



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LOS PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y DESARROLLO RURAL

P R E S E N T A:

MANUEL HERMILO COYOTE PALMA

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. VÍCTOR LOPÉZ MARTÍNEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, a 24 de junio de 2026

MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LOS PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO.

Tesis realizada por **Manuel Hermilo Coyote Palma** bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: _____
Dr. Víctor López Martínez

Revisor: _____
Dr. Irán Alía Tejacal

Revisor: _____
Dr. Edgar Martínez Fernández

Revisor: _____
Dr. Guadalupe Peña Chora

Revisor: _____
Dr. Francisco Perdomo Roldan

Revisor: _____
Dra. Mairiel Valle De La Paz

Revisor: _____
Dr. Daniel Perales Rosas

Cuernavaca, Morelos, 24 de junio de 2026.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la salud y todo lo que soy.

A mi familia por toda esa comprensión y apoyo que incondicionalmente me han brindado.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, por la beca proporcionada para el desarrollo del programa doctoral (número de becario 99890), que sin duda fue una gran inversión para la sociedad mexicana.

A la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por permitirme complementar mi formación profesional.

Al Dr. Víctor López Martínez por su amistad, por aceptar dirigir este trabajo y orientar mi formación doctoral.

A todos mis asesores Dr. Irán Alía Tejacal, Dr. Guadalupe Peña Chora, Dr. Edgar Martínez Fernández, Dr. Francisco Perdomo Roldán, Dra. Mairel Valle De La Paz, Dr. Daniel Perales Rosas por todos sus comentarios y sugerencias de mejora realizadas durante el desarrollo de mis estudios doctorales.

A todos mis compañeros productores de higo que brindaron facilidades para acceder a sus huertos sin restricciones y establecer los ensayos correspondientes.

DEDICATORIA

A mi hijo **Manuel Coyote Tenango** y mi esposa **Eleazar Tenango Méndez** por todo su amor, por ser mi prioridad y lo que más amo en la vida.

A mis padres **Modesto Coyote Castañeda** y **Floriana Palma Flores** por todo su apoyo incondicional y por ser ejemplo de superación y fortaleza.

A mi querida hermana **Rosario Coyote Palma[†]** quien me impulso y apoyo para iniciar con mis estudios de doctorado, hasta el cielo hermanita donde seguramente te encuentras.

A mi hermano **Maximino Coyote Palma** por todo su cariño.

INDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
LITERATURA CITADA	6
Capítulo I.....	9
Dinámica de daño y control de barrenadores de troncos y ramas del higo, <i>Trachyderes mandibularis</i> y <i>Neoptychodes trilineatus</i> en Morelos, México.	9
Resumen.....	9
Damage dynamics and control of the borer beetles <i>Trachyderes mandibularis</i> and <i>Neoptychodes trilineatus</i> on trunks and branches of figs in Morelos, México.	10
Abstract.	10
1.1. Introducción	11
1.2. Materiales y Métodos.....	11
1.3. Resultados y Discusión.....	14
1.4. Referencias citadas.....	20
Capítulo II.....	23
Infestación de Frutos, Dinámica Poblacional y Control de <i>Silba adipata</i> , en Morelos, México.....	23
Resumen.....	23
Fruit infestation, population dynamics, and Control of <i>Silba adipata</i> in Morelos, Mexico	24
Abstract	24
2.1. Introducción	25
2.2. Materiales y Métodos	25
2.3. Resultados.....	29
2.4. Discusión	32
2.5. Referencias Citadas	34

Capítulo III	36
Dinámica de daño en follaje y control biorracional de la roya del higo (<i>Cerotelium fici</i>) en Morelos, México.....	36
Resumen.....	36
3.1. Introducción	38
3.2. Materiales y métodos.....	39
3.3. Resultados y discusión	43
3.3.1. Dinámica de daño en hojas.....	43
3.3.2. Evaluación de fungicidas.....	50
3.4. Conclusiones.....	54
3.5. Referencias.....	56
Capítulo IV.....	62
Manejo integrado de la roya, mosca negra y barrenadores de tronco y ramas del higo en Morelos, México	62
Resumen.....	62
Abstrac.....	63
4.1. Introducción	64
4.2. Metodología	65
4.3. Resultados.....	74
4.3.1. Reducción de la infestación de barrenadores de tronco y ramas.....	74
4.3.2. Reducción del nivel de infestación de la mosca negra del higo.	75
4.3.3. Reducción del nivel de incidencia-severidad de la roya del higo.	77
4.3.4. Cuantificación del rendimiento.....	78
4.4. Discusión	79
4.5. Conclusiones.....	86
4.6. Referencias bibliográficas.....	87
CONCLUSIÓN GENERAL	95

RECOMENDACIONES.....	96
----------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

1. Infestación promedio ($\pm$ EEM=Error Estándar de la Media) en árbol (A) y ramas (B) de higo por larvas de dos cerambícidos en Tepalcingo, Axochiapan y Ayala, Morelos, México (octubre 2021 a octubre 2022). Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p>0.05$).	15
2. Porcentaje de infestación a nivel de árbol (A) y ramas (B) por barrenadores cerambícidos en higo, en tres huertas comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.	16
3. Infestación de cerambícidos en árboles/ramas después de la aplicación de tres insecticidas (uno biológico y dos químicos) en Axochiapan (A y B), Ayala (C y D) y Tepalcingo (E y F), en Morelos, México 2022-2023. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Friedman, $p>0.05$).	18
4. Frutos de higo cv. Black Mission con síntomas de infestación por <i>Silba adipata</i> . 27	
5. Porcentaje de infestación de higos por larvas de <i>Silba adipata</i> en tres huertas en Morelos, México.	29
6. Moscas por Trampa por Día en trampas cebadas con A) Torula y B) sulfato de amonio al 4%; en tres huertas comerciales en Morelos, México (Octubre 2021 a Octubre 2022).	31
7. Porcentaje de incidencia (A) y severidad (B) de la roya en hojas de higo, en tres huertas comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.....	44
8. Incidencia (A) y Severidad (B) promedio anual ($\pm$ EEM=Error Estándar de la Media) de la roya del higo en tres huertas comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022. Barras seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p > 0.05$).	47
9. Infección de la roya del higo en infrutescencias en huerta comercial en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.	48
10. Poda de fructificación en higo de Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.....	66

11. Extracción manual de larvas de barrenadores de tronco y ramas del higo en Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.	67
12. Infrutescencias infestadas por mosca negra del higo recolectadas para su destrucción en la huerta comercial de Tepalcingo, Morelos, México 2024 – 2025. Fuente: Coyote-Palma, M.H.....	71
13. Infestación del barrenador de tronco y ramas del higo en árboles y ramas de los muestreos realizados durante la implementación del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en huerto comercial en Tepalcingo Morelos, México 2024 - 2025. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis al 5% de probabilidad..	74
14. Infestación en fruto (%) de la mosca negra del higo de los muestreos realizados antes y después de la implementación del manejo integrado de plagas y enfermedades en Tepalcingo Morelos, México 2024 – 2025. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de comparación de dos medias en la modalidad de muestras apareadas al 5% de probabilidad.....	76
15. Incidencia y severidad (%) de la roya del higo de los muestreos realizados antes y después de la implementación del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en huerto comercial en Tepalcingo Morelos, México 2024 - 2025. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de comparación de dos medias en la modalidad de muestras apareadas al 5% de probabilidad.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

Pagina

1. Tratamientos dirigidos a controlar adultos del barrenador de tronco y ramas del higo, Morelos, México.	13
2. Características de las plantaciones utilizadas en el presente trabajo, cultivadas con higo var. Black Mission, Morelos, México.....	26
3. Evaluación de insecticidas para el control de la mosca negra del higo en tres huertas comerciales en Morelos, México (2023).	32
4. Escala visual para determinar la severidad de la roya del higo (Del Sol-Rodríguez et al., 2021).	40
5. Tratamientos fungicidas evaluados para el control de la roya del higo.	41
6. Incidencia y severidad estacional de la roya del higo, en tres huertas comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.....	50
7. Evaluación de cinco tratamientos fungicidas para el control de la roya del higo en tres huertas comerciales en Morelos, México 2023.	53
8. Evaluación de la intensidad de la de la roya del higo en tres huertas comerciales bajo ensayo de control en Morelos, México 2023.	54
9. Características y ubicación de la huerta cultivada con higo var. Black Mission utilizada en el presente trabajo Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H..	65
10. Insecticidas aplicados para el control de adultos, huevecillos y larvas neonatas de barrenadores de tronco y ramas del higo en Tepalcingo, Morelos, México (2024-2025). Fuente: Coyote-Palma, M.H.....	67
11. Herbicidas aplicados para el control de maleza en higo, Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.....	68
12. Fungicidas aplicados para el control de la roya, Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.....	69
13. Insecticidas aplicados para el control de la mosca negra en higo, Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.....	70

14. Escala para evaluar la severidad de <i>C. fici</i> en higo (Del Sol-Rodríguez et al., 2021).	72
15. Comparativo del rendimiento en kilogramos de higo producido, de acuerdo a cada mercado destino en cuatro ciclos consecutivos de la huerta comercial en Tepalcingo Morelos, México.. ..	78

INTRODUCCIÓN GENERAL

El higo (*Ficus carica* L.) es una de las especies frutales más antiguas cultivadas por el ser humano, con evidencia de domesticación que data de hace más de 11,000 años. Actualmente se cultiva en regiones templadas y subtropicales de todo el mundo debido a su adaptación a diversos ambientes y a la creciente demanda de sus frutos para consumo fresco y procesamiento industrial. Además de su importancia económica, el higo posee un elevado valor nutricional y funcional debido a su contenido de fibra dietética, compuestos fenólicos, antioxidantes, vitaminas y minerales, características que han incrementado su aceptación en los mercados internacionales (Solomon et al., 2006; Lasa et al., 2026).

México ha incrementado significativamente la superficie cultivada de higo durante las últimas dos décadas, impulsado por el aumento de la demanda nacional e internacional (Lasa et al., 2026). Actualmente ocupa el decimonoveno lugar en la producción de higo a nivel mundial, cuenta con una superficie establecida de 2,112.87 hectáreas con un rendimiento promedio de 6,813.7 kg/ha. El 85 % de la superficie establecida se encuentra en los estados de Morelos, Baja California Sur, Sonora, Veracruz, Puebla y Michoacán. El estado de Morelos, cuyas condiciones agroclimáticas favorecen la obtención de frutos de alta calidad destinados principalmente a la exportación hacia Estados Unidos y Canadá, ocupa el primer lugar a nivel nacional con 563 ha cosechadas, el 75 % de su superficie establecida se encuentra en los municipios de Axochiapan, Ayala y Tepalcingo (FAOSTAT, 2026; SIAP, 2026). Sin embargo, la apertura de mercados internacionales exige el cumplimiento de estrictos estándares fitosanitarios e inocuidad alimentaria, lo que obliga a los productores a implementar programas integrales de manejo de plagas y enfermedades (SIAP, 2024; Lasa et al., 2026).

Entre las plagas y enfermedades de diversa índole que limitan y afectan la producción comercial del higo (*Ficus carica* L.) dañando su follaje, ramas, frutos, troncos y raíces. En México este frutal se ve afectado por la roya [*Cerotelium fici* (Butler) Arthur], la mosca negra (*Silba adipata* McAlpine) y el complejo de barrenadores de tronco y

ramas (*Trachyderes mandibularis* Dupont y *Neoptychodes trilineatus* L.) (Casadomet et al., 2015; Melgarejo, 1999).

Entre las enfermedades que afectan al cultivo, la roya del higo, constituye una de las principales limitantes para la producción comercial. Este hongo provoca lesiones cloróticas en el haz y pústulas urediniales en el envés de las hojas, reduciendo la capacidad fotosintética de la planta y ocasionando defoliación prematura. Cuando la enfermedad se presenta severamente, puede disminuir el rendimiento, afectar la calidad de los frutos y debilitar las plantas para ciclos productivos posteriores (El-Gholl et al., 1997; Patil et al., 2011).

La importancia económica de la roya radica en su capacidad de desarrollarse rápidamente bajo condiciones de alta humedad relativa y temperaturas moderadas, condiciones frecuentes durante la temporada de lluvias en diversas regiones productoras de México. La reducción del área foliar funcional ocasionada por la enfermedad afecta directamente la acumulación de fotoasimilados requeridos para el crecimiento y desarrollo de los frutos, generando pérdidas económicas considerables en huertos comerciales (Patil et al., 2011; Sharma et al., 2017).

Además de los problemas fitopatológicos, la mosca negra del higo, *Silba adipata* McAlpine (Diptera: Lonchaeidae), se ha convertido en un problema desde hace siete años atrás, actualmente es una de las plagas de mayor importancia económica para la producción de higo en México. Esta especie invasora fue detectada inicialmente en Morelos y posteriormente se dispersó hacia otras zonas productoras del país. Las hembras depositan sus huevos en el ostiolo de los frutos inmaduros, permitiendo que las larvas se desarrollen internamente y ocasionen daños que incluyen maduración prematura, pudrición y caída de frutos (Valle et al., 2022; Lasa et al., 2024; Díaz-del-Castillo et al., 2025a).

Diversos estudios han señalado que *S. adipata* puede ocasionar pérdidas superiores al 50 % de la producción cuando no se implementan medidas adecuadas de manejo. Su capacidad de completar múltiples generaciones por año, así como la dificultad para detectar infestaciones tempranas debido a su hábito endófito, dificultan considerablemente su control. Por ello, la implementación de sistemas de monitoreo y

estrategias de manejo integrado constituye una prioridad para las regiones productoras orientadas a la exportación (Valle et al., 2022; Lasa et al., 2024; Díaz-del-Castillo et al., 2025b).

Por otra parte, los barrenadores de tronco y ramas, *Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus* (Coleoptera: Cerambycidae), representan otra amenaza importante para la sostenibilidad de los huertos de higo en Morelos. Las larvas de estas especies se alimentan del tejido leñoso, formando galerías que alteran el transporte de agua y nutrientes, debilitan estructuralmente los árboles y favorecen el ingreso de organismos fitopatógenos secundarios (Coyote-Palma et al., 2025).

Las infestaciones severas de barrenadores pueden ocasionar la muerte regresiva de ramas, reducción del crecimiento vegetativo y disminución de la productividad, afectando la longevidad de las plantaciones comerciales. Debido a que gran parte de su ciclo biológico ocurre dentro de los tejidos vegetales, su detección y control resultan complejos, lo que incrementa la necesidad de desarrollar estrategias de monitoreo y manejo oportunas (Coyote-Palma et al., 2025).

Estos problemas fitosanitarios se consideran de gran importancia económica en las regiones que producen higo, ya que pueden ocasionar daños muy severos en cuanto a rendimiento, calidad y deterioro general del árbol particularmente cuando no se controlan de manera adecuada y oportuna (Abbes et al., 2021; López-Martínez et al., 2015; Maes et al., 2010; Parthasarathy et al., 2020; Verga y Nelson, 2014).

El manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), se considera como un sistema de manejo que contempla la utilización coordinada y armónica de diversas técnicas o métodos de control, combinando prácticas culturales, métodos biológicos, monitoreo, control etológico, uso racional de plaguicidas y sus efectos no se contraponen entre sí, su objetivo es mantener a las poblaciones de especies plaga/fitopatógeno en niveles inferiores a los cuales podrían causar pérdidas económicas, promoviendo la salud y productividad del cultivo y evitando lo más posible la contaminación ambiental y los daños a la salud humana (Kogan, 1998; Barzman et al., 2015). Los programas de manejo integrado de plagas y enfermedades deben estar basados en datos y conocimientos sobre la plaga o patógeno, cultivo hospedante, condiciones

ambientales y prácticas de manejo a utilizarse (Gaitán et al., 2013; Jiménez, 2009; Martínez, 2010; Oyarzún et al., 2002; Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012).

En el estado de Morelos no se cuenta con un programa de manejo integrado para el manejo de la roya (*Cerotelium fici*), la mosca negra (*Silba adipata*) y los barrenadores de tronco y ramas (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) lo cual representa una necesidad prioritaria para fortalecer la competitividad del cultivo del higo en este estado, del mismo modo no se tiene información específica del área de producción relacionada con conocimientos y datos de plagas y enfermedades, comportamiento del cultivo sometido a diferentes tipos de estrés, desarrollo y evaluación del efecto de estrategias de manejo y métodos de control que permitan implementar un manejo integrado eficiente y efectivo sobre los principales problemas fitosanitarios del higo como lo son la roya, la mosca negra y los barrenadores de tronco y ramas, por lo que se plantean los siguientes objetivos general y específicos.

Objetivo general

1. Diseñar un programa de manejo integrado de la roya, mosca negra y barrenador de tronco y ramas del higo en el estado de Morelos, que permita cumplir con los requerimientos fitosanitarios y de inocuidad para la exportación a Estados Unidos y Canadá.

Objetivos particulares

1. Identificar el periodo de incidencia de la roya, mosca negra y barrenador de tronco y ramas del higo.
2. Probar el efecto de control de productos fungicidas e insecticidas químicos, biológicos, botánicos y alternativos propuestos para el control de la roya, mosca negra y barrenador de tronco y ramas del higo que permitan a la fruta estar libre de residuos de plaguicidas.
3. Implementar medidas de manejo agronómico que favorezcan la reducción de la incidencia de la roya, mosca negra y barrenador de tronco y ramas del higo.

4. Integrar propuesta del programa de manejo integrado de la roya, mosca negra y barrenador de tronco y ramas del higo que proporcione la calidad fitosanitaria y comercial de la fruta para su comercialización en Estados Unidos y Canadá.

Hipótesis

1. El periodo de mayor incidencia o de ataque de la roya del higo es del mes de junio al mes de diciembre, la mosca negra está presente mientras haya fruta excepto en el periodo de poda, barrenador de tronco y ramas durante todo el año.
2. Los productos de origen biológico, botánico y alternativo, así como aquellos de síntesis química que se utilicen ejercerán efecto de control aceptable sobre la roya, mosca negra y barrenadores y su uso no impedirá el ingreso de higo a empaque para exportación.
3. La poda de rejuvenecimiento-fructificación/ fitosanitaria, recolección y destrucción de fruta infestada, eliminación de maleza, uso de trampas matadoras cebadas con torula y sulfato de amonio al 4%, así como una adecuada nutrición vegetal favorecerán el manejo de la roya, mosca negra y barrenador de tronco y ramas del higo.
4. Integrar las medidas de control en un programa de manejo integrado de la roya, mosca negra y barrenador de tronco y ramas del higo reducirá su incidencia y severidad, además proporcionará a la fruta la calidad fitosanitaria y comercial necesaria para su comercialización a Estados Unidos y Canadá.

LITERATURA CITADA

- Abbes, K., Hafsi, A., Harbi, A., Mars, M., y Chermiti, B. (2021). The black fig fly *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae) as an emerging pest in Tunisia: preliminary data on geographic distribution, bioecology and damage. *Phytoparasitica*, 49(1), 49–59. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00871-y>
- Barzman, M., Bàrberi, P., Birch, A. N. E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J. E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J. A., Messéan, A., Moonen, A. C., Ricci, P., Sarah, J. L., y Sattin, M. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>
- Coyote-Palma, M. H., López-Martínez, V., Alia-Tejacal, I., Valle-De La Paz, M., Perales-Rosas, D., Martínez-Fernández, E. (2025). Damage dynamics and control of the borer beetles *Trachyderes mandibularis* and *Neoptychodes trilineatus* on trunks and branches of figs in Morelos, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 50(1), 1–12.
- Díaz-del-Castillo, R., Córdova-García, G., Pérez-Staples, D., Birke, A., Williams, T., y Lasa, R. (2025a). Sexual development of *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae): Effects of diet, ultraviolet light and fig latex. *Insects*, 16(5), 495. <https://doi.org/10.3390/insects16050495>
- Díaz-del-Castillo, R., Córdova-García, G., Pérez-Staples, D., Birke, A., Williams, T., y Lasa, R. (2025b). Color and attractant preferences of the black fig fly *Silba adipata*. *Insects*, 16(7), 732. <https://doi.org/10.3390/insects16070732>
- El-Gholl, N. E., Schubert, T. S., y Brown, E. A. (1997). Compendium of Tropical Fruit Diseases. APS Press.
- FAOSTAT. (2026). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Consulta: 28/03/2026
- Gaitán, Á. L. B., Rivillas, C. A. O., Castro, B. L. C., y Cristancho, M. A. A. (2013). Manejo integrado de enfermedades. En Federación Nacional de Cafeteros de

- Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 143–178) Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_22
- Jiménez, M., Edgardo. (2009). Manejo Integrado de Plagas. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2456/1/nh10j61p.pdf>
- 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>
- Lasa, R., MacGowan, I., Bartual, J., y Williams, T. (2026). The black fig fly, *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae): Current knowledge and future research needs for an invasive pest of fig production. *Insects*, 17(3), 247. <https://doi.org/10.3390/insects17030247>
- López-Martínez, V., Vargas, O. R., Alia-Tejagal, I., Toledo-Hernández, V. H., Corona-López, A. M., Delfín-González, H., Guillen-Sánchez, D., y Jiménez-García, D. (2015). Xylophagous Beetles (Coleoptera: Buprestidae and Cerambycidae) from *Ficus carica* L. (Moraceae) in Morelos, Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 69(4), 780–788. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-69.4.780>
- Maes, J. M., Berghe, E., Dauber, D., Audureau, A., Nearns, E., Skilman, F., Heffern, D., y Monné, M. A. (2010). Catálogo ilustrado de los Cerambycidae (Coleoptera) de Nicaragua. Parte II-Cerambycinae. *Revista Nicaraguense de Entomología*, 70(1–4), 1–879.
- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: Una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud*, 8(1), 73–82.
- Oyarzún, P., Gallegos, P., Asaquibay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M., Revelo, J., Sherwood, S., y Yumisaca, F. (2002). Manejo integrado de plagas y enfermedades. En *El cultivo de la papa en Ecuador* (Primera, pp. 85–170). INIAP-CIP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/2581383e-8acd-47e5-adc4-6b7487b1e610/content>
- Parthasarathy, S., Thiribhuvanamala, G., Ramalingam, K., Daniel Jebaraj, M., y Prabakar, K. (2020). Incidence and ultramicroscopic characterization of

- Cerotelium fici* (castagne) rust in *Ficus carica* L. *Journal of Applied Horticulture*, 22(1), 24–26. <https://doi.org/10.37855/jah.2020.v22i01.05>
- Patil, R. K., Nargund, V. B., y Benagi, V. I. (2011). Studies on fig rust caused by *Cerotelium fici*. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 24(3), 405–407.
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G. P. S., Handa, N.,... y Thukral, A. K. (2017). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*, 1, 1446.
- SIAP. (2026). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estadísticas. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Consulta: 28/03/2026
- Solomon, A., Golubowicz, S., Yablowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H. E., Altman, A., Kerem, Z., y Flaishman, M. A. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7717–7723. <https://doi.org/10.1021/jf060497h>
- Torres-Ruiz, A., y Rodríguez-Leyva, E. (2012). Guía para el manejo integrado de plagas del pimiento bajo invernadero, con énfasis en el picudo del chile. Koppert Mexico S.A. de C.V. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2688.4009>
- Verga, A., y Nelson, S. (2014). Fig Rust in Hawai'i. *Plant Disease*, 100, 1–5. <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-100.pdf>

Capítulo I

Dinámica de daño y control de barrenadores de troncos y ramas del higo, *Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus* en Morelos, México¹.

Manuel Hermilo Coyote-Palma, Víctor López-Martínez, Iran Alia-Tejacal, Mairel Valle-De La Paz, Daniel Perales-Rosas, Edgar Martínez-Fernandez

Resumen

Se evaluó la infestación de *Trachyderes mandibularis* Dupont, y *Neoptychodes trilineatus* L. (Coleoptera: Cerambycidae) en troncos y ramas de higos en tres huertas comerciales en Morelos, México, y la efectividad de un insecticida biológico y dos sintéticos. Las larvas de los barrenadores fueron más abundantes de noviembre a abril, y los adultos fueron observados en mayo, y agosto-septiembre. Se registró diferencia estadística significativa en la infestación entre los tres sitios estudiados (árbol: $F= 57.92$, $p< 0.0001$, $GL=2,36$; ramas: $F= 57.82$, $p< 0.0001$, $GL=2,36$; Tukey $p\leq 0.05$). La aplicación de *Beauveria bassiana*+*Metharizium anisopliae*, imidacloprid+permetrina, imidacloprid+bifentrina, no redujeron de forma significativa el nivel de infestación en troncos y ramas.

