel, D., Sandoval-Islas, J. S., Téliz-Ortiz, D., Orozco-Santos, M., & Silva-Rojas, H. (2013). Hongos asociados a pudrición del pedúnculo y muerte descendente del mango (*Mangifera indica* L.). *Agrociencia*, *47*(1), 61-73.
- Saucedo-Picazo, L. E., Hernández-Montiel, L. G., Flores-Estévez, N., Gerez-Fernández, P., Argüello-Ortiz, A. F., & Noa-Carrazana, J. C. (2022). Coinfection and in vitro interaction of *Lasiodiplodia pseudotheobromae* and *Pestalotiopsis mangiferae* associated with dieback in branches of mango (*Mangifera indica*) Manila variety, in Veracruz, Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología*, *40*(3), 308-329. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2203-4>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023). *SIAP. Cierre de la producción agrícola. Anuario estadístico de la producción agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Sharma, G., Elazar, M., Maymon, M., Meshram, V., & Freeman, S. (2024). Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia* and *Neoscytalidium* species associated with mango (*Mangifera indica*) dieback disease in Israel. *Phytoparasitica*, *52*(8), 2401123INCOMPLETA <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01123-z>
- Shu, J., Yu, Z., Sun, W., Zhao, J., Li, Q., Tang, L., Guo, T., Huang, S., Mo, J., & Hsiang, T. (2020). Identification and characterization of pestalotioid fungi causing leaf spots on mango in southern China. *Plant disease*, *104*(4), 1207-1213. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0438-RE>
- Sierra Bravo, R. (2001). *Técnicas de investigación Social: Teoría y ejercicios* (1ª ed.). Editorial Paraninfo.
- Sosa, M. C., Lutz, M. C., Lódolo, X., & Basso, C. N. (2022). In vitro and in vivo activity of chemical fungicides and a biofungicide for the control of wood diseases caused by botryosphaeriales fungi in apple and pear. *International Journal of Pest Management*, *68*(4), 328-338. <https://doi.org/10.1080/09670874.2022.2116660>
- Sosnowski, M. R., Ayres, M. R., Billones-Baaijens, R., Savocchia, S., & Scott, E. S. (2023). Susceptibility of pruning wounds to grapevine trunk disease pathogens *Eutypa lata* and *Diplodia seriata* in three climatic conditions in Australia. *Fungal Ecology*, *64*, Article 101260. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2023.101260>
- Tennakoon, D. S., Phillips, A. J. L., Phookamsak, R., Ariyawansa, H. A., Bahkali, A. H., & Hyde, K. D. (2016). Sexual morph of *Lasiodiplodia pseudotheobromae* (Botryosphaeriaceae, Botryosphaeriales, Dothideomycetes) from China. *Mycosphere*, *7*(7), 990-1000. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/si/1b/11>
- Úrbez-Torres, J., Battany, M., Bettiga, L., Gispert, C., McGourty, G., Roncoroni, J., Smith, R., Verdegaal, P., & Gubler, W. (2010). Botryosphaeriaceae species spore-trapping studies in California vineyards. *Plant Disease*, *94*(6), 717-724. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-6-0717>