Palabras Clave: Monitoreo, xilófagos, cerambícidos, efectividad de insecticidas.

¹ Este capítulo fue publicado en la revista SOUTHWESTERN ENTOMOLOGIST: Coyote-Palma, M. H., López-Martínez, V., Alia-Tejacal, I., Valle –De la Paz, M., Perales-Rosas, D., y Martínez-Fernandez, E. (2025). Damage Dynamics and Control of the Borer Beetles *Trachyderes mandibularis* and *Neoptychodes trilineatus* on Trunks and Branches of Figs in Morelos, Mexico. Southwestern Entomologist, 50(1), 149–160. <https://doi.org/10.3958/059.050.0132>

Damage dynamics and control of the borer beetles *Trachyderes mandibularis* and *Neoptychodes trilineatus* on trunks and branches of figs in Morelos, México.

Abstract.

The infestation caused by two cerambycids *Trachyderes mandibularis* Dupont and *Neoptychodes trilineatus* L.) (Coleoptera: Cerambycidae) on figs trees and branches was determined in a production cycle of three commercial orchards in Morelos, Mexico, additionally, the effectiveness of three insecticides (one biological and two chemical) controlling adult individuals of both cerambycids was evaluated. A statistically significant difference in infestation was recorded between the three sites studied (tree: $F= 57.92$, $p< 0.0001$, $DF=2,36$; branches: $F=57.82$, $p< 0.0001$, $DF=2,36$; Tukey $p\leq 0.05$). The period of highest larval activity occurred from November to April, while adults were detected in May, August-September. Applying (*Beauveria bassiana*+*Metharizium anisopliae*) or chemical pesticides (imidacloprid+permethrin, imidacloprid+bifenthrin), did not significantly reduce the level of infestation in trees and branches by both cerambycids.

Key Words: Monitoring, xylophagous, long-horned beetles, pesticide effectiveness.

1.1. Introducción

Los cerambícidos barrenadores de tronco y ramas se consideran como plagas de importancia para el cultivo del higo en varias partes del mundo (Ben-Yakir y Costa 2022). *Trachyderes mandibularis* Dupont (López-Martínez et al. 2015) y *Neoptychodes trilineatus* Linnaeus (Coleoptera: Cerambycidae) afectan al higo en México (López-Martínez et al. 2015, Noguera y Gutiérrez 2017). Las larvas de cerambícidos perforan floema y xilema (Akşit et al. 2005), por lo que los síntomas se manifiestan como polvillo de madera en el suelo, orificios de salida y muerte de tronco y ramas (López-Martínez et al. 2015), hasta causar la muerte de la planta en infestaciones prolongadas (Ben-Yakir y Costa 2022).

El hábito críptico de las larvas dificulta la aplicación de insecticidas, por lo que su aplicación se dirige hacia los adultos (Wang 2017). Sin embargo, en la región frutícola de Morelos, México; los productores aplican insecticidas sin conocer su residualidad (Rosas-Sánchez et al. 2023) ni efectividad (Observación personal). Por lo que el estudio de la dinámica poblacional de adultos es vital para definir las épocas adecuadas de control, por lo que el propósito de este trabajo es definir el momento de infestación de *T. mandibularis* y *N. trilineatus*, en Morelos, México; además de evaluar la eficacia de tres insecticidas para el control de adultos de estos escarabajos.

1.2. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en tres huertos de higo en los municipios de Axochiapan (18° 32' 52"N, 98° 48' 21"O), Ayala (18° 32' 52"N, 98° 48' 21"O) y Tepalcingo (18° 35' 00"N, 98° 48' 58"O), en Morelos, México. Los detalles climatológicos se pueden consultar en INEGI (n.d.).

Se realizó un muestreo aleatorio sistemático del 10% de los árboles por cada huerto (70 en Tepalcingo, 48 en Ayala y 32 en Axochiapan), observando las ramas principales

y daños frescos ocasionados por larvas en cuatro puntos cardinales. Además, se registró el número de adultos de *T. mandibularis* y *N. trilineatus* por árbol. El muestreo mensual se hizo de octubre 2021 a octubre 2022. Los adultos colectados fueron preservados e identificados con claves taxonómicas (Maes et al. 2010a, Monné 2005a), y material entomológico de referencia disponible.

Para evaluar la eficacia de los insecticidas utilizados por los productores de la región (observación personal), se estableció en cada huerta un ensayo en bloques completos al azar, con cuatro bloques (gradiente de humedad) y cuatro tratamientos. La unidad experimental (UE) fue dos árboles. Se dejó un árbol sin aplicar entre las UE para mitigar el efecto de deriva entre tratamientos. Los tratamientos se aplicaron tres días después de terminar la poda de fructificación, para evitar efecto de residualidad en frutos.

Las aspersiones se realizaron de 8:00 a 11:00 am, dirigidas a ramas y troncos procurando cubrir los cortes de poda. Se efectuaron cuatro aplicaciones (Cuadro 1) con intervalo de siete días. Se utilizó una mochila aspersora de motor John Deere® de 25 litros de capacidad, presión de 20 a 40 PSI, lanceta con boquilla doble KS de abanico y un gasto calibrado de 2.4 litros de agua por tratamiento.

Cuadro 1. Tratamientos dirigidos a controlar adultos del barrenador de tronco y ramas del higo, Morelos, México.

Tratamiento	Productos	Compuestos	Dosis en 200 - 1 litros de agua	Grupo químico	Modo de acción
T3	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metharizium anisopliae</i>	<i>Beauveria bassiana</i> 20%+ <i>Metharizium anisopliae</i> 30%	500 – 2.5 g mezcla	Biológico	Entomopatógenos. Productos biológicos con múltiples modos de acción.
T2	Confol® 350 SC + Talstar® 100 CE	Imidacloprid 30% + bifentrina 10%	300 – 1.5 ml de cada uno	Neon.* / Piret.	Agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina / Modulador del canal de sodio.
T1	Confol® 350 SC + Matagus® 34	Imidacloprid 30% + permetrina 34%	300 – 1.5 ml de cada uno	Neon. / Piret.	Agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina / Modulador del canal de sodio.
T4	Testigo Absoluto sin aplicación				

*Neonicotinoides/Piretroides.

Se realizaron cuatro evaluaciones con intervalo de siete días y otras cuatro de manera mensual. Se muestrearon 8 árboles y 32 ramas por tratamiento y se calculó el porcentaje de infestación de ramas y árboles.

Los datos de porcentaje de infestación de árbol y ramas se transformaron al arco seno de la raíz cuadrada de $x+1$ para cumplir con los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene), posteriormente se efectuó un análisis de varianza simple y una comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos graficados se reportan sin transformar. Los datos en la evaluación de insecticidas no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, por lo que se les aplicó un análisis no paramétrico mediante la prueba de Friedman. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico SAS® versión 9.0. Los datos se reportan como la media y Error Estándar de la Media (EEM), según corresponda.

1.3. Resultados y Discusión

El promedio anual de infestación a nivel de árbol (a) y ramas (r) difirió estadísticamente entre huertos: 24.5% (a) y 7.5% (r) en Tepalcingo, 58.6% (a) y 23.9% (r) en Axochiapan y 3.52% (a) y 1.0% (r) en Ayala (para árboles: $F= 57.92$, $P< 0.0001$, $GL=2,36$; para ramas: $F= 57.82$, $P< 0.0001$, $GL=2,36$; Tukey $p\leq 0.05$) (Figura 1).

Es posible que el nivel de infestación de *T. mandibularis* y *N. trilineatus* varíe como efecto del manejo agronómico (poda y eliminación de residuos) aplicado por cada productor; así como por la presencia de huertas con higo cultivado y hospederos alternos en la región (guayaba, guamúchil, nopal, papaya, cítricos), que podrían funcionar como reservorio (Noguera y Gutiérrez 2016, McRae et al. 2012, Noguera y Gutiérrez 2017).

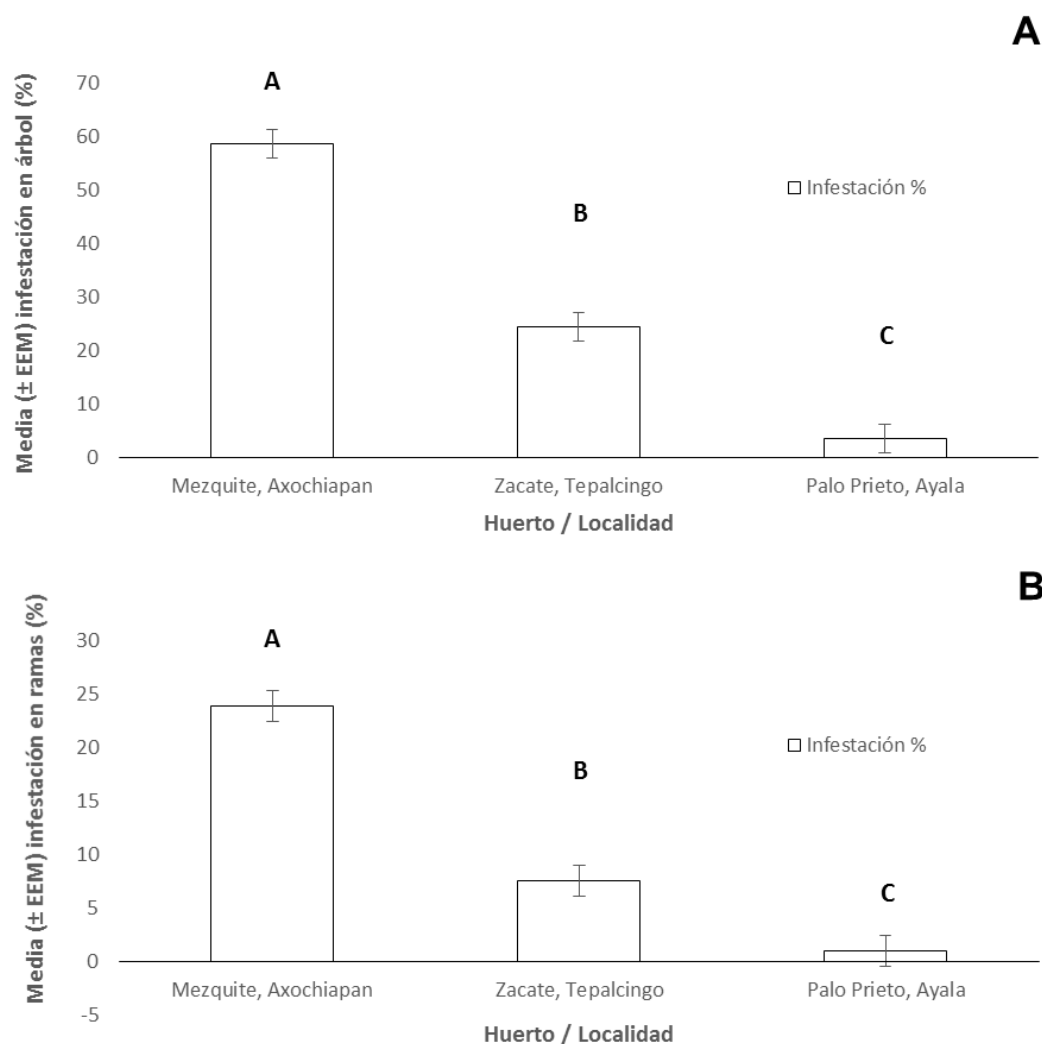


Figura 1. Infestación promedio ($\pm$ EEM=Error Estándar de la Media) en árbol (A) y ramas (B) de higo por larvas de dos cerambícidos en Tepalcingo, Axochiapan y Ayala, Morelos, México (octubre 2021 a octubre 2022). Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p>0.05$).

La infestación se mantuvo constante para cada sitio durante la evaluación a nivel de árbol y ramas, sin embargo, la poda aplicada en agosto-septiembre redujo la infestación en ambas variables para Tepalcingo y Ayala (Figura 2). La mayor actividad de larvas fue detectada de noviembre a principios de abril, período que coincide con lo registrado para *T. mandibularis* en tamarindo (Orozco-Santos et al. 2011).

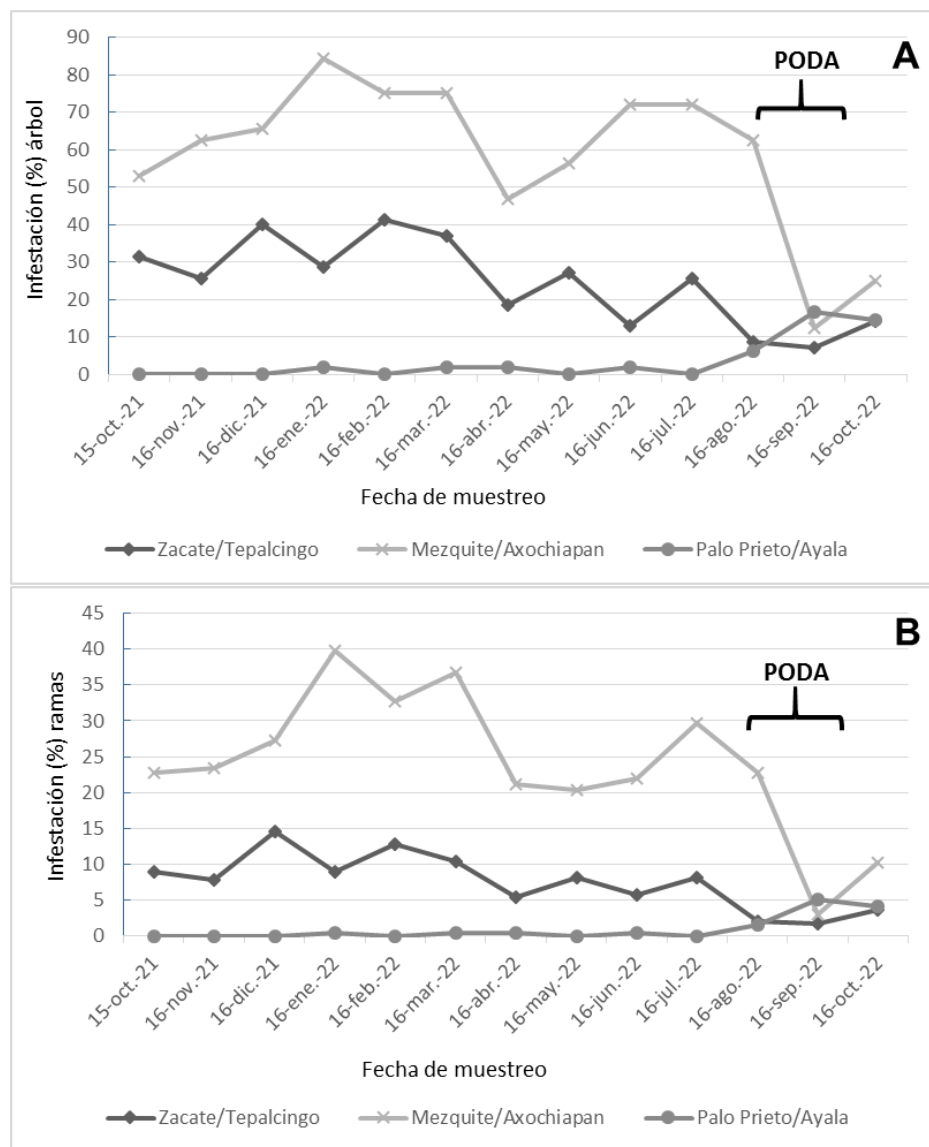


Figura 2. Porcentaje de infestación a nivel de árbol (A) y ramas (B) por barrenadores cerambícidos en higo, en tres huertas comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.

Los adultos de ambas especies estuvieron activos desde finales de la temporada seca (mayo–junio) y durante el periodo de lluvias (julio–octubre) alimentándose, apareándose y ovipositando en las ramas y troncos de los árboles. Este patrón, parece ser similar a lo observado en ambientes no perturbados de Morelos, donde los cerambícidos son más abundantes y diversos en el período de lluvias (Noguera et al.

2002; Martínez-Hernández et al. 2019), posiblemente asociados a los procesos fenológicos de la vegetación (Martínez-Hernández et al. 2019).

No se observó efecto de la aplicación de los insecticidas en la disminución del porcentaje de infestación en árbol y ramas [Friedman $p \leq 0.05$ Tepalcingo (árbol $F = 4.5$, $P = 0.1385$; ramas $F = 6.375$, $P = 0.0318$); Axochiapan (árbol $F = 5.175$, $P = 0.1149$; ramas $F = 5.175$, $P = 0.1261$) y Ayala (árbol $F = 2.85$, $P = 0.3599$; ramas $F = 0.675$, $P = 0.8804$)] (Figura 3).

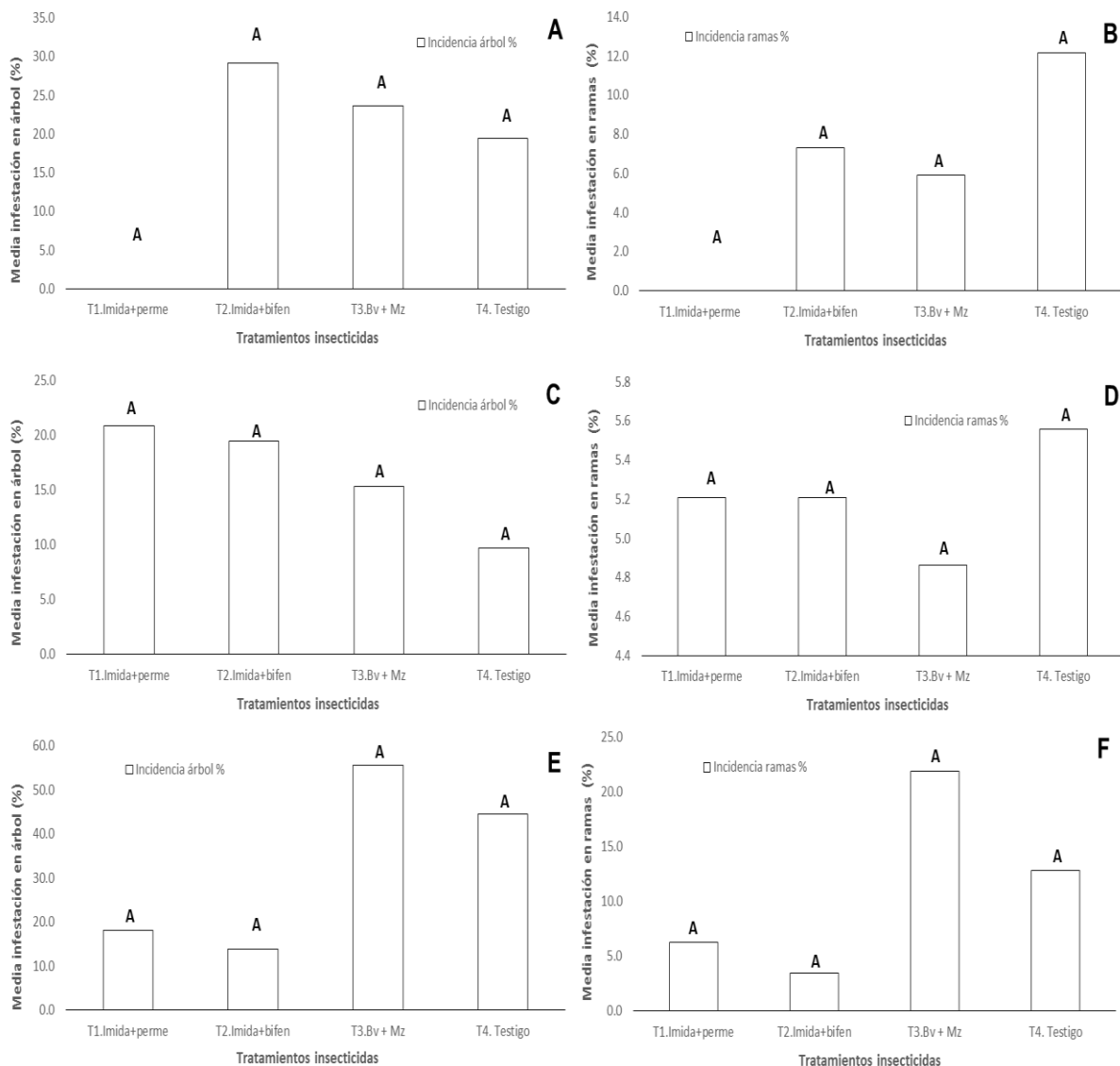


Figura 3. Infestación de cerambícidos en árboles/ramas después de la aplicación de tres insecticidas (uno biológico y dos químicos) en Axochiapan (A y B), Ayala (C y D) y Tepalcingo (E y F), en Morelos, México 2022-2023. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Friedman, $p>0.05$).

Lo anterior contrasta con la efectividad reportada de estos insecticidas contra cerambícidos, aunque en otras especies de árboles. Por ejemplo, imidacloprid ejerce buen control contra *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky), ya sea inyectado al tronco (Poland et al. 2006; Ugine et al. 2012), o en combinación con el entomopatogeno *Metarhizium brunneum* (Russell et al. 2010) bajo condiciones de

laboratorio. También, en aspersiones a la planta de viñedo, imidacloprid ejerce disminución de la infestación de *Acalolepta vastator* (Newman) en vid (Goodwin 2005). Por otro lado, Burke et al. (2012) demostraron eficiencia de bifentrina en aspersiones a pinos contra escolitínos y cerambícidos, y Goodwin (2005) también registró buen control por dos piretroides (β -ciflutrina y λ -cialotrina) contra *A. vastator*.

Otra alternativa que explica la nula efectividad de los productos evaluados, quizá sea el comportamiento de los adultos. Por ejemplo, el bupréstido *Agrilus auroguttatus* Schaeffer se alimenta del follaje de *Quercus agrifolia* Née, y *Q. kelloggii* Newb., por lo que bioensayos con aplicaciones de bifentrina, λ -cialotrina y permetrina a hojas de esos encinos, reducen sobrevivencia y alimentación foliar de *A. auroguttatus* (Coleman et al. 2016). Mientras que no se ha observado que los adultos de *T. mandibularis* y *N. trilineatus* se alimenten del follaje, pero al menos *T. mandibularis* sí lo hace de frutos.

Derivado de los resultados, se recomienda implementar la poda de material leñoso infestado, como estrategia principal en el control de cerambícidos que afectan la producción de higo. La aplicación de insecticidas no muestra control bajo las dosis y método de aplicación utilizados, así que se recomienda evaluar otra forma de aplicación (inyección, al suelo) y otras moléculas.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología por el apoyo económico otorgado a Manuel Hermilo Coyote-Palma (número de becario 99890) y a los productores cooperantes.

1.4. Referencias citadas

- Akşit, Tülin, İsmail Çakmak, y Fatma Özsemerci. 2005. "Some New Xylophagous Species on Fig Trees (*Ficus carica* Cv. *Calymirna* L.) in Aydın, Turkey." *Turkish Journal of Zoology* 29 (3): 211-215.
- Ben-Yakir, David, y Antonio Costa. 2022. "Pests of Fig Trees." In *Advances in Fig Research and Sustainable Production*, edited by M. A. Flaishman and U. Aksoy. CAB International.
- Burke, Jordan L., James L. Hanula, Scott Horn, et al. 2012. "Efficacy of Two Insecticides for Protecting Loblolly Pines (*Pinus taeda* L.) from Subcortical Beetles (Coleoptera: Curculionidae and Cerambycidae)." *Pest Management Science* 68 (7): 1048-1062. <https://doi.org/10.1002/ps.3266>.
- Coleman, Tom W., Sheri L. Smith, Michael I. Jones, et al. 2016. "Effect of Contact Insecticides against the Invasive Goldspotted Oak Borer (Coleoptera: Buprestidae) in California." *Journal of Economic Entomology* 109 (6): 2436-2445. <https://doi.org/10.1093/jee/tow217>.
- Goodwin, Stephen. 2005. "Chemical Control of Fig Longicorn, *Acalolepta vastator* (Newman) (Coleoptera: Cerambycidae), Infesting Grapevines." *Australian Journal of Entomology* 44 (1): 71-76. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2005.00438.x>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. n.d. "Mapas Climatológicos." Accesado enero 20, 2024. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Mapa>.
- López-Martínez, Víctor, Orthon R. Vargas, Iran Alia-Tejacal, et al. 2015. "Xylophagous Beetles (Coleoptera: Buprestidae and Cerambycidae) from *Ficus carica* L. (Moraceae) in Morelos, Mexico." *Coleopterists Bulletin* 69 (4): 780-788. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-69.4.780>.
- Maes, Jean-Michael, Eric van den Berghe, Diethard Dauber, et al. 2010. "Catálogo Ilustrado de los Cerambycidae (Coleoptera) de Nicaragua. Parte II-

Cerambycinae." *Revista Nicaragüense de Entomología* 70 (Suppl. 1): 1- 879.
Sitio web: <http://www.bio-nica.info/RevNicaEntomo/70-2010-S2-Cerambycinae.pdf>

Martínez-Hernández, José Guadalupe, Angélica María Corona-López, et al. 2019. "Seasonal Diversity of Cerambycidae (Coleoptera) Is More Complex Than Thought: Evidence from a Tropical Dry Forest of Mexico." *PeerJ* 7: e7866. <https://doi.org/10.7717/peerj.7866>.

McRae, Ted C., Larry G. Bezark, y Ian Swift. 2012. "Notes on Distribution and Host Plants of Cerambycidae (Coleoptera) from Southern México." *Pan-Pacific Entomologist* 88 (2): 173-187. <https://doi.org/10.3956/2012-10.1>.

Monné, Miguel A. 2005. Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region. Part I. Subfamily Cerambycinae. *Zootaxa* 946 (1): 1- 765. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.946.1.1>.

Noguera, Felipe A., y Nayeli Gutiérrez. 2016. "New Distributional Records of Cerambycidae (Coleoptera) from Mexico." *Coleopterists Bulletin* 70 (3): 656-662. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-70.3.656>.

Noguera, Felipe A., y Nayeli Gutiérrez. 2017. "Taxonomía de Insectos. Orden Coleoptera. Familia Cerambycidae." En *Fundamentos de Entomología Forestal*, editado por David Cibrián, 293-303. Universidad Autónoma Chapingo. ISBN 978-607-12-0467-7.

Noguera, Felipe A., Santiago Zaragoza-Caballero, John A. Chemsak, et al. 2002. "Diversity of the Family Cerambycidae (Coleoptera) of the Tropical Dry Forest of Mexico, I. Sierra de Huautla, Morelos." *Annals of the Entomological Society of America* 95 (5): 617-627. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2002\)095\[0617:DOTFCC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2002)095[0617:DOTFCC]2.0.CO;2).

Orozco-Santos, Mario, Karina García-Mariscal, José Luis Vázquez-Jiménez, et al. 2011. "The Long-Jawed Longhorn Beetle (Coleoptera: Cerambycidae) in Tamarind Trees in the Dry Tropic of Mexico — A Brief Revision." *Southwestern Entomologist* 36 (2): 197-202. <https://doi.org/10.3958/059.036.0208>.

- Poland, Therese M., Robert A. Haack, Toby R. Petrice, et al. 2006. "Field Evaluations of Systemic Insecticides for Control of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in China." *Journal of Economic Entomology* 99 (2): 383-392. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-99.2.383>.
- Rosas-Sánchez, Jael, Hugo Saldarriaga-Noreña, Luis Alberto Chávez-Almazán, et al. 2023. "Occurrence of Pesticide Residues in Fig Crops (*Ficus carica* L.), in Morelos, Mexico." *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 39 (1): 215-227. <https://doi.org/10.20937/RICA.54711>.
- Rusell, Calum W., Todd A. Ugine, y Ann E. Hajek. 2010. "Interactions between Imidacloprid and *Metarhizium brunneum* on Adult Asian Longhorned Beetles (*Anoplophora glabripennis* (Motschuslsky) (Coleoptera: Cerambycidae))." *Journal of Invertebrate Pathology* 105 (3): 305-311. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2010.08.009>.
- Ugine, Todd A., Sana Gardescu, Phillip A. Lewis, et al. 2012. "Efficacy of Imidacloprid, Trunk-Injected into *Acer platanoides*, for Control of Adult Asian Longhorned Beetles (Coleoptera: Cerambycidae)." *Journal of Economic Entomology* 105 (6): 2015-2028. <https://doi.org/10.1603/EC12188>.
- Wang, Qiao. 2017. "Chemical Control of Cerambycid Pests." In *Cerambycidae of the World. Biology and Pest Management*, edited by Q. Wang. CRC Press.

Capítulo II

Infestación de Frutos, Dinámica Poblacional y Control de *Silba adipata*, en Morelos, México²

Manuel Hermilo Coyote-Palma, Víctor López-Martínez, Alfredo Jiménez-Pérez, Iran Alia Tejacal, Mairel Valle-De-La-Paz, y Daniel Perales-Rosas

Resumen

La mosca negra del higo, *Silba adipata* McAlpine (Diptera: Lonchaeidae) causa daños severos y pérdidas económicas considerables al higo si no se controla adecuadamente. Se determinó la infestación de larvas en fruto y la presencia de adultos de *S. adipata*, así como la efectividad de cinco insecticidas en la reducción de frutos infestados en tres huertos comerciales en Morelos, México. La infestación de frutos fue diferente significativamente entre huertas. La mosca negra del higo estuvo presente de diciembre 2021 a agosto 2022 larvas en infrutescencias y adultos, la mayor infestación se registró de enero a abril. Los insecticidas (extracto de aceite de neem 80%, DOCUSAT-CBU+piretrina 0.2%+tierra diatomea, Polisulfuro de calcio 36%+microorganismos microbianos, DOCUSAT-CBU+ piretrina 0.2% y Spinetoram 5.87%) redujeron el número de frutos infestados con respecto al testigo. Se analiza la inclusión de estos productos en un esquema de manejo integrado de la mosca negra del higo.

Palabras clave: Muestreo, incidencia, control, mosca negra del higo.

² Este capítulo está en proceso de publicación en la revista SOUTHWESTERN ENTOMOLOGIST: Coyote-Palma, M. H., López-Martínez, V., Jiménez-Pérez, A., Alia-Tejacal, I., Valle –De la Paz, M., Perales-Rosas, D.

Fruit infestation, population dynamics, and Control of *Silba adipata* in Morelos, Mexico

Abstract

The black fig fly, *Silba adipata* McAlpine (Diptera: Lonchaeidae), causes severe damage and significant economic losses in figs when not properly managed. Fruit infestation by larvae and the presence of *S. adipata* adults were assessed, as well as the effectiveness of five insecticides in reducing infested fruits in three commercial orchards in Morelos, Mexico. Fruit infestation was significantly different among orchards. The black fig fly was present from December 2021 to August 2022, with larvae found in the fruit clusters and adults observed, with the highest infestation occurring from January to April. The insecticides (80% neem oil extract; DOCUSAT-CBU + 0.2% pyrethrin + diatomaceous earth; 36% calcium polysulfide + microbial agents; DOCUSAT-CBU + 0.2% pyrethrin; and 5.87% spinetoram) reduced the number of infested fruits compared to the control. The potential inclusion of these products in an integrated management strategy for the black fig fly is discussed.

Keywords: Sampling, incidence, control, black fig fly

2.1. Introducción

La mosca negra del higo, *Silba adipata* McAlpine (Diptera: Lonchaeidae), es una de las principales plagas que ocasiona daños directos de cultivares y silvestres en la mayoría de los países que producen higo (*Ficus carica* L.; Rosales: Moraceae) (Abbes et al. 2021, Paniagua-Jasso et al. 2024), con pérdidas de hasta el 90% (Abbes et al. 2021, Lasa et al. 2025). Desde su introducción a México (2019-2020) (Rosas et al. 2021, Santos y Juárez, 2021), se ha diseminado a áreas de producción de higo.

La mosca negra es de ciclo de vida corto, con hasta seis generaciones al año (Abbes et al. 2021). En Morelos, uno de los principales estados productores de higo, se aplican varios ingredientes activos para el control de la mosca negra: malatión, diazinón, monocrotofós, cipermetrina, permetrina, deltametrina, imidacloprid, spinetoram, disolventes de quitina, y extractos botánicos repelentes (observación personal).

No conocemos reportes de la intensidad temporal del daño, o de la fluctuación poblacional de los adultos de la mosca negra, información útil para definir el momento adecuado de aplicar medidas de control. Además, debido a la importancia que tiene esta fruta en el mercado de exportación y los requerimientos de inocuidad que la fruta debe cumplir para exportarse a Estados Unidos (Food Safety Modernization Act of 2011, 2011; 40 CFR 180.101), una alternativa viable es el uso de insecticidas de origen botánico.

2.2. Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en tres huertos de higo variedad Black Mission en Axochiapan (18°32'52" N, 98°48'21"O; 1,100 msnm), Ayala (18°41'56"N, 98°56'47"O; 1,162 msnm) y Tepalcingo (18°35'00"N, 98°48'58"O; 1,150 msnm) en Morelos, México (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de las plantaciones utilizadas en el presente trabajo, cultivadas con higo var. Black Mission, Morelos, México.

Municipio /Huerto	Localidad	Número de árboles	Edad (años)	Superficie (ha)
Axochiapan/ Mezquite	Telixtac	320	6	0.50
Ayala/Palo prieto	San Juan Ahuehuevo	480	7	0.70
Tepalcingo/ Zacate	Tepalcingo	700	15	1.00

Las huertas se encuentran en terrenos planos con marcos de plantación rectangular, con riego rodado y sin aplicación de insecticidas durante el tiempo que se realizó la investigación.

Se realizaron 24 muestreos quincenales de octubre de 2021 a octubre de 2022. Se utilizó un muestreo aleatorio simple en un patrón de zig-zag, donde se seleccionaron dos plantas en 5 puntos. La separación entre puntos de muestreo fue 50 a 60 metros procurando distribuirlos de manera uniforme. En la parte media del dosel de cada árbol se observaron 10 frutos por planta y se disectaron aquellos frutos que presentaron una tonalidad de color verde pálido a color marrón, signo característico del daño (Figura 4).



Figura 4. Frutos de higo cv. Black Mission con síntomas de infestación por *Silba adipata*.

Se evaluó la proporción de frutos infestados.

Se colocaron 20 trampas matadoras por huerta elaboradas con botellas de PET de 500 ml. A cada botella se le hicieron tres orificios de 5 mm de diámetro distribuidos equitativamente alrededor de su circunferencia y ubicados a 16 cm de altura. Se colocaron 10 trampas cebadas con torula y 10 trampas con sulfato de amonio al 4% (250 a 300 ml de la mezcla agua+cebo por cada trampa), distribuidas equitativamente en cuatro hileras de árboles en todo el huerto (5 trampas por hilera). Se colocaron a 1.20 m de altura. El período y frecuencia de revisión de las trampas, fue similar que en la determinación de frutos infestados.

Se calculó el índice moscas por trampa por día.

Las moscas capturadas fueron determinados morfológicamente con Santos y Juárez (2021). Una muestra de las moscas en cada sitio fue identificada molecularmente como *Silba adipata* con lo establecido por Valle de la Paz et al. (2022).

Se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones en el período 20 de marzo al 22 de abril de 2023. La unidad experimental fue un árbol. Se dejó un árbol sin aplicar para mitigar el efecto de deriva entre tratamientos. La asignación de tratamientos fue al azar. Los tratamientos aplicados fueron: T1: Extracto de aceite de neem 80% C.E. (600 mL/ha⁻¹), piretrina 0.2 % + tierra diatomeas mayor a 80 % + DOCUSAT-CBU, sales potásicas de ácidos grasos (1.5 kg + 1.5 kg + 600 mL/ha⁻¹; T3: polisulfuro de calcio 36 % + microorganismos microbianos (3 L/ha⁻¹); T4: DOCUSAT CBU + piretrina 0.2 % (600 mL + 1.5 kg/ha⁻¹); T5: spinetoram 5.87 % (120 a 150 mL/ha⁻¹); T6: Testigo absoluto sin aplicación.

Se utilizó una mochila de motor de dos tiempos a gasolina marca John Deere® de 25 litros de capacidad, presión de 20 a 40 PSI, lanceta con boquilla doble KS tipo abanico y gasto calibrado de 600 mL por árbol. Las aspersiones se realizaron de 8:00 a 11:00 a.m. Las aplicaciones se dirigieron al follaje y mayormente a los frutos. Se efectuaron cuatro aplicaciones con intervalo de siete días.

Previo a la primera aplicación se evaluó la infestación. Después de cada aplicación se muestrearon 96 frutos por tratamiento seleccionados al azar, y se calculó el porcentaje de infestación. Los datos de porcentaje de infestación se transformaron a raíz cuadrada para cumplir con los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Se efectuó un análisis de varianza y comparación múltiple de medias a través de la prueba DMS. En todos los casos, la probabilidad de rechazo fue de 0.05. Los datos se reportan como la media y error estándar de la media. A los datos de los promedios del porcentaje de infestación de los muestreos de cada tratamiento de la evaluación de insecticidas se les aplicó las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene cumpliendo con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, posteriormente se efectuó un análisis de varianza simple

y separación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$). El índice MTD obtenido por tratamiento en las trampas se analizó por medio de una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico SAS® versión 9.0 sobre Windows.

2.3. Resultados

Dinámica poblacional de infestación en frutos. El promedio de frutos infestados para las tres huertas en primavera fue de 17.9%, verano 11.5%, otoño 3.2% e invierno 22.8%. Se identificaron dos periodos de mayor infestación, el primero de mediados de diciembre a mediados de abril y el segundo de junio a julio (Figura 5).

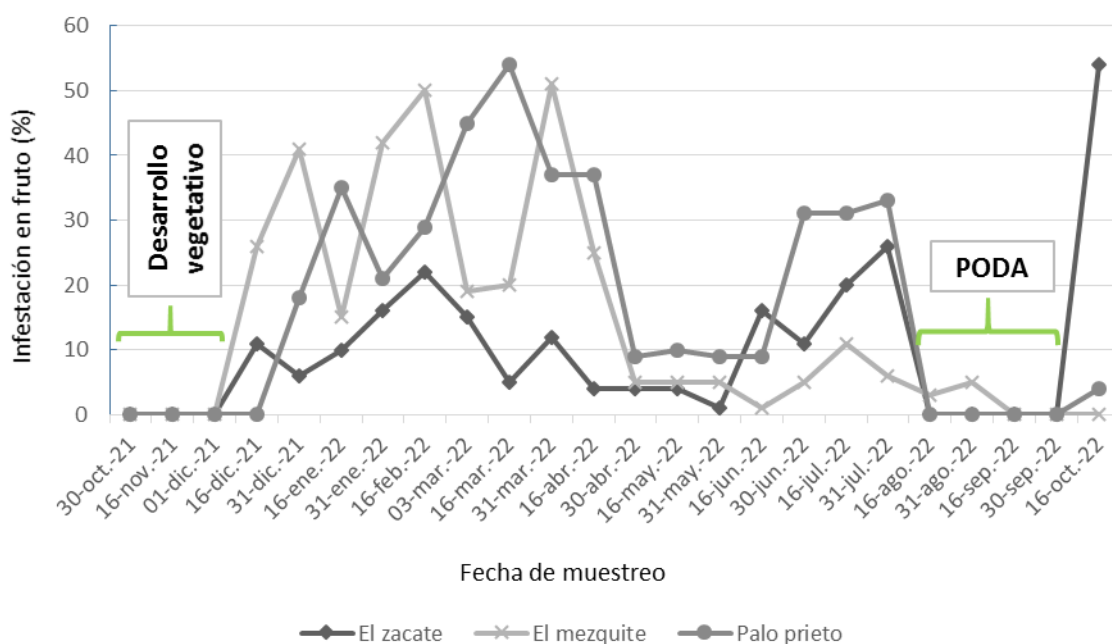


Figura 5. Porcentaje de infestación de higos por larvas de *Silba adipata* en tres huertas en Morelos, México.

Durante la segunda quincena de diciembre se observaron los primeros frutos con daño en todas las huertas. La infestación continuó hasta julio-agosto de 2022. La mayor infestación ocurrió en enero, febrero, marzo y julio.

El promedio anual de frutos infestados por la mosca negra fue 9.8% en Tepalcingo, 13.9% en Axochiapan y 17.1% en Ayala. La infestación en fruto en Tepalcingo fue significativamente menor que en Ayala y Axochiapan ($F=2.39$, $P=0.1007$, $GL=2,60$, $DMS p>0.05$).

El trampeo de adultos se comenzó desde finales de enero hasta septiembre de 2022. En las trampas cebadas con torula, el periodo con mayores capturas fue de enero a abril de 2022 y en las cebadas con sulfato de amonio al 4%, de febrero a abril de 2022 (Figura 6).

No se observó efecto del atrayente utilizado en el promedio de mosca por trampa por día (0.015 moscas con torula y 0.032 con sulfato de amonio al 4%) (KW, Chi-Square= 0.6393, $gl=1$, $p>0.05$).

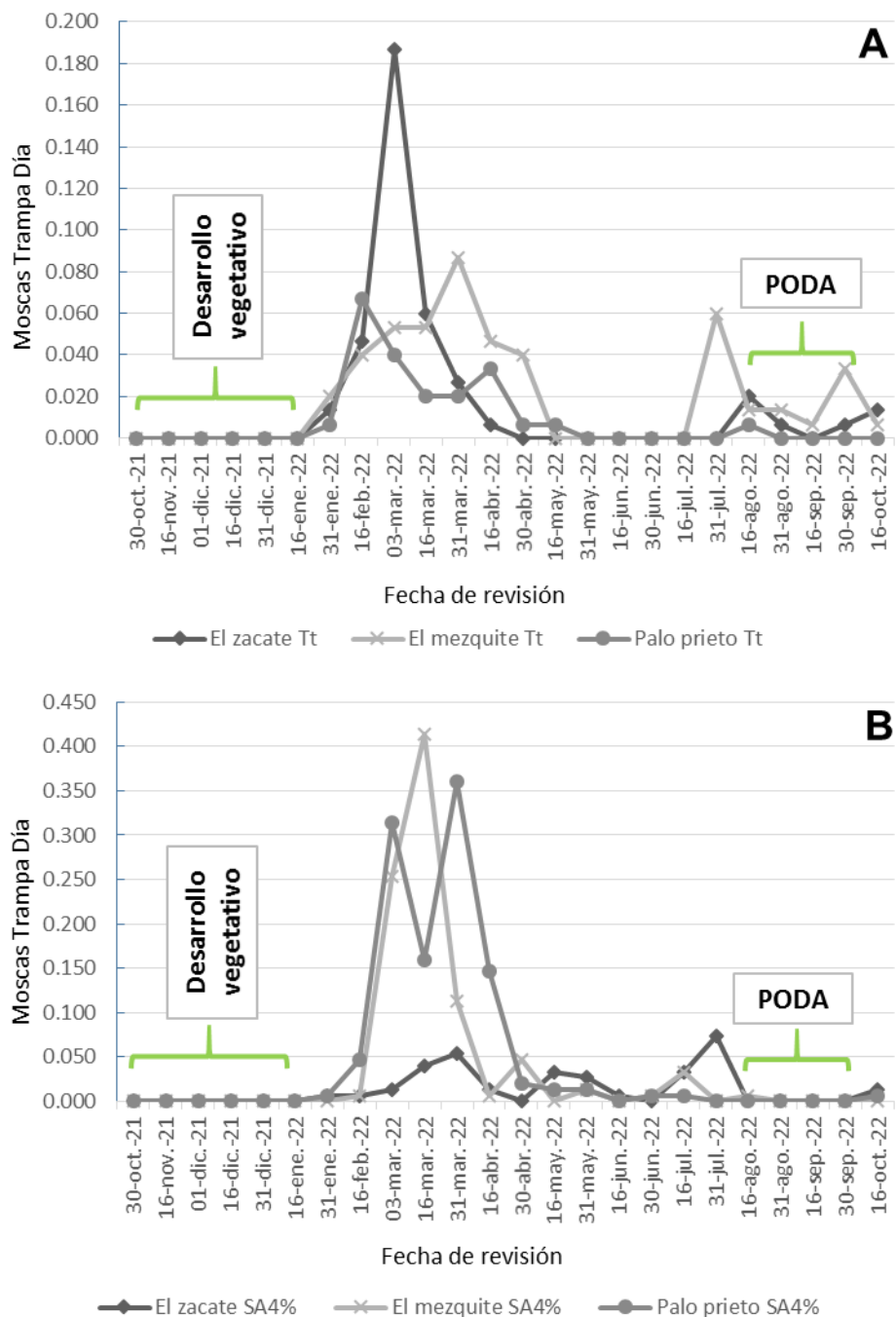


Figura 6. Moscas por Trampa por Día en trampas cebadas con A) Torula y B) sulfato de amonio al 4%; en tres huertas comerciales en Morelos, México (Octubre 2021 a Octubre 2022).

No se observaron diferencias significativas entre los insecticidas, pero resultaron en menor infestación con respecto al testigo ($F= 3.46$; $P= 0.0003$; $GL= 5,45$, Tukey $p>0.05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evaluación de insecticidas para el control de la mosca negra del higo en tres huertas comerciales en Morelos, México (2023).

Tratamiento	Infestación (%)	Costo de aplicación (US\$/ha ⁻¹)	Reducción de frutos infestados respecto al testigo	Reducción respecto al testigo (%)
T6. Testigo	18.58 a	—	—	—
T5. Spinetoram 5.87%	10.24 b	30.7	8	42.1
T3. Polisulfuro de calcio 36% + microorganismos microbianos	9.03 b	29	10	52.6
T1. Extracto de Aceite de Neem 80%	8.85 b	22.6	10	52.6
T2. Piretrina 0.2 % + tierra diatomeas mayor 80% + DOCUSAT-CBU, sales potásicas de ácidos grasos	6.77 b	50.1	12	63.1
T4. DOCUSAT-CBU + piretrina 0.2 %	6.68 b	44.3	12	63.1

Los valores de cada columna seguidos con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $p>0.05$).

2.4. Discusión

Las primeras moscas se capturaron 45 días después del primer signo de infestación de larvas en la fruta. Esto sugiere que las larvas y pupas se desarrollan en 45 días en el área de estudio. La mayor captura de moscas fue también en febrero-abril en trampas cebadas con torula o con sulfato de amonio 4% y coincidió con la época de mayor producción de siconos (verdes y con madurez fisiológica-comercial).

Los insecticidas evaluados pueden utilizarse en un programa de manejo integrado de la mosca negra en higo, mediante aplicaciones preventivas antes de observar frutos (siconos) infestados o cuando miden menos de 1 cm de diámetro. Tomando en cuenta el costo por aplicación y la reducción del número de frutos infestados, el extracto de aceite de neem (azadiractina) puede considerarse como el mejor tratamiento debido a las características que posee para el control de plagas: efectos antialimentarios, reducción de crecimiento, incremento de la mortalidad, mudas anormales y retrasadas, y esterilidad (Mordue, 2004).

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por el apoyo económico otorgado a Manuel Hermilo Coyote-Palma (número de becario 99890) y a los productores cooperantes.

2.5. Referencias Citadas

- Abbes, Khaled, Abir Hafsi, Ahlem Harbi, Messaoud Mars, y Brahim Chermiti. "The black fig fly *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae) as an emerging pest in Tunisia: Preliminary data on geographic distribution, bioecology and damage." *Phytoparasitica* 49, no.1 (2021): 49-59.
- Food Safety Modernization Act of 2011, Pub. L. No. 111-353, § 103, 124 Stat. 3885 (2011).
- Katsoyannos, Byron I., y Patrick M. Guerin. "Hexanol: a potent attractant for the black fig fly, *Silba adipata*." *Entomologia experimentalis et applicata* 35, no. 1 (1984): 71-74.
- Lasa, Rodrigo, Laura Navarro-de-la-Fuente, Iain MacGowan, y Trevor Williams. "A complex of lance flies (Diptera: Lonchaeidae) infesting figs in Veracruz, Mexico, with the description of a new species". *Insects* 16, no. 5 (2025): 458.
- Paniagua-Jasso, Eduardo, Manuel Alejandro Tejeda-Reyes, Ana Mabel Martínez-Castillo, José Isaac Figueroa-de la Rosa, Diana Vely García-Banderas, Luis Jesús Palma-Castillo, Carlos Patricio Illescas-Riquelme, y Samuel Pineda-Guillermo. "Bioecological parameters of the black fig fly, *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae), collected from fig crops in Mexico." *Insects* 15, no. 11 (2024): 883.
- Rosas, Daniel Perales, Dagoberto Guillén Sánchez, Mairal Valle de la Paz, y Ricardo Hernández-Pérez. "Efectividad Biológica de Atrayentes Para el Monitoreo de *Silba adipata* en Higo en Morelos, México." *Southwestern Entomologist* 46, no. 4 (2021): 991-1000.
- Santos, Estela Martha y Juárez, Miguel Ángel. 2021. Estrategia operativa para el manejo fitosanitario de la mosca del higo negro *Silba adipata* McAlpine, 1956 (Diptera: Lonchaeidae). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/690628/Estrategia_operativa_mosca_del_higo_2021_compressed.pdf

Valle de la Paz, Mairel, Jiménez Barranco, R., Hernández Romano, J., y Perales Rosas, Daniel. 2022. "Implementación de un método molecular para la caracterización de *Silba adipata* McAlpine, 1956 (Diptera: Lonchaeidae) en higo (*Ficus carica* L.)." En Memorias del 15° Foro Estatal y 7° Foro Regional de Investigación y Experiencias Educativas y Productivas Miacatlán, Morelos. *Memorias del 15° Foro Estatal y 7° Foro Regional de Investigación y Experiencias Educativas y Productivas*, 65-66. Miacatlán, Morelos.

Capítulo III

Dinámica de daño en follaje y control biorracional de la roya del higo (*Cerotelium fici*) en Morelos, México³

Manuel Hermilo Coyote-Palma, Víctor López-Martínez, Iran Alia-Tejacal, Edgar Martínez-Fernández, Francisco Perdomo-Roldan, Mairel Valle-De la Paz, Daniel Perales-Rosas

Resumen

Antecedentes/Objetivo. La roya del higo, *Cerotelium fici* (Butler), es una enfermedad de importancia económica que afecta la producción de este cultivo. El objetivo de este estudio fue determinar la dinámica temporal de la roya en follaje y evaluar la eficacia de cinco fungicidas biorracionales para reducir la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y su tasa relativa de desarrollo (rABCPE) en Morelos, México.

Materiales y Métodos. El estudio se realizó en tres huertos comerciales de higo en Morelos, México. La incidencia y severidad de la roya se evaluaron mediante muestreo aleatorio en zig-zag, examinando 80 hojas por huerto. La severidad se estimó con una escala visual y se transformó a porcentaje mediante la fórmula de Townsend y Heuberger. Adicionalmente, se evaluó la eficacia de cinco fungicidas biorracionales bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se realizaron cuatro aplicaciones semanales y se determinó la incidencia, severidad, área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) y su tasa relativa. Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados. La incidencia y severidad de la roya fueron significativamente mayores en Ayala y Axochiapan, que en Tepalcingo (incidencia $F= 9.2$, $P< 0.0003$, $GL=2,66$;

³ Este capítulo está en proceso de publicación en la: REVISTA MEXICANA DE FITOPATOLOGIA Coyote-Palma, M. H., López-Martínez, V., Alia-Tejacal, I., Martínez-Fernández, E., Perdomo-Roldan, F., Valle-De la Paz, M., Perales-Rosas, D.

severidad $F = 11.2$, $P < 0.0001$, $GL = 2,66$; Tukey $p \leq 0.05$). La enfermedad presentó su mayor intensidad durante el verano, aunque se observaron dos periodos de incremento: de diciembre a marzo y de junio a agosto. Los tratamientos a base de azufre elemental + tierra diatomea, polisulfuro de calcio + microorganismos microbianos e hidróxido de calcio micronizado + sulfato de cobre pentahidratado, redujeron significativamente el área bajo la curva de progreso de la enfermedad y su tasa relativa de desarrollo, en comparación con el testigo ($F = 14.8$, $P < 0.0001$, $GL = 5, 45$; Tukey $p \leq 0.05$).

Conclusión. La roya del higo mostró una dinámica influenciada por la localidad y época del año, alcanzando su mayor intensidad durante el verano. Los fungicidas biorracionales evaluados disminuyeron significativamente el progreso de la enfermedad, evidenciando su potencial como herramientas complementarias dentro de programas de manejo integrado para la producción de higo en Morelos, México.

Palabras clave: Incidencia, severidad, fungicidas biorracionales, efectividad biológica.

3.1. Introducción

La roya del higo, *Cerotelium fici* (Butler) Arthur, es una enfermedad de suma importancia y está distribuida a nivel mundial en todas las regiones donde se cultiva el higo (Parthasarathy et al., 2020). Un manejo inadecuado de la enfermedad puede ocasionar daños severos en hojas y frutos (atizonamiento, manchado y caída), con reducción de la calidad comercial y rendimiento, al afectar la maduración del fruto (Verga y Nelson, 2014). Una característica adicional, es que afecta no solo a especies de *Ficus*, sino también a *Broussonetia*, *Maclura* y *Morus* (McKenzie, 1986; Parthasarathy et al., 2020).

Los primeros síntomas de la enfermedad consisten en pequeñas manchas amarillentas en el haz de la hoja, posteriormente bajo estas manchas aparecen pústulas elevadas de color marrón rojizo en el envés, seguidamente se forman manchas angulares que en etapas avanzadas se unen y forman áreas necróticas en el envés; mientras que las pústulas correspondientes al haz, esporulan. Las hojas infectadas caen prematuramente y es posible el desarrollo de pústulas elevadas en forma de ampolla en frutos (McKenzie, 1986; Parthasarathy et al., 2020; Verga y Nelson, 2014).

Las uredosporas de la roya se propagan por el aire desde árboles infectados, mientras que las teliosporas hibernan en las hojas del árbol o en el suelo dentro de huertos. Las esporas de la roya pueden sobrevivir en hojas caídas y servir como fuente de inóculo para infecciones nuevas (Mostowfizadeh-Ghalefarsa et al., 2022; Verga y Nelson, 2014).

En 2014 se registraron daños severos de la roya del higo en plantaciones comerciales y viveros de importancia económica en Montenegro (Latinovic et al., 2015). La roya del higo se ha identificado ocasionando daños en cuatro distritos de Tamil Nadu, India registrando incidencias que van de un 95 a 100% (Parthasarathy et al., 2020).

En el área de producción de higo en Morelos, México, la roya del higo registra alta incidencia (96-100 %) y severidad de hasta 70% (Solano-Báez et al., 2017; Del Sol-

Rodríguez et al., 2021). Al conocer los daños que causa la roya del higo en el cultivo se hace de suma importancia identificar la dinámica de daño de la enfermedad para definir los periodos con mayor susceptibilidad de control. El objetivo de este trabajo fue evaluar la incidencia y severidad de la roya del higo durante un ciclo de producción del frutal, así como la efectividad de cinco fungicidas biorracionales para su control.

3.2. Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio. La investigación se realizó en tres huertos con producción a cielo abierto ubicadas en Axochiapan (18°32'52"N, 98°48'21"O, 1,100 msnm), Ayala (18°41'56"N, 98°56'47"O, 1,162 msnm) y Tepalcingo 18°35'00"N, 98°48'58", 1,150 msnm), en Morelos, México. El clima es cálido subhúmedo (Aw2), con temperatura media anual de 21.5°C, lluvias en verano de junio a septiembre con precipitación pluvial media anual de 900 mm (INEGI, 2022). Las huertas experimentales se encuentran en terrenos planos con marcos de plantación rectangular, suelos con textura arcillosa, bajo riego rodado utilizando agua de pozo profundo y de jagüey proveniente del canal Tenango, sin aplicación de fungicidas durante el tiempo que se realizó el ensayo de control.

Dinámica de daño en hojas. Para determinar la incidencia, se utilizó un muestreo simple aleatorio en un patrón de zig-zag, donde se muestrearon dos plantas en cinco puntos (Ploper et al., 2006), la separación entre puntos fue entre 40 y 50 m. Se seleccionaron ocho hojas por planta, dos por cuadrante, en las que se evaluó la presencia de síntomas (80 hojas por huerta) (Del Sol-Rodríguez et al., 2021). En estas mismas hojas se evaluó la severidad de la enfermedad de forma visual, con la escala de Prakashan y Thamburaj (1991) (Cuadro 4) (Del Sol-Rodríguez et al., 2021). El valor porcentual de la severidad fue calculado con la fórmula de Townsend y Heuberger (1943):

La identificación de síntomas y signos de la roya, fueron realizadas de acuerdo con lo reportado por Del Sol-Rodríguez et al. (2021), Latinovic et al. (2015), Parthasarathy et al. (2020), Solano-Báez (2017) y Verga y Nelson (2014).

Cuadro 4. Escala visual para determinar la severidad de la roya del higo (Del Sol-Rodríguez et al., 2021).

Grado	Nivel de daño
0	Hoja sana
1	Hasta 1% de daño
2	De 1 a 10 % de daño
3	De 11 a 15 % de daño
4	De 26 a 50 % de daño
5	Más de 50 % de daño

FUENTE: <https://doi.org/10.18781/R.ME.X.FIT.2408-5>

Incidencia. Se calculó mediante la siguiente fórmula: $\%I = n/N \times 100$, donde I = Incidencia en hojas, n = Número de hojas con daño, N = Número total de hojas muestreadas.

Severidad. Se determinó con la misma muestra de hojas utilizadas en la evaluación de incidencia, y se transformó a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsend y Heuberger (1943), teniendo en cuenta el porcentaje del área foliar afectada (Del Sol-Rodríguez et al., 2021; Prakashan y Thamburaj, 1991) (Cuadro 4):

$$P = \left(\sum \frac{(n * v)}{CM * N} \right) * 100$$

Donde P = porcentaje de infección, n = número de hojas por cada nivel de la escala, v = valor numérico de cada nivel, CM = categoría mayor, N = número total de hojas evaluadas.

Evaluación de fungicidas para el control de la roya. Se estableció un experimento para evaluar cinco fungicidas biorracionales (Cuadro 5) en las tres huertas comerciales, con un diseño en bloques completos al azar debido al gradiente de

humedad, con cuatro bloques. La unidad experimental UE estuvo constituida por un árbol, y se dejó un árbol sin aplicar entre las UE para mitigar el efecto de deriva entre tratamientos. La asignación de tratamientos fue al azar. Los arboles seleccionados en las tres huertas han recibido manejo similar en cuanto a podas de fructificación, nutrición edáfica y foliar, riego y manejo agronómico y fitosanitario, en cuanto a edad los arboles de las huertas de Ayala y Axochiapan tienen de 6 a 7 años y en la de Tepalcingo 15 años.

Cuadro 5. Tratamientos fungicidas evaluados para el control de la roya del higo.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis 200 / 1 litros de agua	Grupo químico	Modo de acción ²
T1	Hidróxido de calcio micronizado (95%) + sulfato de cobre pentahidratado (98%) 1%	2 kg / 10 gr de cada uno	Inorgánico	Multi sitio inorgánico
T2	Azufre elemental al (80%) + tierra diatomea mayor (80%) 0.25%	0.8 kg / 4 g de cada uno	Inorgánico	Multi sitio
T3	Bicarbonato de sodio 1%	2 kg / 10 g	no definido	No definido
T4	Polisulfuro de calcio (36%) + microorganismos microbianos	2 litros / 10 ml	Calcogenuros - microbianos	Multi sitio
T5	Octanoato de cobre (10%)	500 ml / 2.5 ml	Inorgánico	Multi sitio inorgánico
T6	TESTIGO			

²: Clasificación con base al Fungicide Resistance Action Committee (2025).

La aplicación de productos se realizó con una mochila aspersora de motor de dos tiempos a gasolina (John Deere) de 25 L de capacidad y a una presión de 20 a 40 PSI, lanceta con doble boquilla KS de abanico y gasto calibrado de 2.4 L de agua por tratamiento. Las aspersiones se realizar de 8:00 a 11:00 am, con poco viento. Las aplicaciones se dirigieron al follaje. Se efectuaron cuatro aplicaciones, con intervalo de siete días.

Previo a la primera aplicación se evaluó la incidencia en las UE, posteriormente se realizó la primera aplicación. En total se hicieron cuatro evaluaciones posteriores a cada aplicación. Por tratamiento se muestrearon 96 hojas (24 por planta, seis por

cuadrante), a partir de las cuales se calcularon incidencia y severidad con las fórmulas antes mencionadas. Adicionalmente se determinó el comportamiento de la enfermedad por tratamiento en el transcurso del tiempo con el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) y su tasa relativa de desarrollo (ABCPEr) (Jeger y Viljanen-Rollinson, 2001; Shaner y Finney, 1977), con las fórmulas:

$$ABCPE = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

$$rABCPE = \frac{ABCPE}{(t_{i+1} - t_i) \times 100}$$

Dónde: Y_i = severidad en cada lectura, t_i = tiempo en cada lectura y n = número de lectura.

Análisis estadístico. En la dinámica de daño los datos de porcentaje de severidad se transformaron a raíz cuadrada para cumplir con los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene), mientras que los datos de porcentaje de incidencia se utilizaron en su forma original. En ambos casos, se realizó un análisis de varianza y comparación múltiple de medias por Tukey ($p \leq 0.05$).

Para la evaluación de fungicidas, los datos de porcentaje de severidad de los muestreos en cada tratamiento fueron integrados mediante ABCPE y ABCPEr, después de cumplir los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se efectuó análisis de varianza y separación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$). Los datos se reportan como media y error estándar de la media (EEM), según corresponda. Todos los análisis se realizaron con el software SAS® ver 9.0 para Windows.

3.3. Resultados y discusión

3.3.1. Dinámica de daño en hojas.

Se observaron dos periodos de mayor incidencia y severidad de la roya del higo en los sitios de estudio, el primero de diciembre a marzo y el segundo de junio a agosto, este último con mayor intensidad (Figura 7). La roya se encontró durante todo el periodo del estudio, excepto en etapa de poda (16 de agosto y 16 de septiembre). Del Rol-Rodríguez et al. (2021) reportaron incidencia y severidad alta de la roya en los períodos de febrero a marzo y de agosto a octubre en 2019, el segundo período con mayor incidencia y severidad. En comparación, Solano-Báez et al. (2017) observaron incidencia del patógeno en huertos, invernaderos y huertos familiares en Morelos, Puebla, Estado de México y Ciudad de México de agosto a octubre en 2015 y 2016. Alvarado-Huamán et al. (2020) también registraron dos periodos con diferente severidad de la roya del café, uno en la estación de lluvias y otro en la estación seca la cual presentó la mayor severidad, resultado inesperado por salir de la generalidad de que la severidad de las enfermedades en plantas se correlaciona fuertemente con temperaturas y precipitaciones altas.

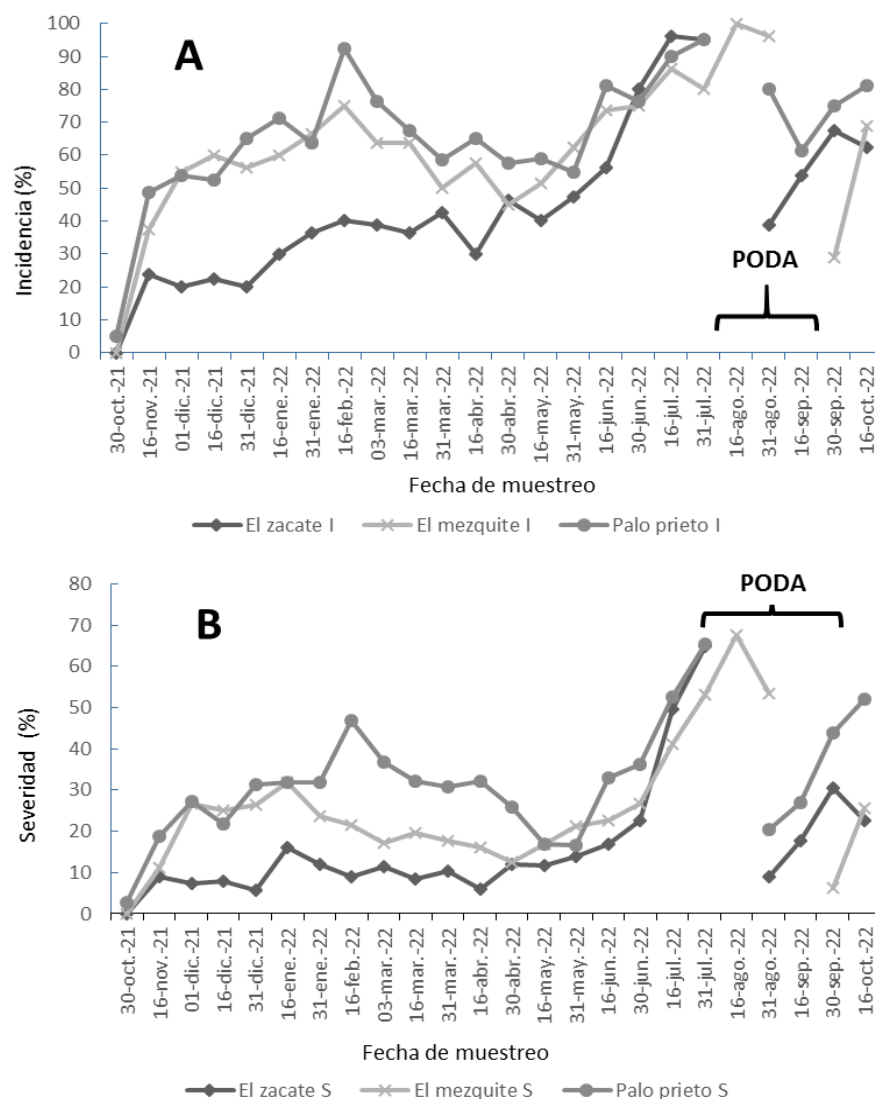


Figura 7. Porcentaje de incidencia (A) y severidad (B) de la roya en hojas de higo, en tres huertas comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.

La humedad relativa alta favorece la proliferación de la enfermedad, condición presente durante junio a septiembre correspondiente a la temporada de lluvias para Morelos. Las esporas del patógeno se desarrollan favorablemente en climas cálidos y húmedos, con al menos 14 h de humedad continua para germinar en la superficie de hojas y frutos (McKenzie, 2014; Verga y Nelson, 2014). Lluvia abundante y temperatura cálida pueden considerarse como condiciones óptimas para la infección y el desarrollo de la epifitía (McKenzie, 1986). De acuerdo al comportamiento de la

incidencia y severidad observado, la enfermedad se mantiene en los huertos a lo largo de todo el ciclo de producción del frutal en menor o mayor nivel, los meses con los mayores registros de infección son los indicados para anticipar y reforzar las medidas de manejo y control en tiempo y forma para mitigar los daños que la enfermedad pueda causar. Parthasarathy et al. (2020) recomiendan aplicar medidas de control preventivas al inicio de la infección durante la época de frío (de octubre a abril) en Tamil Nadu, India.

La poda de rejuvenecimiento y fructificación redujo de manera inmediata la incidencia y severidad de la roya del higo, ya que se eliminó totalmente el follaje y al patógeno de manera conjunta (material infeccioso), todo el material vegetal podado se colocó fuera del huerto para incinerarlo, esto limitó la dispersión de la enfermedad en espacio y tiempo lo que permitió iniciar un nuevo ciclo de producción con menor probabilidad de ataques severos durante la brotación vegetativa al limitar el inóculo inicial, por lo que se recomienda como actividad primordial en el manejo y control de la roya del higo. Avelino et al. (2004) mostraron en sus resultados la reducción simultánea del inóculo disponible para la dispersión de la roya y la probabilidad de intercepción de esporas hasta el desarrollo de nuevo follaje mediante la poda.

El promedio anual de incidencia-severidad fue diferente entre las huertas, 69.4-31.8 % en Ayala, 61.4-25.3 % en Axochiapan y 44.5-14.4 % en Tepalcingo. La incidencia y severidad de la roya en Tepalcingo fueron significativamente menor que las registradas en Ayala y Axochiapan, las cuales resultaron estadísticamente iguales entre sí (Incidencia $F= 9.2$, $P< 0.0003$, $GL=2,66$; Severidad $F= 11.2$, $P< 0.0001$, $GL=2,66$; Tukey $p\leq 0.05$) (Figura 8).

En seis huertas de higo en los municipios de Axochiapan, Ayala y Tepalcingo Morelos, México se detectó a la roya del higo con valores de incidencia de 75 a 100% de febrero a marzo, 66 a 96% de agosto a octubre y severidad de 25 a 70% de febrero a marzo y un valor máximo de 66.5% de agosto a octubre (Del Sol-Rodríguez, 2019). Parthasarathy et al. (2020) reportan porcentajes de incidencia de la roya de 95, 98 y 100% en tres distritos de Tamil Nadu, India registrados de octubre 2018 a abril 2019.

Los síntomas característicos de la enfermedad se observaron en hojas y frutos, el ataque del patógeno así como la expresión de la enfermedad inicia por las hojas y posteriormente pasa al fruto (sicono), el tiempo que transcurre entre los dos eventos depende de las condiciones ambientales y del manejo fitosanitario, por lo que se recomienda realizar medidas de control preventivas para reducir daños severos en follaje y evitar la infección en los frutos (Figura 9). Latinovic et al. (2015) encontraron el patógeno solo en las hojas y refieren que Mijuskovic (1963) también mencionó la roya del higo solo en las hojas. Ferrin y Overstreet (2010) afirmaron en su investigación que la roya del higo solo se presenta en hojas y que no afecta directamente al fruto.

El manejo agronómico y fitosanitario aplicado por cada productor, así como la presencia de huertos de higo aledaños y hospederos alternos que sirvan de reservorio al patógeno son factores que pueden originar la variación en los niveles de incidencia y severidad observados. Al respecto en la huerta el Zacate de Tepalcingo a partir de 2019 se mejoraron prácticas de manejo y control dirigidas a reducir la presencia y daños de la roya del higo. Avelino et al. (2004) determinaron que algunas combinaciones de prácticas de manejo del cultivo (patrones de manejo de cultivos) influyen en el microclima y hospedero, afectando el desarrollo de la enfermedad (roya del café) y el ciclo de vida del patógeno causal (desarrollo de epidemias).

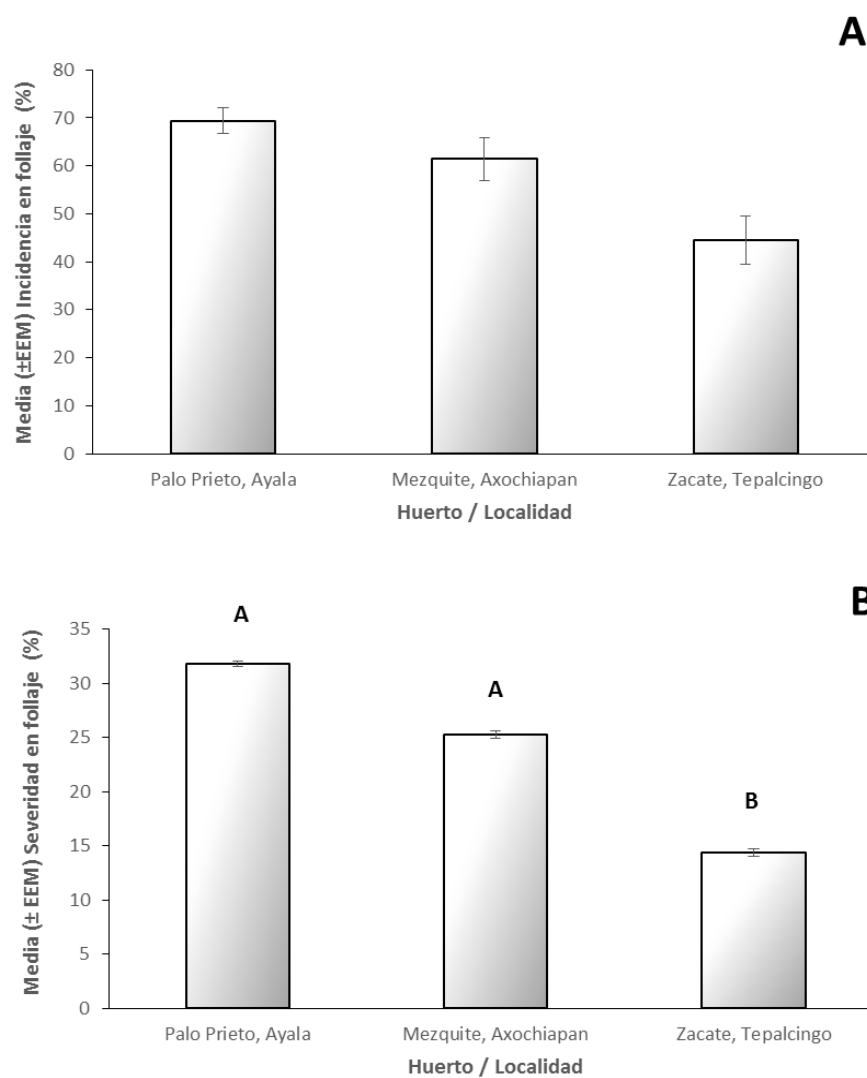


Figura 8. Incidencia (A) y Severidad (B) promedio anual ($\pm$ EEM=Error Estándar de la Media) de la roya del higo en tres huertos comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022. Barras seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $p > 0.05$).



Figura 9. Infección de la roya del higo en infrutescencias en huerta comercial en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.

En relación con el comportamiento de la enfermedad durante todo el año, el promedio de incidencia registrado en verano fue significativamente mayor que el resto de las estaciones del año, en los periodos de primavera e invierno la incidencia promedio se mantiene constante sobre el 50% ($F= 3.35$, $P= 0.0247$, $GL= 3,60$; Tukey $p\leq 0.05$). Para la severidad el promedio de verano fue significativamente mayor que el de otoño y primavera, periodo en el que la severidad promedio no supera el 20% ($F= 2.56$, $P= 0.0632$, $GL= 3,60$; Tukey $p\leq 0.05$) (Cuadro 6). El comportamiento de la incidencia como de la severidad fue similar durante el transcurso de la evaluación, ambas presentaron niveles altos en los mismos periodos de tiempo, lo que sugiere que existe una correlación entre ellas, situación que debe desarrollarse en un trabajo posterior como el realizado con la roya del café en San Ramón Chanchamayo, Perú, donde se encontró una correlación positiva entre la incidencia y severidad evaluadas (Julca et al., 2019).

En el verano se tiene la mayor incidencia y severidad de la roya del higo debido a que en este periodo el hospedante tiene el mayor desarrollo vegetativo, existe humedad

relativa abundante para la proliferación del patógeno, además de que los productores disminuyen drásticamente la aplicación de fungicidas a causa de que la comercialización de la fruta se dificulta por su baja calidad, lo que origina el menor precio comercial de todo el año. Latinovic et al. (2015) indican que el clima cálido y húmedo durante la temporada de crecimiento vegetativo favorece a la roya del higo, mientras que en condiciones cálidas y secas, esta no causa daños significativos. La poda de fructificación del higo se realiza durante el verano (junio a septiembre), la programación de esta depende totalmente del periodo de mejor comercialización de fruta fresca que va del mes de noviembre hasta mayo del siguiente año. En las huertas que se podan para finales de junio a primeros días de julio la incidencia y severidad de la roya se mantiene en niveles bajos en el resto del verano, no así para las huertas que se podan a finales de agosto a inicio de septiembre donde los niveles de la enfermedad son altos en la mayor parte del verano y disminuyen en el transcurso del otoño, esto último sucede así ya que una vez que brota el follaje se inicia e intensifica el manejo agronómico y fitosanitario del huerto continuando hasta invierno y primavera (desarrollo vegetativo-floración-fructificación-cosecha) con el objetivo de asegurar cantidad y calidad comercial y fitosanitaria de la fruta. Las variaciones en el precio comercial del higo fresco influyen en las prácticas de manejo agronómico y fitosanitario del cultivo, esto en consecuencia determina los niveles de incidencia y severidad de la roya del higo en periodos específicos durante el ciclo de producción. Referencia relacionada es el caso del cultivo del café donde de igual manera estas fluctuaciones en su precio determinan el tipo de manejo del cultivo por parte de los productores, lo que a su vez condiciona la incidencia y severidad de la roya del café (Talhinhas et al., 2017).

Cuadro 6. Incidencia y severidad estacional de la roya del higo, en tres huertas comerciales en Morelos, México; octubre 2021 a octubre 2022.

Estación del año	Incidencia (%)	Severidad (%)
Verano	66.9a	33.8a
Invierno	56.8ab	23.0ab
Primavera	54.4ab	18.5b
Otoño	42.3b	18.0b

Los valores de cada columna seguidos con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $p > 0.05$).

3.3.2. Evaluación de fungicidas.

Los tratamientos utilizados mostraron efecto de control sobre la enfermedad y diferencias estadísticas en ABCPE, rABCPE y severidad ($F=14.8$, $P<0.0001$, $GL=5$, 45; Tukey $p \leq 0.05$) (Cuadro 7).

Las mezclas de: azufre elemental al 80% + tierra diatomea mayor al 80% (T2), polisulfuro de calcio 36% + microorganismos microbianos (T4) e hidróxido de calcio micronizado 95% + sulfato de cobre pentahidratado 98% (T1) sin diferencia significativa entre ellas, T2 mostro una actividad de control significativamente mayor, ya que su ABCPE – rABCPE y severidad fueron 43.9% y 73.5% menores que las del testigo respectivamente, esto nos indicó que estas mezclas disminuyeron considerablemente la velocidad de propagación y la intensidad de la enfermedad características necesarias en los fungicidas para considerarse efectivos, de manera práctica se estimaron a los tratamientos T2 y T1 como los mejores para controlar a la roya del higo en este estudio, ya que fueron los que presentaron el menor nivel de severidad y rABCPE de la enfermedad (Cuadro 7).

El azufre elemental se considera como el plaguicida más antiguo, el cual fue recomendado desde 1802 como fungicida para el control de enfermedades como la cenicilla en árboles frutales. Posteriormente fue desplazado por el uso del caldo bordelés como principal fungicida en control de enfermedades de las plantas (Tweedy, 1981). En California y en los Estados Unidos de América el azufre elemental es el

producto químico utilizado mayormente en la protección de cultivos en campo sobre podredumbre parda, sarna, mildiú polvoroso, mancha foliar y las royas, así también en enfermedades postcosecha (Gammon et al., 2010). Productos a base de azufre se han utilizado para el control de *Alternaria mali*, *Marssonina coronaria*, *Venturia inaequalis* en arboles de manzana, *Botrytis cinerea* en vid (La Torre et al., 2018). El azufre elemental presento buenos niveles de control sobre sigatoka negra del banano (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en la ciudad de Quevedo, provincia de los Rios, Ecuador (García-Sánchez et al., 2022).

La tierra de diatomeas utilizada contiene principalmente dióxido de silicio (SiO_2 =sílice) más del 80% de su masa, el Si es de suma importancia en las diatomeas, además de que ha demostrado efectividad en la reducción de la incidencia de enfermedades fungosas, utilizándose diferentes fuentes y modos de aplicación en las plantas, la respuesta en estas va desde la formación de barreras estructurales protectoras, que evitan la penetración de patógenos hasta la mejora de los mecanismos naturales de defensa. De acuerdo a evidencias previas, el Si podría potenciar el sistema de defensa de las plantas y conducir a la resistencia inducida contra hongos fitopatógenos. Fuentes como silicato de potasio aplicado al suelo redujo el número de lesiones de roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) y el silicato de sodio aplicado al sustrato redujo el número de lesiones de *Cercospora coffeicola* (mancha de ojo marrón) en plantas de café (Fauteux et al., 2005; Lopes et al., 2014; Martinat et al., 2008; Martin-Jézéquel et al., 2000; Santos-Botelho et al., 2005).

El polisulfuro de calcio resulto eficaz para controlar la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.)) en condiciones semicontroladas en campo, en el municipio de Tecpatán, Chiapas, México (Ochoa-Fonseca et al., 2017). De igual manera inhibió *in vitro* la formación y crecimiento de conidios de *M. roreri*, evito el desarrollo de la enfermedad sobre frutos de cacao inoculados con el patógeno y redujo la incidencia de la enfermedad en plantaciones de cacao en campo en Tapachula, Chiapas, México (Ramírez González et al., 2011).

Se probó la efectividad de control sobre la roya del café de los hongos *Verticillium lecanii* y *Trichoderma sp* y las bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis*

en el control de la roya del café en la Republica Dominicana, así como de *B. subtilis* en comparación con azoxystrobin en Sao Paulo, Brasil en condiciones de campo (Cacefo et al., 2016; Halpay et al., 2021). Mediante pruebas *in vitro* se demostró el micoparasitismo de *Simplicillium sp.* y *Lecanicillium sp.* sobre roya del café, aislamientos obtenidos de cafetales del estado de Veracruz, México y con potencial de control biológico (Gómez-De La Cruz et al., 2018).

El cobre se ha utilizado en el control de enfermedades causadas por hongos y bacterias durante mucho tiempo, considerándose parte fundamental en el manejo integrado de enfermedades y de uso indispensable en algunos sistemas de producción como la agricultura orgánica (La Torre et al., 2018). La regulación de sustancias en agricultura orgánica en Brasil permite el uso de fungicidas cúpricos como hidróxido, oxiclورو, sulfato, óxido y octanoato para el control de la roya del café y otras enfermedades (de Resende et al., 2021). Se demostró la efectividad del oxiclورو de cobre, caldo bordelés, sulfato de cobre pentahidratado en el control de la roya del café utilizados dentro de programas de manejo integrado de la enfermedad en Selva Central de Perú (Gamarra et al., 2015). Para el control preventivo de la roya del café se recomienda el uso de compuestos a base de azufre y cobre; como el caldo sulfocálcico, oxiclورو de cobre, caldo bordelés a base de sulfato de cobre y el caldo visosa a base de cobre, zinc, magnesio, boro, urea y cal todos permitidos en la normatividad orgánica internacional (Hernández-Martínez y Velázquez-Premio, 2016).

Cuadro 7. Evaluación de cinco tratamientos fungicidas para el control de la roya del higo en tres huertas comerciales en Morelos, México 2023.

Tratamiento	ABCPE ^x	rABCPE ^y	Severidad (%)
T6. Testigo	113.1a	0.0323a	4.6 ^a
T3. Bicarbonato de sodio 1%	99.3ab	0.0283ab	2.9b
T5. Octanoato de cobre (10%)	86.6bc	0.0247bc	2.9b
T1. Hidróxido de calcio micronizado (95%) + sulfato de cobre pentahidratado (98%) 1%	69.8cd	0.0199cd	1.2c
T4. Polisulfuro de calcio (36%) + microorganismos microbianos	67.8cd	0.0193cd	1.9bc
T2. Azufre elemental al (80%) + tierra diatomea mayor (80%) 0.25%	63.4d	0.0181d	1.2c

^xABCPE= área bajo la curva de progreso de la enfermedad, HDMS= 21.731. ^yrABCPE= tasa relativa del desarrollo de la epidemia, DMSH= 0.0062. Severidad DMSH= 1.3294. Los valores de cada columna seguidos con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $p>0.05$).

De acuerdo con las variables de progreso de la enfermedad y su tasa relativa de desarrollo obtenidas de manera general en este ensayo, en la huerta de Tepalcingo estas fueron significativamente menores, indicando una progresión más lenta y menos severa de la enfermedad en comparación con las huertas de Ayala y Axochiapan (Cuadro 8), esto revela un mayor efecto de control de los tratamientos utilizados contra la roya del higo. Esta situación puede atribuirse a que los tratamientos T2, T1, T4, T5 se han utilizado a partir de 2020 dentro de su programa de manejo fitosanitario implementado en cada ciclo de producción hasta la fecha actual. En pruebas de patogenicidad y virulencia *in vitro* de cepas de *Fusarium* durante la germinación de semillas de chile jalapeño mediante el parámetro de ABCPE se determinó un progreso rápido y severo de la enfermedad causada por el patógeno (Mendoza-Alatorre et al., 2025). Los parámetros del ABCPE y su rABCPE permitieron identificar en correspondencia la mejor respuesta de tratamientos fungicidas para el control de la mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*) en naranja valencia en Morelos, México (Guillén et al., 2018). Valores promedio de ABCPE se utilizaron como índices de infección acumulados en campo de la roya del café (*Hemileia vastatrix*), estos fueron utilizados para mostrar el potencial de control de complejos bioactivadores sobre la enfermedad (Rosales-Hernández et al., 2024).

Cuadro 8. Evaluación de la intensidad de la de la roya del higo en tres huertas comerciales bajo ensayo de control en Morelos, México 2023.

Localidad	ABCPE ^x	ABCPE ^y	Severidad (%)
Palo Prieto, Ayala	104.5a	0.0298a	2.7 ^a
Mexquite, Axochiapan	96.6a	0.0276a	2.6 ^a
Zacate, Tepalcingo	48.8b	0.0139b	2.1 ^a

^xABCPE= área bajo la curva de progreso de la enfermedad, DMSH=14.786. ^yrABCPE= tasa relativa del desarrollo de la epidemia, DMSH= 0.0042. Severidad DMSH= 0.6832. Los valores de cada columna seguidos con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $p>0.05$).

3.4. Conclusiones

Se evaluó la incidencia y severidad de la roya del higo durante un ciclo de producción del frutal, se identificaron dos periodos con mayor nivel, de diciembre a marzo y de junio a agosto con más intensidad.

Se observó el desarrollo de la enfermedad en hojas e infrutescencias, la infección en estas últimas estuvo supeditada a las condiciones climáticas existentes y el manejo fitosanitario aplicado al huerto.

Se demostró que el uso de fungicidas biorracionales a base de azufre, cobre, calcio, silicio y microorganismos microbianos en aplicaciones semanales reduce significativamente la infección de la roya en follaje e infrutescencias del higo.

El conocer el comportamiento de la incidencia y severidad de la roya del higo durante todo un ciclo de producción, así como los fungicidas que ejercen un control efectivo sobre ella, además de la etapa fenológica del cultivo, condiciones ambientales existentes, manejo agronómico y fitosanitario del huerto permitirá diseñar un programa de manejo integrado, que reduzca problemas inherentes como contaminación, residualidad, altos costos de producción y mala comercialización.

Limitaciones. De acuerdo con los datos registrados en los muestreos de incidencia y severidad se observó un paralelismo entre ambas variables, esta correlación debe validarse en estudios posteriores para determinar un método de muestreo efectivo en

campo que permita dar seguimiento a la efectividad del control de la roya del higo. Se recomienda evaluar otros fungicidas para ampliar el portafolio de insumos fitosanitarios en el manejo de la enfermedad, debe considerarse establecer sus intervalos de seguridad mediante la curva de degradación de plaguicidas para evitar residualidad.

Conflicto de interés. No se registran conflicto de interés por los autores.

Financiamiento. La Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación apoyó para el desarrollo de los estudios de doctorado a Manuel Hermilo Coyote-Palma (número de becario 99890).

Agradecimientos. A los productores por facilitar el acceso a sus huertas.

Contribución de los autores. Manuel Hermilo Coyote-Palma conceptualizó e implementó el trabajo en campo y realizó la edición del manuscrito, Víctor López-Martínez conceptualizó y dio seguimiento al trabajo en campo, además de supervisar la revisión de resultados y edición del manuscrito, Irán Alia-Tejacal supervisó la revisión de resultados y redacción del manuscrito, Edgar Martínez-Fernández supervisó la revisión de resultados y redacción del manuscrito, Francisco Perdomo-Roldan supervisar la revisión de resultados, coordinó el análisis estadístico y redacción del manuscrito, Mairel Valle-De la Paz supervisó la revisión de resultados y redacción del manuscrito, y Daniel Perales-Rosas supervisó la revisión de resultados y redacción del manuscrito.

3.5. Referencias

- Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R. R., Castro-Cépero, V., García-Nieves, L., Jimenez-Dávalos, J., Julca-Otiniano, A., Gómez-Pandoet L. (2020). Dynamics of severity of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*) on Coffee, in Chanchamayo (Junin-Peru). *Agronomía Mesoamericana*, 517-529. <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.39726>
- Avelino, J., Willocquet, L., y Savary, S. (2004). Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. *Plant pathology*, 53(5), 541–547. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2004.01067.x>
- Cacefo, V., de Araújo, F. F., y Pacheco, A. C. (2016). Biological control of *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome with *Bacillus subtilis* Cohn and biochemical changes in the coffee. *Coffee Science, Lavras*, 11(4), 567–574. <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8252>
- Data Portal Kew. Royal Botanic Gardens. (2018). Data Portal Kew. *Royal Botanic Gardens*. <https://data.kew.org/?name=Cerotelium&lang=es-ES>
- de Resende, M. L. V., Pozza, E. A., Reichel, T., y Botelho, D. M. S. (2021). Strategies for Coffee Leaf Rust Management in Organic Crop Systems. *Agronomy. MDPI*, 11(9), 1865. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091865>
- Del Sol-Rodríguez, N., Guillén-Sánchez, D., Alia-Tejagal, I., Juárez-López, P., López-Martínez, V. (2021). Incidencia y severidad de roya causada por *Cerotelium fici* en higo (*Ficus carica*) en Morelos, México. *Centro Agrícola*, 48(1), 43–51. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852021000100043&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Fauteux, F., Rémus-Borel, W., Menzies, J. G., y Bélanger, R. R. (2005). Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 249, 1–6. <https://doi.org/doi:10.1016/j.femsle.2005.06.034>
- Ferrin, D., y Overstreet, C. (2010). Fig Rust *Cerotelium (Physopella) fici* (E.J. Butler) Arthur. Louisiana Plant Pathology. Disease Identification and Management

- Series, Disease Identification and Management Series. *LSU AgCenter*.
<https://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/3CB47A0E-BCBD-4802-B05AB60386A052AA/71575/pub3159FigRustHIGHRES.pdf>
- Fungicide Resistance Action Committee. (2025). FRAC Code List© 2025: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action. <https://www.frac.info/media/ljsi3qrv/frac-code-list-2025.pdf>
- Gamarra, G. D., Torres, S. G., Casas, S. J., y Riveros, I. H. (2015). Caracterización y manejo integrado de la roya amarilla del café en selva central del Perú. *Convicciones*, 2(1), 6–17. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/convicciones/article/download/53/51>.
- Gammon, D. W., Moore, T. B., y O'Malley, M. A. (2010). A Toxicological Assessment of Sulfur as a Pesticide. En Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition, pp. 1889–1901). *Academic Press*. <https://doi.org/doi:10.1016/b978-0-12-374367-1.00088-4>
- García-Sánchez, H. M., Jaramillo-Aguilar, E. E., y Herrera-Reyes, S. N. (2022). Fungicidas a base de azufre y *Bacillus sp.* En manejo integrado de Sigatoka Negra. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 153-158 <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/573/546>.
- Gómez-De La Cruz, I., Pérez-Portilla, E., Escamilla-Prado, E., Martínez-Bolaños, M., Carrión-Villarnovo, G. L. L., y Hernández-Leal, T. I. (2018). Selección *in vitro* de micoparásitos con potencial de control biológico sobre Roya del café (*Hemileia vastatrix*). *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 36(1), 172–183. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1708-1>
- Guillén, S. D., Hernández Perez, R., Rodríguez, M., y López Martínez, V. (2018). Eficacia de seis fungicidas sobre *Mycosphaerella citri* en naranja 'Valencia' en el estado mexicano de Morelos. *Revista Centro Agrícola*, 45, 5–13. <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2018/vol45/no1/1.pdf>
- Halpay, M., Silverio, L., Mateo, A., Pimentel, Á., y Cueto, J. (2021). Evaluación de aislados de *Verticillium lecanii* y *Trichoderma sp.* y dos formulaciones

- comerciales para control de roya del café (*Hemileia vastatrix*) bajo condiciones de campo. *APF Revista Agropecuaria y Forestal*, 10(2), 123–128. <https://www.sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/138>
- Hernández-Martínez, G., y Velázquez-Premio, T. (2016). Análisis integral sobre la roya del café y su control. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*. RINDERESU, 1(1), 92–99. https://www.academia.edu/122271453/An%C3%A1lisis_integral_sobre_la_roya_del_caf%C3%A9_y_su_control
- INEGI. (2022). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapas. Climatológicos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Mapa> Consulta: 20/01/2024
- IRAC. (Insecticide Resistance Action Committee). (2025). Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas de IRAC (Versión 11.4). <https://irac-online.org/documents/moa-classification/>
- Jeger, M. J., y Viljanen-Rollinson, S. L. H. (2001). The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theor Appl Genet*, 1(102), 32–40. <https://doi.org/DOI:%252010.1007/s001220051615>
- Julca, O. A., Ventura, R. B., Huamán, L. A., Vera, N. J., Cepero, V. C., y Amez, S. B. (2019). Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en San Ramón, Chanchamayo, Perú. *Journal of Science and Research*, 4(4), 1–9. <https://www.researchgate.net/profile/Viviana-Castro-Cepero/publication/338435945>
- La Torre, A., Iovino, V., y Caradonia, F. (2018). Copper in plant protection: Current situation and prospects. *Phytopathologia Mediterranea*, 57(2), 201–236. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-23407
- Latinovic, J., Radisek, S., y Latinovic, N. (2015). Severe infection of figs by fig rust pathogen *Cerotelium fici* in Montenegro. *The Journal "Agriculture and Forestry"*, 61(2), 101–107. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.61.2.08>

- Lopes, U. P., Zambolim, L., Souza, P. N., Duarte, H. S. S., Ribeiro Jr. J. I., Souza, A. F., and Rodrigues, F. A. (2014). Silicon and Triadimenol for the Management of Coffee Leaf Rust. *Journal of Phytopathology*, 162, 124–128. <https://doi.org/doi:%252010.1111/jph.12166>
- Martinat, J. C. M. J. C., Harakava, R., Guzzo, S. D., y Tsai, S. M. (2008). The Potential Use of a Silicon Source as a Component of an Ecological Management of Coffee Plants. *J. Phytopathology*, 156, 458–463. <https://doi.org/doi:%252010.1111/j.1439-0434.2007.01392.x>
- Martin-Jézéquel, V., Hilderbrand, M., y Brzezinski, M. A. (2000). Silicon metabolism in diatoms: Implications for growth. *J. Phycol.*, 36, 821–840. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2000.00019.x>
- McKenzie, E. (2014). *Cerotelium fici*. PaDIL fact sheet. PaDIL. <https://www.padil.gov.au/maf-border/pest/143006>
- McKenzie, E. H. C. (1986). New plant disease record in New Zealand: Fig rust (*Cerotelium fici*) on *Ficus carica*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 29(4), 707–710. <https://doi.org/10.1080/00288233.1986.10430467>
- Mendoza-Alatorre, M., Gutiérrez-Chávez, A., Acevedo-Barrera, A. A., Robles-Hernández, L., y Hernández-Huerta, J. (2025). Biocontrol de *Fusarium oxysporum* y promoción del crecimiento en chile con *Bacillus cereus* y *B. thuringiensis*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 43(4). <https://doi.org/10.18781/R.ME>
- Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R., Bolboli, Z., Salmaninezhad, F., y Michailides, T. J. (2022). Fungal, Bacterial and Nematode Diseases in Figs. En *The Fig Botany, Production and Uses* (p. 511). CAB International.
- Ochoa-Fonseca, L. E., Ramírez-González, S. I., López-Báez, O., Espinosa-Zaragoza, S., Alvarado-Gaona, Á. E., y Álvarez-Siman, F. (2017). Control in vivo de *Moniliophthora roreri* en *Theobroma cacao*, utilizando polisulfuro de calcio y silicosulfocálcico. *Revista Ciencia y Agricultura (Rev. Cien. Agri.)*, 14(2), 59–66. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7149>

- Parthasarathy, S., Thiribhuvanamala, G., Ramalingam, K., Daniel Jebaraj, M., y Prabakar, K. (2020). Incidence and ultramicroscopic characterization of *Cerotelium fici* (castagne) rust in *Ficus carica* L. *Journal of Applied Horticulture*, 22(1), 24–26. <https://doi.org/10.37855/jah.2020.v22i01.05>
- Ploper, L. D., Escobar, D., Ivancovich, A., Diaz, C. G., Sillon, M., Formento, N., et al. (2006). Propuesta de protocolo para muestreo y evaluación de la roya asiática de la soja en la Argentina. *EEAOC - Avance Agroindustrial*, 3(27), 35–37.
- Ramírez González, S., López Báez, O., Hernández, T., Munguía Ulloa, S., y Moreno Martínez, J. L. (2011). El polisulfuro de calcio en el manejo de la moniliasis *Moniliophthora roreri* (Cif & Par). Evans et al. Del cacao *Theobroma cacao* L. *Tecnología en Marcha.*, 24(4), 10–18. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/152
- Rosales-Hernández, D., Adriano-Anaya, L., Salvador-Figueroa, M., Velázquez-Ovalle, G., y Moreno-Castillo, B. (2024). Evaluación en campo de bioactivadores de resistencia vegetal para el control de la roya del café. *IBCIENCIAS*, 7(1), 18–24. www.biociencias.unach.mx/ibciencias
- Santos-Botelho, D. M., Pozza, E. A., Pozza, A. A. A., Carvalho, J. G. de, Botelho, C. E., y Souza, P. E. de. (2005). Intensidade da Cercosporiose em Mudras de Cafeeiro em Função de Fontes e Doses de Silício. *Fitopatol. bras.*, 30(6), 582–588. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000600003>
- Shaner, G., y Finney, R. E. (1977). The Effect of Nitrogen Fertilization on the Expression of Slow-Mildewing Resistance in Knox Wheat. *Phytopathology*, 67, 1051–1056. <https://doi.org/10.1094/phyto-67-1051>
- Solano-Báez, A. R. (2017). First confirmed report of *Cerotelium fici* causing leaf rust on *Ficus carica* in Mexico. *Plant Pathology & Quarantine*, 7(2), 160–163. <https://doi.org/10.5943/ppq/7/2/9>
- Talhinhas, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A., Silva, D. N., Loureiro, A., et al. (2017). The coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix*: One and half centuries around the topics. 18(8), 1039–1051. <https://doi.org/10.1111/mpp.12512>

- Tweedy, B. (1981). Inorganic sulfur as a fungicide. In: Gunther, FA, Gunther, JD (eds.) Residue Reviews. En Residue Reviews (Vol. 78, pp. 43–68).
https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5910-7_3
- Verga, A., y Nelson, S. (2014). Fig Rust in Hawai 'i. *Plant Disease*, 100, 1–5.
<https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-100.pdf>

Capítulo IV

Manejo integrado de la roya, mosca negra y barrenadores de tronco y ramas del higo en Morelos, México⁴

Manuel Hermilo Coyote-Palma, Víctor López-Martínez, Guadalupe Peña-Chora, Mairiel Valle-De la Paz, Daniel Perales-Rosas

Resumen

Se evaluó el efecto en la reducción de los niveles de infestación, incidencia y severidad de barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya del higo de 12 prácticas de manejo y control implementadas en una huerta comercial de higo en Tepalcingo, Morelos, México. Para evaluar el efecto del programa de manejo integrado se realizaron dos muestreos, antes y después de la implementación de las prácticas de control. La incidencia, severidad e infestación se determinaron mediante muestreo aleatorio simple en patrón zig-zag, examinando 160 hojas para roya, 200 frutos para mosca y 70 árboles para barrenadores de tronco y ramas del higo por muestreo. Los datos se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis - comparación múltiple de medias de rangos para barrenadores y comparación de medias muestras apareadas para mosca negra y roya. Se detectaron diferencias estadísticas significativas en la infestación de barrenadores entre el muestreo inicializado y los muestreos subsecuentes árbol ($Pr > \chi^2 = 0.0331$, $Pr > |t|$ M1-M2= 0.021, M1-M3=0.0391, M1-M4=0.0062, $p \leq 0.05$) y ramas ($Pr > \chi^2 = 0.0002$, $Pr > |t|$ M1-M2= 0.0003, M1-M3=0.0003, M1-M4 < 0.0001, $p \leq 0.05$), la infestación en frutos por mosca negra ($Pr > |t| = 0.3910$; $p \leq 0.05$) y la incidencia – severidad de la roya ($Pr > |t| = 0.7640$, $p \leq 0.05$) no mostraron diferencias estadísticas significativas entre muestreos. Las prácticas de manejo y control que se implementaron sobre los tres problemas fitosanitarios se

⁴ Este capítulo esta en proceso de publicación en la convocatoria del libro colectivo 2026 UAEM: Coyote-Palma, M. H., López-Martínez, V., Peña-Chora, G., Valle-De la Paz, M., Perales-Rosas, D.

incorporaron compatiblemente en un programa de manejo integrado aplicado a la producción comercial en campo, que redujo o mantuvo estable la infestación, incidencia y severidad de los barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya del higo, disminuyó pérdidas económicas y permitió la comercialización de higo fresco a los Estados Unidos.

Palabras clave: Manejo integrado, plagas, enfermedades, control, exportación.

Abstrac

The effect of 12 management and control practices implemented in a commercial fig orchard in Tepalcingo, Morelos, Mexico, on reducing infestation levels, incidence, and severity of stem and branch borers, black fruit flies, and fig rust was evaluated. To evaluate the effect of the integrated management program, two sampling rounds were conducted—one before and one after the implementation of the control practices. Incidence, severity, and infestation were determined using simple random sampling in a zigzag pattern, examining 160 leaves for rust, 200 fruits for black fruit flies, and 70 trees for fig trunk and branch borers per sampling round. The data were analyzed using the Kruskal-Wallis test—a multiple comparison of rank means for borers and a paired samples t-test for black fruit flies and rust. Statistically significant differences in borer infestation were detected between the initial sampling and subsequent samplings of trees ($Pr > \text{Chi-Square} = 0.0331$, $Pr > |t| \text{ M1-M2} = 0.021$, $\text{M1-M3} = 0.0391$, $\text{M1-M4} = 0.0062$, $p \leq 0.05$) and branches ($Pr > \text{Chi-Square} = 0.0002$, $Pr > |t| \text{ M1-M2} = 0.0003$, $\text{M1-M3} = 0.0003$, $\text{M1-M4} < 0.0001$, $p \leq 0.05$), black fly infestation on fruits ($Pr > |t| = 0.3910$; $p \leq 0.05$) and the incidence and severity of rust ($Pr > |t| = 0.7640$, $p \leq 0.05$) did not show statistically significant differences between sampling periods. The management and control practices implemented to address the three plant health problems were successfully integrated into an integrated pest management program applied to commercial field production, which reduced or kept stable the infestation levels, incidence, and severity of stem and branch borers, black fruit flies, and fig rust; reduced economic losses; and enabled the export of fresh figs to the United States.

4.1. Introducción

Existen diversos factores que limitan la producción del higo (*Ficus carica* L.), entre los que destacan las plagas y enfermedades que afectan el adecuado desarrollo del cultivo. Estas afectan hojas, ramas, troncos, raíces y frutos (Melgarejo, 1999). Entre los principales problemas fitosanitarios que afectan al higo en México se encuentran la roya [*Cerotelium fici* (Butler) Arthur], la mosca negra (*Silba adipata* McAlpine) y el complejo de barrenadores de tronco y ramas (*Trachyderes mandibularis* Dupont y *Neoptychodes trilineatus* L.) (Casadomet et al., 2015). La roya del higo es una enfermedad presente en todas las regiones productoras de este cultivo y puede ocasionar daños muy severos en follaje y las infrutescencias, especialmente cuando no se controla de manera oportuna y adecuada (Parthasarathy et al., 2020; Verga & Nelson, 2014). Por su parte, la mosca negra del higo se considera como una de las principales plagas que afectan directamente al fruto en la mayoría de los países productores de este frutal (Abbes et al., 2021). Asimismo, otra plaga de importancia económica es el complejo de cerambícidos barrenadores de ramas y tronco, en el que predominan las especies *Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus* (Maes et al., 2010). Estas especies dañan severamente los troncos principales, ramas secundarias y cargadores, reduciendo tanto el rendimiento como la vida productiva de los árboles (López-Martínez et al., 2015).

En el estado de Morelos, principal productor de higo en México, se realizan diversas prácticas de manejo fitosanitario a lo largo del ciclo productivo del higo; sin embargo, aún no se cuenta con un programa de manejo integrado validado y dirigido específicamente al control de estos tres problemas fitosanitarios. Además, dicho programa debe permitir el cumplimiento de los requerimientos comerciales y de inocuidad necesarios para la exportación de fruta fresca a Estados Unidos (Food and Drug Administration Food Safety Modernization Act [FSMA], 2011; Environmental Protection Agency [EPA], 2026, 40 CFR 180.101). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue diseñar, implementar y validar un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en higo, orientado a la contención y/o reducción de los

daños ocasionados por la roya del higo, la mosca negra y los barrenadores de tronco y ramas; que permita la exportación de fruta fresca a Estados Unidos.

4.2. Metodología

Ubicación del área de estudio. La investigación se desarrolló en una huerta de higo a cielo abierto en el municipio de Tepalcingo, Morelos, México (Cuadro 9). El clima de la región corresponde a cálido subhúmedo (Aw2), con temperatura media anual de 21.5° C, y lluvias en verano de junio a septiembre, con precipitación promedio cercana a 900 mm anuales (INEGI, 2022). La huerta se encuentra en terreno plano con marco de plantación rectangular y riego rodado. Durante el periodo de estudio únicamente se aplicaron los productos y prácticas descritos en la presente metodología.

Cuadro 9. Características y ubicación de la huerta cultivada con higo var. Black Mission utilizada en el presente trabajo Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.

Municipio /Huerto	Localidad	Ubicación geográfica	Número de árboles	Altitud (msnm)	Edad (años)	Superficie (ha)
Tepalcingo/ Zacate	Tepalcingo	18° 35' 00", 98° 48' 58'	700	1,150	15	1.00

Programa de manejo integrado de plagas y enfermedades en higo. El programa de manejo integrado incluyó prácticas derivadas de la experiencia de productores y asesores técnicos de higo (comunicación personal y experiencia propia en la práctica), así como de la adaptación de prácticas agronómicas y fitosanitarias utilizadas en casos similares.

1. Control cultural. La poda de fructificación constituyó la actividad inicial del programa y se efectuó durante un periodo de 15 días, concluyendo el 15 de agosto de 2024 (Figura 10).



Figura 10. Poda de fructificación en higo de Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.

2. Control químico. Posteriormente, los cortes de poda fueron sellados mediante la aplicación de caldo bordelés elaborado con hidróxido de calcio micronizado al 95% y sulfato de cobre pentahidratado al 98% (dos kilogramos de cada producto por 200 L de agua), en combinación con un insecticida formulado con imidacloprid (210 g) + bifentrina (72 g de i.a/L). La aplicación se realizó el 17 de agosto 2024, recomendándose efectuarla dentro de la primera semana posterior a la poda.

3. Control cultural. Los residuos de poda fueron retirados completamente fuera de la huerta, actividad concluida el 24 de agosto 2024.

4. El control químico de barrenadores de tronco y ramas se efectuó mediante aplicaciones de insecticidas posteriores al sellado de heridas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Insecticidas aplicados para el control de adultos, huevecillos y larvas neonatas de barrenadores de tronco y ramas del higo en Tepalcingo, Morelos, México (2024-2025). Fuente: Coyote-Palma, M.H.

Producto	Dosis en 200 litros agua	Periodo de aplicación
Imidacloprid 210 g + bifentrina 72 g de i.a/L a 20°C	300 mL	Durante 3 a 4 semanas después del término de la poda o cuando aún se detecten adultos. Se realizaron dos aplicaciones 24 y 31 de agosto 2024
Piriproxifen (10.86 %) 100 g i.a./L a 20°C	100 a 200 mL	Durante los dos meses posteriores a la poda o cuando aún se detecten adultos. Se realizaron aplicaciones en el periodo de fructificación.

5. Control mecánico. Extracción y eliminación manual de larvas de barrenadores se realizó durante octubre y noviembre de 2024 (Figura 11).



Figura 11. Extracción manual de larvas de barrenadores de tronco y ramas del higo en Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.

6. Control cultural. El control de maleza se implementó para reducir la competencia por espacio y nutrientes, favoreciendo el vigor del cultivo y su tolerancia al ataque de plagas y enfermedades. La maleza se eliminó mecánicamente mediante un corte manual en noviembre de 2024 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Herbicidas aplicados para el control de maleza en higo, Tepalcingo, Morelos, México.
Fuente: Coyote-Palma, M.H.

Producto / Actividad	Dosis en 15 L agua	Periodo de aplicación
Paraquat + Saflufenacil	250 mL – 1 a 2 g	Agosto-noviembre (2024), enero-febrero, abril-mayo (2025)
Glifosato + Saflufenacil	350 mL – 1 a 2 g	Agosto-noviembre (2024)

7. Control cultural. La fertilización se basó en análisis de fertilidad de suelo efectuados entre el 11 a 18 septiembre de 2024. La dosis de fertilización total fue:

72.7 N - 30 P - 112 K

39.3 Ca - 5.05 Mg - 21.5 S

0.3725 B - 2.8 Fe - 0.27 Mn - 1.535 Zn - 0.0004 Mo - 0.12 Cu

Cada árbol recibió entre 300 y 450 g de la siguiente mezcla siguiente:

Primera fertilización: 28 septiembre 2024 (43 días después de la poda-ddp-), con Yaramila Complex® (50 kg), QROP® nitrato de potasio (50 kg), Nitrofoska especial® (50 kg), Unik 15® (50 kg), Nitabor® (50 kg), y Micromix® (20 kg). Corresponde:

33.2 N - 19 P - 48 K

12.8 Ca – 2.35 Mg – 10.5 S

0.3575 B - 2.6 Fe - 0.25 Mn - 1.515 Zn - 0.0004 Mo - 0.12 Cu

Cada árbol recibió 200 g de la siguiente mezcla siguiente:

Segunda fertilización: diciembre 2024, con Complex® (50 kg), NKS® nitrato de potasio (50 kg), Calcinit® (25 kg). Corresponde:

19.75 N – 5.5 P - 32 K

13.25 Ca – 1.35 Mg – 7 S

0.0075 B - 0.1 Fe - 0.01 Mn - 0.01 Zn

Tercera fertilización: febrero de 2025, con Complex® (50 kg), QROP® nitrato de potasio (50 kg), y Calcinit® (25 kg). Corresponde:

19.75 N – 5.5 P - 32 K

13.25 Ca – 1.35 Mg – 4 S

0.0075 B - 0.1 Fe - 0.01 Mn - 0.01 Zn

8. Control cultural. El riego utilizado fue rodado, con duración promedio de tres a cuatro horas y gasto aproximado de 50 L/s⁻¹, aplicado cada 10 a 12 días. Se recomienda reducir el intervalo a ocho días, para obtener mayor número y tamaño de infrutescencias.

9. El control químico de roya se efectuó mediante fungicidas aplicados según el periodo de mayor efectividad de cada ingrediente activo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Fungicidas aplicados para el control de la roya, Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.

Producto	Dosis en 200 L agua	Periodo de aplicación
Sulfato cuprocálcico	2 kg	Al inicio de brotación foliar después de la poda, se realizaron dos aplicaciones el 7 y 14 de septiembre 2024
Piraclostrobin + azufre elemental liquido	250 – 500 mL	En condiciones de exceso de lluvia, periodo con días nublados, se realizaron cinco aplicaciones 14, 21, 28 de septiembre; 5, 16 de octubre 2024. Se recomienda evitar su uso 80 días antes de la cosecha.
Tebuconazol + trifloxystrobin	100 g	Cuando se detectaron tizones foliares en combinación con roya, Se realizaron dos aplicaciones (23 y 30 de octubre 2024) al detectar tizones foliares combinados con roya.
Octanoato de cobre	500 mL	Utilizarlo durante el periodo de 60 días antes y durante la cosecha, se realizaron aplicaciones en noviembre - diciembre 2024.
Azufre elemental + Oxicloruro de cobre	500 g	Utilizarlo durante el periodo de 60 días antes y durante de la cosecha, se realizaron aplicaciones en noviembre 2024 a mayo 2025.
Azufre elemental + tierras diatomeas	500 g	Utilizarlo durante el periodo de 60 días antes y durante de la cosecha, se realizaron aplicaciones en noviembre 2024 a mayo 2025.

10. El manejo químico de la mosca negra se realizó con insecticidas cuyo periodo de aplicación dependió de su efectividad y residualidad (Cuadro 13).

Cuadro 13. Insecticidas aplicados para el control de la mosca negra en higo, Tepalcingo, Morelos, México. Fuente: Coyote-Palma, M.H.

Producto	Dosis en 200 L agua / dosis ha ⁻¹	Periodo de aplicación
Malatión	300 mL / 450 mL	Al inicio de brotación de siconos, puede utilizarse con reservas durante el periodo de 60 días antes y durante la cosecha. Se utilizó de Octubre 2024 a marzo 2025.
Monocrotofós	300 mL / 450 mL	Una vez que se detecten siconos infestados, realizar una sola aplicación. Evitar su uso 75 días antes de la cosecha. Se realizó una aplicación el 30 octubre 2024.
Benzoato de emamectina	200 mL / 300 mL	En presencia de siconos infestados. Evitar su uso 20 días antes de la cosecha. Se utilizó en aplicaciones alternadas de noviembre a diciembre 2024.
Piriproxifen	100 a 200 mL / 150 a 300 mL	Al inicio del ciclo de vida de la plaga, durante el crecimiento de siconos 4 a 5 mm de diámetro.
Spinetoram	100 mL / 150 mL	En presencia de siconos infestados. Puede utilizarse en cualquier momento inclusive durante la cosecha sin restricciones. Se aplicó de Noviembre 2024 a abril 2025.
Imidacloprid + bifentrina granulado ALLECTUS®	20 kg/ha ⁻¹	Aplicación al suelo de 10 a 30 días después de terminar la poda o junto con la fertilización, debe existir suficiente humedad en el suelo por lo que se prefiere aplicar en periodo de lluvias. Se aplicó el 26 agosto 2024.
Docusat-cbu +piretrina	300 mL - 500 g/ 450 mL – 750 g	En presencia de siconos infestados. Puede utilizarse en cualquier momento inclusive durante la cosecha sin restricciones.
Extracto de aceite de neem	300 a 500 mL/ 450 mL – 750 g	En presencia de siconos infestados. Puede utilizarse en cualquier momento inclusive durante la cosecha sin restricciones.

11. Control etológico. Se instalaron 50 trampas artesanales elaboradas con botellas PET de 500-600 mL, perforadas con tres orificios de 5 mm de diámetro distribuidos

alrededor de su circunferencia. Las trampas se suspendieron mediante alambre acerado y se cebaron con torula (25 trampas) o sulfato de amonio al 4% (25 trampas), utilizando entre 250 y 300 mL de mezcla agua-cebo por unidad. Las trampas se distribuyeron equitativamente en ocho hileras de árboles, a una altura promedio de 1.20 m y en zonas sombreadas del dosel. Su instalación se realizó cuando los siconos alcanzaron 0.5 cm diámetro, de octubre a noviembre 2024, con recebado mensual de noviembre 2024 a abril 2025.

12. Control mecánico. La recolección y destrucción de infrutescencias infestadas por mosca negra inició con la detección de los primeros siconos infestados y continuó durante todo el periodo de fructificación y cosecha, de diciembre 2024 a abril 2025 (Figura 12).



Figura 12. Infrutescencias infestadas por mosca negra del higo recolectadas para su destrucción en la huerta comercial de Tepalcingo, Morelos, México 2024 – 2025. Fuente: Coyote-Palma, M.H.

13. Finalmente, se cuantificó el rendimiento total, así como los kilogramos de fruta destinados a exportación, mercado nacional y merma.

Muestreo para la evaluación de incidencia, severidad e infestación. Para evaluar el efecto del programa de manejo integrado se realizaron dos muestreos, antes y

después de la implementación de las prácticas de control, entre agosto de 2024 y mayo de 2025. La incidencia, severidad e infestación se determinaron mediante muestreo aleatorio simple en patrón zig-zag. Se establecieron cinco puntos de muestreo y en cada uno se seleccionaron dos plantas, siguiendo una adaptación de la metodología utilizada para la roya asiática de la soya en macroparcelas (Ploper et al. 2006; Del Sol-Rodríguez 2019). La distancia entre puntos fue de 50 a 60 m.

Muestreo para la roya del higo. Se evaluaron 16 hojas por árbol, 32 por punto y 160 hojas por muestreo. En cada hoja se registró la presencia de síntomas y la severidad de la enfermedad mediante la escala visual de Prakashan y Thamburaj (1991) (Cuadro 14). Posteriormente, el porcentaje se calculó con la fórmula de Townsend y Heuberger (1943):

$$P = \left(\sum \frac{(n * v)}{CM * N} \right) * 100$$

Donde:

P= Porcentaje de infección; n= número de hojas por cada nivel de la escala; v= valor numérico de cada nivel; CM= categoría mayor; N= número total de hojas evaluadas.

Cuadro 14. Escala para evaluar la severidad de *C. fici* en higo (Del Sol-Rodríguez et al., 2021).

Grado	Nivel de daño
0	Hoja sana
1	Hasta un 1 % de daño
2	De 1 a 10 % de daño
3	De 11 a 25 % de daño
4	De 26 a 50 % de daño
5	Más de 50 % de daño

La incidencia se calculó mediante:

$$\%I = n/N*100$$

Dónde: I= Incidencia; n= número de hojas con daño; N= número total de hojas muestreadas.

Muestreo para la mosca negra del higo. En la parte media del dosel se inspeccionaron 20 frutos por árbol, 40 por punto y 200 frutos por muestreo. Se registró la presencia de estadios biológicos o síntomas de daño. Los frutos con tonalidades verde pálido a marrón fueron disectados para confirmar infestación (Drouet 2015; Abbes et al. 2021).

Se determinó la infestación al cuantificar la cantidad de frutos de higo verdes (1 cm de diámetro) infestados y se calculó según la fórmula:

$\%I = n/N \times 100$ donde I= Infestación en frutos, n= Número de frutos con daño, N= Número total de frutos muestreados.

Muestreo para barrenadores de tronco y ramas del higo. Se aplicó un muestreo aleatorio sistemático, evaluando el 10% del total de árboles de la huerta (70 árboles por muestreo). En cada árbol se inspeccionaron las ramas principales en los cuatro puntos cardinales para identificar daños frescos ocasionados por larvas. La infestación se calculó mediante:

$$\%I = n/N \times 100$$

Dónde: I= Infestación; n= número de árboles o ramas dañadas; N= número total de árboles o ramas evaluadas.

Análisis estadístico. Los datos de infestación de barrenadores se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y comparación múltiple de medias de rangos, debido al incumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (Castillo, 2007; Mayorga-Ponce et al., 2022).

Para infestación de mosca negra, incidencia y severidad de roya se aplicó una comparación de medias muestras apareadas, ya que los datos cumplieron con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico SAS® versión 9.0 gratuita.

4.3. Resultados

4.3.1. Reducción de la infestación de barrenadores de tronco y ramas.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis y la comparación múltiple de medias de rangos aplicada a los datos de infestación en árbol ($\text{Pr} > \chi^2 = 0.0331$, $\text{Pr} > |t|$ M1-M2= 0.021, M1-M3=0.0391, M1-M4=0.0062, $p \leq 0.05$) y ramas ($\text{Pr} > \chi^2 = 0.0002$, $\text{Pr} > |t|$ M1-M2= 0.0003, M1-M3=0.0003, M1-M4 < .0001, $p \leq 0.05$), se detectaron diferencias estadísticas significativas entre el muestreo inicializado y los muestreos subsecuentes (Figura 13). Estos resultados indican que el programa de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) redujo significativamente la infestación de estos barrenadores.

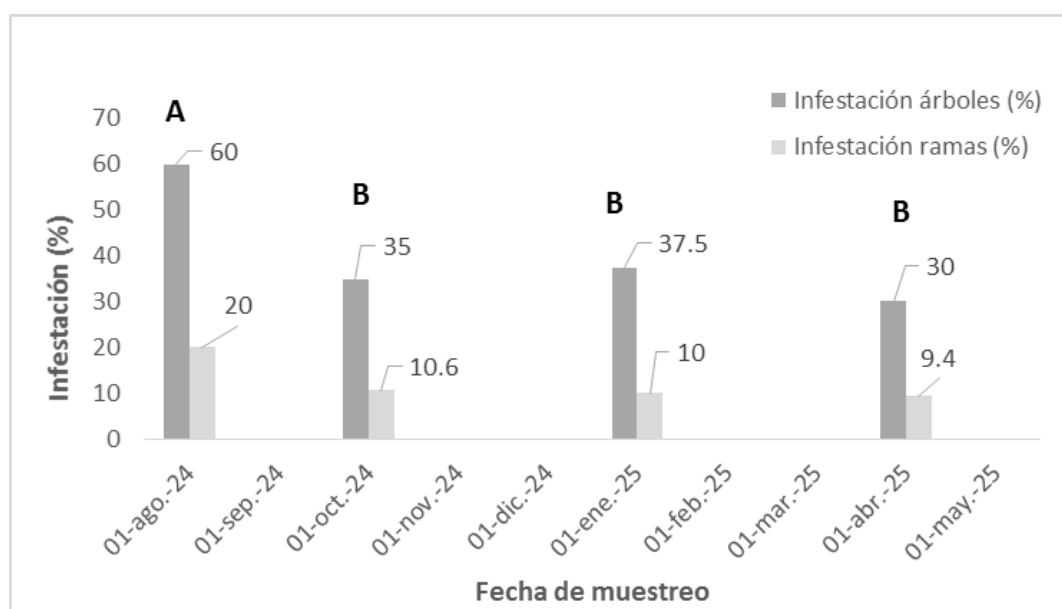


Figura 13. Infestación del barrenador de tronco y ramas del higo en árboles y ramas de los muestreos realizados durante la implementación del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en huerto comercial en Tepalcingo, Morelos, México 2024 - 2025. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis al 5% de probabilidad.

Las prácticas con mayor contribución al control de barrenadores fueron:

-Poda de fructificación, la cual eliminó ramas infestadas y favoreció la aireación e incidencia de luz en el dosel mediante una poda severa realizada a 1.20 m sobre el nivel del suelo.

-Sellado de heridas de poda mediante caldo bordelés al 1% complementado con imidacloprid + bifentrina, con el objetivo de prevenir infecciones y reducir la oviposición de adultos en cortes recientes.

-Eliminación de los residuos de poda, retirando e incinerando completamente ramas y hojas fuera del huerto, reduciendo la presencia de larvas, pupas e imagos próximos a emerger.

-Extracción manual de larvas, realizada durante octubre y noviembre de 2024 mediante la introducción de alambre acerado en galerías activas.

-Control químico, basado en aplicaciones semanales de imidacloprid + bifentrina y piriproxifen para el control de adultos, huevecillos y larvas neonatas.

4.3.2. Reducción del nivel de infestación de la mosca negra del higo.

La comparación de medias para muestras apareadas aplicada a la infestación en frutos no mostró diferencias estadísticas significativas entre muestreos, no se observó efecto de las medidas realizadas en la infestación de mosca negra ($Pr > |t| = 0.3910$; $p \leq 0.05$) (Figura 14).

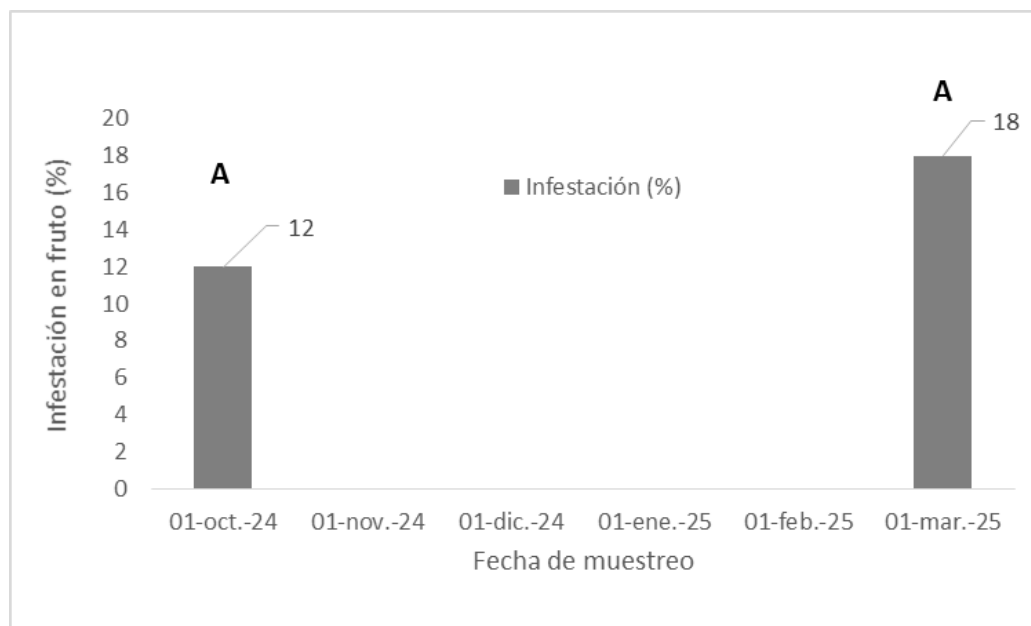


Figura 14. Infestación en fruto (%) de la mosca negra del higo de los muestreos realizados antes y después de la implementación del manejo integrado de plagas y enfermedades en Tepalcingo, Morelos, México 2024 – 2025. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de comparación de dos medias en la modalidad de muestras apareadas al 5% de probabilidad.

Las prácticas más relevantes fueron:

- Poda severa y eliminación de ramas con siconos infestados.
- Destrucción de residuos de poda.
- Colocación de trampas cebadas con torula y sulfato de amonio al 4%.
- Recolección y destrucción continua de infrutescencias infestadas.
- Aplicaciones dirigidas de insecticidas químicos y biorracionales.

Las trampas cebadas con sulfato de amonio mostraron mayor especificidad para mosca negra, mientras que las cebadas con torula captaron diversos dípteros. La eliminación de siconos infestados redujo el desarrollo larval y la emergencia de adultos, disminuyendo progresivamente el incremento poblacional de la plaga durante el ciclo de producción.

El MIPE permitió mantener estable el nivel de infestación durante el ciclo productivo. Las medidas de manejo implementadas limitaron la proliferación de la plaga mediante la interrupción de diferentes estadios biológicos de su ciclo de vida.

4.3.3. Reducción del nivel de incidencia-severidad de la roya del higo.

Tras verificar los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene), la comparación de medias para muestras apareadas aplicada a incidencia y severidad no mostró diferencias estadísticas significativas en los muestreos, no se observó efecto de las medidas realizadas en la incidencia y severidad de la roya ($P > |t| = 0.7640$, $p \leq 0.05$) (Figura 15).

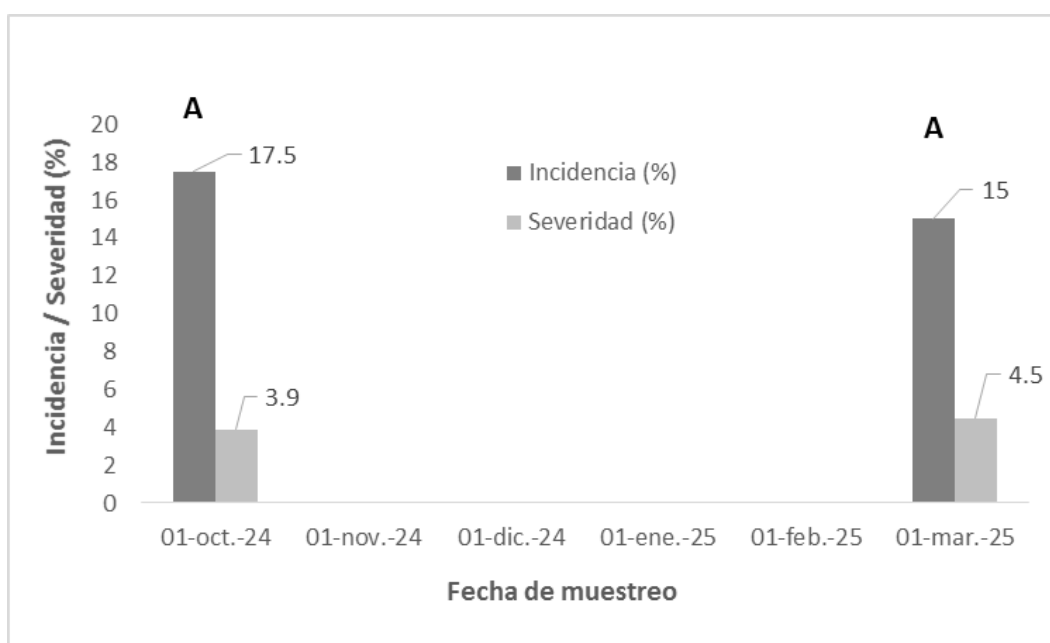


Figura 15. Incidencia y severidad (%) de la roya del higo de los muestreos realizados antes y después de la implementación del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en huerto comercial en Tepalcingo, Morelos, México 2024 - 2025. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de comparación de dos medias en la modalidad de muestras apareadas al 5% de probabilidad.

Las principales acciones de manejo incluyeron:

- Poda severa para eliminar follaje infectado y mejorar la aireación.
- Eliminación e incineración de residuos vegetales infectados.
- Control de maleza para reducir competencia y hospedantes alternos.
- Fertilización basada en análisis de suelo.
- Manejo del riego para evitar exceso de humedad.
- Aplicación estratégica de fungicidas sistémicos y preventivos.

Aunque el MIPE no redujo significativamente la incidencia y severidad de la roya, permitió mantener estable el nivel de la enfermedad durante el período evaluado. Las prácticas implementadas limitaron la proliferación del patógeno al interferir con distintos procesos de su ciclo epidemiológico.

4.3.4. Cuantificación del rendimiento.

La cuantificación del rendimiento consideró la producción de fruta, así como la destinada a exportación, mercado nacional y merma. Durante el ciclo 2023-2024 se registró un incremento de 270 kg de fruta para exportación respecto al ciclo previo, equivalente aproximadamente a \$16,000 MXN adicionales, aunque el rendimiento total disminuyó en 467 kg. En el ciclo 2024-2025 el rendimiento total fue inferior al de los dos ciclos anteriores; sin embargo, la proporción de fruta con calidad de exportación se mantuvo estable, de acuerdo con los porcentajes de fruta exportada respecto al total empacado y al rendimiento total (%Exp/Empaque y %Exp/Tot Prod) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparativo del rendimiento en kilogramos de higo producido, de acuerdo a cada mercado destino en cuatro ciclos consecutivos de la huerta comercial en Tepalcingo, Morelos, México.

Ciclo	Exportación	Merma	Nacional	Total	% Exp/Empaque	% Exp/Tot Prod
2021-2022	786.30	369.38	2,578.00	3,733.68	68.0	21.06
2022-2023	2,458.30	311.10	4,780.00	7,549.40	88.8	32.56
2023-2024	2,728.23	1,461.87	2,891.93	7,082.03	65.1	38.52
2024-2025	1,251.90	876.03	2,013.90	4,141.83	58.8	30.23

4.4. Discusión

En este estudio, la poda fue considerada como la práctica central del manejo integrado de plagas y enfermedades, constituyendo el principal mecanismo para reiniciar y programar el ciclo productivo de higo mediante la inducción de infrutescencias. En Morelos, la poda de troncos y ramas infestadas se recomienda como estrategia fundamental para el manejo de cerambícidos en huertas comerciales de higo (Coyote-Palma et al., 2025). Asimismo, en higueras 'Roxo de Valinhos' cultivadas en regiones semiáridas de Brasil, las podas intensas incrementaron la productividad y mejoraron características fisicoquímicas del fruto (Silva et al., 2019). En mango ataulfo se considera poda severa el corte de 100 cm a partir del ápice de la rama, esta práctica promueve la brotación vegetativa pero reduce la intensidad de floración, lo que repercute en la producción de fruto en el ciclo inmediato a la poda, esto indica que la intensidad de poda es un factor determinante en la productividad (Vázquez-Valdivia et al., 2009).

La protección o sellado de los cortes de poda y la eliminación de los residuos vegetales resultaron esenciales para reducir fuentes de inóculo y sitios de refugio de plagas y enfermedades. Ojeda et al. (2021) señalan que para el cultivo de la vid en España, la eliminación de los restos de poda disminuye significativamente la incidencia de enfermedades fúngicas en la madera. Los restos de poda de vid que quedan dentro o en la periferia de los viñedos representaron un riesgo alto como fuente de inóculo permanente de *Diplodia seriata*, por lo que se recomendó su eliminación mediante la incineración, enterrándolos, incorporándolos al suelo del viñedo o mediante el compostaje (Elena y Luque, 2016; Gramaje et al., 2018).

El control frecuente de maleza favoreció la disponibilidad de agua y nutrientes para el cultivo, particularmente durante la temporada de lluvias, cuando la competencia fue mayor. En la temporada seca la maleza proliferó solamente en el surco por donde circuló el agua de riego. Se realizaron dos aplicaciones de paraquat y solo en una de ellas se mezcló con saflufenacil. Se debe tener cuidado con saflufenacil, ya que presenta residualidad en el suelo y puede ocasionar efectos adversos en el desarrollo

de los árboles. Se aplican glifosato y glufosinato para controlar maleza tres veces al año en huertos comerciales en Japón, esta práctica ha generado preocupación con respecto al daño que pueden ocasionar en las raíces producidas superficialmente (Jafari et al., 2022). Se recomienda la aplicación de glufosinato de amonio, paraquat y saflufenacil en mezcla como alternativa al uso del glifosato en limón mexicano en Colima, y en limón persa en Veracruz ya que proporcionaron un control eficiente sobre la maleza presente (Esquivel et al., 2022; Orozco-Santos y García-Mariscal, 2021).

La fertilización edáfica contribuyó al vigor general de los árboles al suministrar macro y micronutrientes acordes con las etapas fenológicas del cultivo. La investigación relacionada con la nutrición del higo es reducida en comparativa a otros frutales, Gordon et al. (2022) realizaron una revisión de investigaciones donde se abordan elementos que indican la función que tienen los nutrientes en el crecimiento de la higuera y en la calidad de las infrutescencias producidas. Cambios inducidos en las plantas relacionados con su patrón de crecimiento, morfología, anatomía y composición química debidos al efecto que tienen los nutrientes pueden disminuir o aumentar su tolerancia o resistencia a enfermedades, siendo la reducción de la severidad el efecto más evidente (Munévar, 2004). La acción de los macroelementos primarios a excepción del N en la nutrición de las plantas ha manifestado una disminución de síntomas de diversas patologías (Sieiro Miranda et al., 2020). La absorción de K, Ca, Mg, B, Mn, Cu y Zn tiene un papel importante en la tolerancia de la cebolla a la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk), altos contenidos de Ca y B redujeron el daño ocasionado por el patógeno, desbalances en las relaciones de nutrientes con N, P y S incrementaron el daño de la enfermedad al cultivo de cebolla en Colombia (Aguirre et al., 2006).

El riego favoreció la emisión y desarrollo de infrutescencias; sin embargo, el exceso de humedad incrementa el riesgo de enfermedades foliares y radicales, particularmente la roya. Estudios previos en higo han demostrado que el riego, combinado con poda, mejora el rendimiento y estabiliza la producción (Abdolahipour et al., 2022). Trabajos realizados en higo de la variedad 'Roxo de Valinhos' en São Paulo, Brasil demostraron que el riego favoreció el desarrollo del frutal e incrementó

su rendimiento, que aplicado en conjunto con la poda, proporcionó igualmente alto rendimiento y permitió mantener constante y distribuida la producción durante el ciclo productivo (Leonel y Tecchio, 2008, 2010). Para la prevención del ataque de barrenadores de tronco y ramas en huertos comerciales de tamarindo se debe implementar un manejo agronómico apropiado haciendo hincapié en la fertilización y riego para fortalecer los árboles de manera contundente (Orozco-Santos et al., 2011).

La práctica de extracción y eliminación manual de larvas de barrenadores de tronco y ramas del higo permitió eliminar distintos estadios larvales desde las recién emergidas encontradas superficialmente hasta las ya maduras a varios centímetros dentro de la madera del árbol, esta acción en conjunto con la poda de ramas infestadas redujo la infestación en ramas 47 % y en árbol 42% y se mantuvo así el resto de la temporada seca del año. En árboles de tamarindo en el trópico seco de México, se recomienda realizar la poda de ramas dañadas y la eliminación manual de estados inmaduros de *Trachyderes mandibularis* Dupont (Orozco-Santos et al., 2011). Una práctica de control cultural recomendada dentro del manejo de cerambícidos en higo es la eliminación de larvas mediante la introducción de un alambre flexible en la galería para matarlas (Singh et al., 2022).

Se instalaron trampas matadoras de PET para la captura de adultos como medida de control etológico, los cebos utilizados (torula y sulfato de amonio al 4%) tuvieron efectos de captura. Este último mostró mayor especificidad a una especie, es decir solo atrajo dípteros presuntivos a mosca negra. Perales et al. (2021) encontraron que el sulfato de amonio al 2% y 4% capturó más adultos de mosca negra que el fosfato diamónico al 4% y cebo spinosad en trampas matadoras de PET en la entidad. Los resultados de Katsoyannos (1983) mostraron que moscas *S. adipata* fueron fuertemente atraídas por las trampas McPhail cebadas con sulfato de amonio.

La recolección y destrucción de infrutescencias inmaduras infestadas fue una de las prácticas culturales más importantes para el manejo de la mosca negra del higo (*Silba adipata*), debido a que permitió reducir rápidamente la cantidad de siconos infestados presentes en el huerto, e interrumpió el ciclo biológico de la plaga. La eliminación oportuna de frutos infestados impidió que las larvas completaran su desarrollo y

alcanzaran los estados de pupa y adulto. El punto clave de esta actividad fue reconocer las infrutescencias infestadas que contienen en su interior algún estadio biológico, reduciendo así la reinfestación dentro de la plantación. Esta estrategia adquiere especial relevancia debido a que gran parte del ciclo inmaduro de *S. adipata* transcurre protegido dentro del sicono, donde las larvas se alimentan de los tejidos internos y permanecen fuera del alcance de la mayoría de las medidas de control convencionales.

El éxito de esta práctica dependió principalmente de la identificación temprana de infrutescencias que contenían estados larvales en su interior. En el presente estudio, el reconocimiento se basó en la observación de cambios de coloración, alteraciones en la textura, presencia de orificios y caída prematura de los frutos. Estos síntomas coinciden con las descripciones realizadas por Abbes et al. (2021) y Drouet (2015b), quienes señalaron que los frutos infestados presentan una transición de color verde uniforme a tonalidades rojizas, violáceas o marrones como consecuencia de la actividad alimenticia de las larvas. Asimismo, investigaciones recientes sobre la morfología y bioecología de *S. adipata* en México han confirmado que el desarrollo larval dentro del sicono provoca procesos de pudrición interna, deterioro de tejidos y desprendimiento prematuro de los frutos, generando pérdidas económicas importantes y problemas cuarentenarios para la comercialización internacional del higo.

Durante el desarrollo de esta investigación se identificaron infrutescencias con cambios de coloración de verde uniforme a tonos amarillo-naranjas y morado-marrón las cuales fueron retiradas de los árboles y se depositaron en el interior de bolsa de polietileno negro fuera del huerto para su destrucción mediante exposición a la radiación solar. Este procedimiento evitó que las larvas completaran su desarrollo y emergieran como adultos. Actualmente, la destrucción de frutos infestados mediante solarización o enterramiento profundo es considerada una de las medidas culturales más efectivas para reducir la presión de infestación de *S. adipata*. Una revisión internacional reciente sobre el estado actual del conocimiento de esta plaga destaca que la eliminación sistemática de frutos infestados, tanto adheridos al árbol como caídos al suelo, constituye la piedra angular de los programas de manejo integrado, ya

que evita la acumulación de reservorios capaces de sostener poblaciones locales y favorecer reinfestaciones continuas (DGSV-CNRF, 2019; DGSV-DPF, 2021; Abbas et al., 2021).

El control químico de los barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya del higo se realizó mediante la aplicación de plaguicidas que los productores han adoptado mediante la recomendación de asesores o por su uso en el control de plagas similares en otros cultivos. Las aplicaciones se realizaron de manera preventiva o curativa utilizando productos de contacto o sistémicos dependiendo de la fenología del frutal, biología y hábitos de la plaga, epidemiología del patógeno y condiciones climáticas existentes. Investigaciones han demostrado la efectividad de insecticidas sobre cerambídeos en distintos modos de aplicación sobre huevecillos, larvas y adultos (Goodwin, 2005; Orozco-Santos et al., 2011; Poland et al., 2006; Rodríguez-González et al., 2022; Ugine et al., 2012; Venkatesha y Dinesh, 2012). La información en cuanto al uso de insecticidas para el control de la mosca negra del higo es reducida, se reporta a la deltametrina, al malatión y al spinosad como insecticidas utilizados para el control de moscas de la fruta entre ellas a la mosca negra del higo (DGSV-DPNMF, 2019; Drouet, 2015a; Melgarejo, 1999; Singh et al., 2022). Los fungicidas que se han recomendado para el control preventivo de la roya del higo son el caldo bordelés, sulfato de cobre, azufre, maneb y zineb (McKenzie, 1986; Mostowfizadeh-Ghalamfarsa et al., 2022; Verga y Nelson, 2014).

El manejo integrado de plagas y enfermedades se consideró como una alternativa viable en el cultivo del higo para controlar y manejar adecuada y eficientemente los principales problemas fitosanitarios, específicamente a barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya del higo, aplicando estrategias de prevención y supresión, utilizando diversas(os) tácticas o métodos de control; control cultural, físico, etológico, biológico, biorracional y químico. Las prácticas de manejo implementadas fueron las que se consideraron con mayor efecto en la disminución de los niveles de incidencia-severidad o infestación de la enfermedad y plagas, estas medidas no se contrapusieron a sus efectos y si bien en dos de los tres casos aunque no se redujeron los parámetros de evaluación significativamente, sí se pudieron mantener en niveles

bajos que no representaron pérdidas económicas substanciales. Trabajos de investigación señalan y puntualizan las definiciones, características idóneas, obstáculos de adopción y experiencias desarrolladas sobre el manejo integrado de plagas y enfermedades (Badii et al., 2007; Jiménez, 2009; Parsa et al., 2014; Pernía y Sanabria, 2021; Vivas-Carmona, 2017).

Con respecto a la roya del higo en la literatura se indica repetidamente que para tener un adecuado nivel de control de la enfermedad se deben realizar medidas conjuntas que sean en lo más posible eficaces y prácticas; como la eliminación de hojas enfermas como fuente de inóculo, realización de la poda y optimización del riego para mejorar la aireación y evitar humedad excesiva y control químico mediante la aplicación de fungicidas preventivos, señalando que aun así estas prácticas solo ofrecen un control limitado de la enfermedad (Ferrin y Overstreet, 2010; McKenzie, 1986; Michailides, 2003; Mostowfizadeh-Ghalefarsa et al., 2022).

El programa de manejo integrado de plagas y enfermedades del higo en el estado de Morelos propuesto en base a esta investigación contempló las siguientes prácticas:

1. Poda de fructificación – fitosanitaria
2. Sellado y curado de cortes de poda
3. Eliminación de residuos de poda
4. Extracción manual de larvas de barrenadores de tronco y ramas
5. Control de maleza
6. Manejo de la nutrición
7. Riego
8. Colocación de trampas matadoras contra mosca negra
9. Eliminación y destrucción de infrutescencias infestadas por mosca negra
10. Control químico de barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya del higo

Lo anterior coincide con propuestas como la de Verga y Nelson (2014) para el manejo de la roya del higo en Hawái, con la integración de diversas técnicas.

La poda y eliminación de sus residuos se consideró como la práctica de mayor importancia debido al efecto que mostró en la reducción de las fuentes de inóculo responsables de las nuevas infecciones o infestaciones en el próximo ciclo de producción.

Se redujo el uso de plaguicidas residuales, únicamente a la etapa de desarrollo vegetativo e inicio de formación de siconos, para las etapas de fructificación y maduración de infrutescencias se utilizaron plaguicidas de baja o nula residualidad junto a biorracionales.

4.5. Conclusiones

Las prácticas de manejo agronómico y fitosanitario que se implementaron sobre barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya durante el ciclo de producción del higo, permitieron ser incorporadas compatiblemente en un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades.

Las prácticas de manejo y control realizadas sobre los barrenadores de tronco y ramas mostraron efecto en la reducción del nivel de infestación durante un ciclo de producción del higo.

Las prácticas de manejo y control realizadas sobre mosca negra y roya del higo aunque estadísticamente no mostraron efecto en la reducción de los niveles de incidencia-severidad e infestación, si los mantuvieron estables durante el ciclo de producción del higo.

No existió alguna limitante que impidiera el ingreso de infrutescencias al empaque de exportación para su selección, envío y comercialización a los Estados Unidos.

Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que se necesitan más ciclos de evaluación para que las conclusiones podar llegar a ser más contundentes.

El programa de manejo integrado de plagas y enfermedades propuesto se recomendará en campo a productores, se seguirá evaluando y complementado para mejorar su efectividad y confiabilidad para facilitar la comercialización del higo fresco.

4.6. Referencias bibliográficas

- Abbes, K., Hafsi, A., Harbi, A., Mars, M., y Chermiti, B. (2021). The black fig fly *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae) as an emerging pest in Tunisia: preliminary data on geographic distribution, bioecology and damage. *Phytoparasitica*, 49(1), 49–59. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00871-y>
- Abdolahipour, M., Kamgar-Haghighi, A. A., Sepaskhah, A. R., y Davatgar, N. (2022). Irrigation and Water Requirements. En *The Fig Botany, Production and Uses*. (pp. 277–291). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781789242881.0011>
- Aguirre, S. E., Menjivar, F. J. C., y Piraneque, G. N. V. (2006). Relación entre la nutrición mineral y la severidad del daño ocasionado por pudrición blanca en cebolla de bulbo. *Acta Agronómica.*, 55(4), 21–28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169920333004>
- Badii, M. H., Landeros, J., y Cerna, E. (2007). Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas Un apoyo al desarrollo sustentable. *Culcyt*, 4(23), 13–30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7301261>
- Casadomet, E., Pérez, F., J, M., Ross, P., Del, J., y López Corrales, M. (2015). Parásitos, patógenos y fisiopatías de la higuera. *Phytoma*, 271, 1–9.
- Castillo, M. L. E. (2007). Introducción al SAS para windows (Tercera). Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.
- Coyote-Palma, M. H., López-Martínez, V., Alia-Tejacal, I., Valle-De la Paz, M., Perales-Rosas, D., y Martínez-Fernandez, E. (2025). Damage Dynamics and Control of the Borer Beetles *Trachyderes mandibularis* and *Neoptychodes trilineatus* on Trunks and Branches of Figs in Morelos, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 50(1), 149–160. <https://doi.org/10.3958/059.050.0132>
- DGSV-CNRF. (2019). Mosca negra del higo *Silba adipata* McAlpine, 1956 (Diptera: Lonchaeidae). Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro

Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica 78. Tecámac, Estado de México, 15 p.

DGSV-DPF. (2021). Estrategia operativa para el manejo fitosanitario de la mosca del higo negro *Silba adipata* McAlpine, 1956 (Diptera: Lonchaeidae). Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Dirección de Protección Fitosanitaria. 17 p. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategias-operativas?state=published>

DGSV-DPNMF. (2019). Manual técnico para las operaciones de campo de la campaña nacional contra moscas de la fruta. Sección II. Control químico. Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta. 36 p. <https://www.gob.mx/senasica/documentos>

Drouet, F. (2015a). La mosca negra del higo (*Silba adipata* McAlpine, antes *Lonchaea aristella* Beck.): Presentación y descripción. <http://www.silba-adipata.fr/1-Presentation.html>

Drouet, F. (2015b). Symptômes de l'attaque de la mouche noire du Figuier (*Silba adipata* McAlpine ; anciennement *Lonchaea aristella* Beck.). <http://www.silba-adipata.fr/Mouche-noire-du-figuier-Silba-adipata-Lonchaea-aristella-symptomes-attaque.html>

Elena, G., y 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(4), 803–810. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0782-9>

Esquivel, E. V. A., Enríquez, Q. J. F., y Matilde, H. C. (2022). Avances en el control de malezas en limón persa en sustitución al glifosato en el estado de Veracruz. En Sociedad mexicana de la ciencia de la maleza. (pp. 107–114). https://somecima.com/wp-content/uploads/2022/11/Memoria_SOMECIMA_2022.pdf#page=107

- Environmental Protection Agency. (2026). 40 C.F.R. § 180 Subpart C—Specific Tolerances. eCFR. <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-E/part-180/subpart-C>
- Ferrin, D., y Overstreet, C. (2010). Fig Rust *Cerotelium (Physopella) fici* (E.J. Butler) Arthur. Louisiana Plant Pathology. Disease Identification and Management Series, Disease Identification and Management Series. *LSU AgCenter*. <https://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/3CB47A0E-BCBD-4802-B05AB60386A052AA/71575/pub3159FigRustHIGHRES.pdf>
- Food and Drug Administration Food Safety Modernization Act of 2011, Pub. L. No. 111-353, 124 Stat. 3885 (2011). <https://www.govinfo.gov/app/details/PLAW-111publ353>
- Goodwin, S. (2005). Chemical control of fig longicorn, *Acalolepta vastator* (Newman) (Coleoptera: Cerambycidae), infesting grapevines. *Australian Journal of Entomology*, (44), 71–76. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2005.00438.x>
- Gordon, P., Ferguson, L., y Brown, P. (2022). Soil and Nutritional Requirements. En *The Fig Botany, Production and Uses*. (pp. 250–276). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781789242881.0010>
- Gramaje, D., Úrbez-Torres, J. R., y Sosnowsky, M. R. (2018). Managing Grapevine Trunk Diseases With Respect to Etiology and Epidemiology: Current Strategies and Future Prospects. *Plant Disease*, 102(1), 12–39. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0512-FE>
- INEGI. (2022). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapas. Climatológicos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Mapa> Consulta: 20/01/2024
- Jafari, M., López-Corrales, M., Galán, A. J., Galván, A. I., Hosomi, A., Nogata, H., Ikegami, H., Balas, F., Serradilla, M. J., Garza-Alonso, C. A., Yavari, A., Ferguson, L., y Sarkhosh, A. (2022). Orchard Establishment and Management. En *The Fig Botany, Production and Uses*. (pp. 184–230). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781789242881.0008>

- Jiménez, M., Edgardo. (2009). Manejo integrado de plagas. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2456/1/nh10j61p.pdf>
- Katsoyannos, B. I. (1983). Field observations on the biology and behavior of the black fig fly *Silba adipata* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae), and trapping experiments. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 95(1–5), 471–476. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1983.tb02670.x>
- Leonel, S., y Tecchio, M. A. (2008). Produção da figueira submetida a diferentes épocas de poda e irrigação. *Rev. Bras. Frutic.*, 30(4), 1015–1021. <https://doi.org/doi.org/10.1590/S0100-29452008000400029>
- Leonel, S., y Tecchio, M. A. (2010). Épocas de poda e uso da irrigação em figueira “roxo de valinhos” na região de Botucatu, SP. *Bragantia.*, 69(3), 571–580. <https://doi.org/doi.org/10.1590/S0006-87052010000300008>
- López-Martínez, V., Vargas, O. R., Alia-Tejacal, I., Toledo-Hernández, V. H., Corona-López, A. M., Delfín-González, H., Guillen-Sánchez, D., y Jiménez-García, D. (2015). Xylophagous Beetles (Coleoptera: Buprestidae and Cerambycidae) from *Ficus carica* L. (Moraceae) in Morelos, Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 69(4), 780–788. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-69.4.780>
- Maes, J. M., Berghe, E., Dauber, D., Audureau, A., Nearn, E., Skilman, F., Heffern, D., y Monné, M. A. (2010). Catálogo ilustrado de los Cerambycidae (Coleoptera) de Nicaragua. Parte II-Cerambycinae. *Revista Nicaraguense de Entomología*, 70(1–4), 1–879. <http://www.bio-nica.info/RevNicaEntomo/70-2010-S2-Cerambycinae.pdf>
- Mayorga-Ponce, R. B., Graciano-Ventura, D. C., Hernández, A. M., Moctezuma-Jiménez, P. M., Pérez-Galindo, B., y Roldan-Carpio, A. (2022). Cuadro comparativo de Análisis Paramétrico y No Paramétrico. Publicación semestral, Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 10(20), 90–93.

- McKenzie, E. H. C. (1986). New plant disease record in New Zealand: Fig rust (*Cerotelium fici*) on *Ficus carica*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 29(4), 707–710. <https://doi.org/10.1080/00288233.1986.10430467>
- Melgarejo, M. P. (1999). Frutales de zonas áridas. El cultivo de la higuera (*Ficus carica* L.). A. Madrid Vicente, Ediciones. <http://hdl.handle.net/11000/4945>
- Michailides, T. J. (2003). Diseases of fig. En *Diseases of Tropical Fruit Crops*. Ploetz, R.C. (ed.). (pp. 253–274). CABI Publishing / CAB International. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ttl_-tu6rpgC&oi=fnd&pg=PA253&ots=AkCz1thSyv&sig=WY0hWKM1KoHBRkann0CHiC7cizA#v=onepage&q&f=false
- Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R., Bolboli, Z., Salmaninezhad, F., y Michailides, T. J. (2022). Fungal, Bacterial and Nematode Diseases in Figs. En *The Fig Botany, Production and Uses* (p. 511). CAB International.
- Munévar, M. F. (2004). Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas. *Palmas*, 25(especial.), Article especial. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1080>
- Ojeda, S., Martínez-Diz, M. P., Díaz-Losada, E., y Gramaje, D. (2021). La poda de la vid y las enfermedades fúngicas de la madera. *Enovicultura* no 68 • enero | febrero 2021, (68). https://www.researchgate.net/profile/David-Gramaje/publication/349502833_La_poda_de_la_vid_y_las_enfermedades_fungicas_de_la_madera/links/6033d2e64585158939c25a48/La-poda-de-la-vid-y-las-enfermedades-fungicas-de-la-madera.pdf
- Orozco-Santos, M., y García-Mariscal, K. (2021). Control de maleza con acolchado plástico y aplicación de herbicidas en limón mexicano. En *Memorias del XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza* (pp. 36–43). <https://somecima.com/wp-content/uploads/2021/11/Memoria-Congreso-SOMECIMA-2021.pdf#page=36>
- Orozco-Santos, M., García-Mariscal, K., Vázquez-Jiménez, J. L., Robles-González, M., Velázquez-Monreal, J. J., Manzo-Sánchez, G., y Nieto-Ángel, D. (2011). The

- Long-Jawed Longhorn Beetle (Coleoptera: Cerambycidae) in Tamarid Trees in the Dry Tropic of Mexico — A Brief Revision. *Southwestern Entomologist*, 36(2), 197–202. <https://doi.org/10.3958/059.036.0208>
- Parsa, S., Morse, S., Bonifacio, A., Chancellor, T. C. B., Condori, B., Crespo-Pérez, V., Hobbs, S. L. A., Kroschel, J., Ba, M. N., Rebaudo, F., Sherwood, S. G., Vanek, S. J., Faye, E., Herrera, M. A., y Dangles, O. (2014). Obstacles to integrated pest management adoption in developing countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(10), 3889-3894, 111(10), 3889–3894. <https://doi.org/doi.org/10.1073/pnas.1312693111>
- Parthasarathy, S., Thiribhuvanamala, G., Ramalingam, K., Daniel Jebaraj, M., y Prabakar, K. (2020). Incidence and ultramicroscopic characterization of *Cerotelium fici* (castagne) rust in *Ficus carica* L. *Journal of Applied Horticulture*, 22(1), 24–26. <https://doi.org/10.37855/jah.2020.v22i01.05>
- Perales, D., Sánchez, D. G., Valle de la Paz, M., y Hernández-Pérez, R. (2021). Efectividad Biológica de Atrayentes Para el Monitoreo de *Silba adipata* en Higo en Morelos, México. *Southwestern Entomologist*, 46(4), 991–1000. <https://doi.org/10.3958/059.046.0421>
- Pernía, J. C., y Sanabria, M. E. (2021). El manejo integral de plagas y enfermedades en cultivos como una alternativa de compromiso para el cumplimiento de la Responsabilidad Social Ambiental en la agricultura. *Dissertare Revista De Investigación En Ciencias Sociales*, 6(1), 1–21. <https://revistas.uclave.org/index.php/dissertare/article/view/3170>
- Poland, T. M., Haack, R. A., Petrice, T. R., Miller, D. L., Bauer, L. S., y Gao, R. (2006). Field Evaluations of Systemic Insecticides for Control of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in China. *Journal of economic entomology. Forest entomology*, 99(2), 383–392. <https://doi.org/10.1093/jee/99.2.383>
- Rodríguez-González, Á., Carro-Huerga, G., Zanfaño, L., Mayo-Prieto, S., Porteous-Álvarez, A. J., Ramírez-Lozano, D., Fernández-Marcos, A., Peláez, H. J., y

- Casquero, P. A. (2022). *Xylotrechus arvicola* (Coleoptera: Cerambycidae): Tolerancia varietal y estrategias para su control en el cultivo de la vid. En La Mejora de la Resistencia y/o Tolerancia a Plagas Vegetales. (pp. 43–69). https://digital.csic.es/bitstream/10261/305291/5/La%20mejora%20de%20la%20resistencia%20y_o%20tolerancia%20a%20plagas%20vegetales.pdf#page=48
- Sieiro Miranda, G. L. S., González, M. A. N., Rodríguez, L. E. L., y Rodríguez, R. M. (2020). Efecto de los macroelementos primarios en la susceptibilidad a enfermedades. *Centro Agrícola*, 47(3), 66–74. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v47n3/0253-5785-cag-47-03-66.pdf>
- Silva, F. S. O., Mendonça, V., Alves, A. A., Farias, W. C. de, Santos, E. C. dos, Pereira, E. C., y Martins, E. G. P. (2019). Pruning Intensity and Lopping System in Fig Plants in the Brazilian Semiarid Region. *Journal of Experimental Agriculture International*, 1–9. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v34i230168>
- Singh, S., Li, Z., Zhang, Y., Grieshop, M. J., Giliomee, J., Massimino, C. G. E., y Sandhu, R. K. (2022). Arthropod Pests of Fig and Their Management. En *The Fig Botany, Production and Uses*. (pp. 332–366). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781789242881.0014>
- Ugine, T. A., Gardescu, S., Lewis, P. A., y Hajek, A. E. (2012). Efficacy of Imidacloprid, Trunk-Injected Into *Acer platanoides*, for Control of Adult Asian Longhorned Beetles (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of economic entomology. Forest entomology*, 105(6), 2015–2028. <http://dx.doi.org/10.1603/EC12188>
- Vázquez-Valdivia, V., Pérez-Barraza, M. H., Osuna-García, J. A., y Urías-López, M. A. (2009). Intensidad de poda sobre el vigor, producción y peso del fruto, del mango 'Ataulfo'. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(2), 127–132. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v15n2/v15n2a4.pdf>
- Venkatesha, M. G., y Dinesh, A. S. (2012). Review Article. The coffee white stemborer *Xylotrechus quadripes* (Coleoptera: Cerambycidae): *Bioecology, status and management*. 32(4), 177–188. <https://doi.org/10.1017/S1742758412000331>

- Verga, A., y Nelson, S. (2014). Fig Rust in Hawai 'i. *Plant Disease*, 100, 1–5.
<https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-100.pdf>
- Vivas-Carmona, L. E. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal of theSelva Andina Biosphere*, 5(2), 67–69. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n2/v5n2_a01.pdf

CONCLUSIÓN GENERAL

Se identificaron los periodos de incidencia de los barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya del higo durante un ciclo de producción completo en la principal zona productora de higo en el estado de Morelos.

Se definieron los periodos de mayor incidencia, severidad e infestación de los barrenadores de tronco y ramas, mosca negra y roya del higo en el ciclo de producción del frutal.

Se validó la efectividad de control de insecticidas y fungicidas biorracionales sobre los tres problemas fitosanitarios, lo que permitió determinar a los plaguicidas con el mejor efecto de control.

Se validó la efectividad de las prácticas de manejo agronómico y fitosanitario en la reducción de la incidencia, severidad e infestación de los tres problemas fitosanitarios.

Con los resultados de esta investigación se logró diseñar una propuesta de programa de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en el cultivo del higo, mediante el cual se redujeron los daños ocasionados por plagas y enfermedades, aumentó la calidad comercial-fitosanitaria de las infrutescencias y se incrementó la cantidad de infrutescencias ingresadas a empaque de exportación.

RECOMENDACIONES

Determinar el método de muestreo más adecuado para la evaluación de los daños de plagas y enfermedades del higo con la finalidad de obtener los umbrales económicos.

Continuar con la evaluación de plaguicidas considerando validar las mejores dosis y métodos de aplicación más adecuados.

Complementar y actualizar constantemente el programa de manejo integrado de plagas y enfermedades propuesto en esta investigación mediante la retroalimentación práctica en campo con productores, asesores técnicos y empacadores.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección
Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 18 de junio de 2026

Asunto: voto aprobación de tesis

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ

Encargado de Despacho de la Dirección
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
P R E S E N T E.

Por medio del presente, le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LO PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO**, que presenta la estudiante **Manuel Hermilo Coyote Palma**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección, el cual servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha:2026-06-24 19:13:06 | FIRMANTE

iDvM885KKfVL1CVFKG2YK8K3fnB1eHKrfnPMzjLgDUzs7/6CxpLLLLox4p4wniann+YpfBFzd8lfluqXnlmO9K1MAp4qG7CJ3wFDDoZD822aMbuEXHKcCMHo+gxQwqyu/dgBSs2xWR7ffliIP3QdjPWHNkHtAXSkHk+xAaWQVNWxkTyYqGiZzLrfOjDh5Nh2IzOlq270sbk+q8eTWDW+m74KMUIZEOjQvDlrt+GzonVPVsFxxllem80g2bbquwrSiMFxqhLuWCcVav92PX7I34gfHroL82/k7yrVC3aOm3sLqr6qv+mJxJXre+GCGrJfYVodcALrXl1nSU+Wa0Ltg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



XK9fhZFMn

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/WYhLrSz5Qhk63fv9l42Mizj4o7E76P4k>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección
Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 18 de junio de 2026

Asunto: voto aprobación de tesis

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ

Encargado de Despacho de la Dirección
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
P R E S E N T E.

Por medio del presente, le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LO PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO**, que presenta la estudiante **Manuel Hermilo Coyote Palma**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Víctor López Martínez** el cual servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. IRAN ALIA TEJACAL





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

IRAN ALIA TEJACAL | Fecha:2026-06-24 11:07:15 | FIRMANTE

EhF2CZlBu2pilha19WqdwqjAPbhojZDJsXJmd+szdF6CcdBwf3BowfiJb+I+1XYOc78uTahul9hwVFYy00MGI/treuD8y9EdN2NkNSsM5sjoTZuTHv+rmysQvJ2lc/3keN8mW9HM8k6NiQCjTv4QC9UpMygYQuYvZUbX5iQDwNPCskzgtN3OAi0wYtB4gQ8mqMWqCQpvPZo2VKjLdk4hKwgtppEpphPim3u/WYzfqRnUpjhwu0JGpZDGHNa4kbK39QotD04nCjm7srca dqsN+03Q1FkmJhpHkQy+4Trs+kL5jHGnwIMJWBpo12PR9c6QrUah9Rjxut4gEsEyh/nmuQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



JTbk71uMs

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/e9RWjdiUAeWax00o193DEPYhiPEBafUW>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección
Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 18 de junio de 2026

Asunto: voto aprobación de tesis

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ

Encargado de Despacho de la Dirección
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
P R E S E N T E.

Por medio del presente, le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LO PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO**, que presenta la estudiante **Manuel Hermilo Coyote Palma**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Víctor López Martínez** el cual servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. EDGAR MARTÍNEZ FERNÁNDEZ





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

EDGAR MARTINEZ FERNANDEZ | Fecha:2026-06-24 19:36:51 | FIRMANTE

Hym7+8/GfMJHpAmQ/e7rWnMw0BeP5M3m+kpzUXFlx7df6BAGMkjPQsPkm9kKnOqblyE2PkNbOT4dnuRMyiiZSqNIZBDwonQt7KqjwGTxW65c69T6XDe7xfrqxe7wRRYFMSikE
O7S38vFiN7TMREnv+SbmjiiXmHsyamzAoOT0Kjs3bnMMED4g1YwovH3dul8lvefV6yxWcMwWHskk4kHaAlaH/WP2nWI/LelqnZiDBS4LUic+kv8FHUuoagPOr7+pJcdmEMMpR
Wk4p6MFFq9J4ggLYUWaAkLDU2sT4d6kLQIOKSInlzFX+I/fvLOIITekVQS/hJ3JFj1yzpsVvkqA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[PxugCZ2hy](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ungDZdCwPEFe1Cc3WrxhCQvFMLofkAzN>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección
Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 18 de junio de 2026

Asunto: voto aprobación de tesis

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ

Encargado de Despacho de la Dirección
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
P R E S E N T E.

Por medio del presente, le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LO PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO**, que presenta la estudiante **Manuel Hermilo Coyote Palma**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Víctor López Martínez** el cual servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. GUADALUPE PEÑA CHORA





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

GUADALUPE PEÑA CHORA | Fecha:2026-06-24 06:41:45 | FIRMANTE

ixPzL6j4RX5+pcaaXub8GUYWmdTG+m0i+yMAiT9HwGfsUW2BOSL5mMDTWqYXQ7b2AxVQw4j4GRsOrczqC0dPcfmSR789tnEEFhjgfsHVKN+SIILD4HMMMa4vtKZFFxB3v7y5yKzJE57p5hXkU/70WS6WldDBRFkJ5sNcYOXjiU4A9iHBH1phD5PCmE+3Vm7ymvM5m5toSzFN3p9Wx/VPVvXj49mp9bX7fc1zL50EoV3UX4N/vakpKyvikjWZaB1rD33K+tfkY49ZTboEPq+sD3AmnfVCYdqLxa8lyc5TOcZLboFNTfYsFLJAXTfWQ/AYzsMuT7wJ8SWV66mMs/0Q==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



nw5MluA37

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/jGmIGACZPctELH91qCoMVh1c1CsULbGh>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección
Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 18 de junio de 2026

Asunto: voto aprobación de tesis

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ

Encargado de Despacho de la Dirección
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
P R E S E N T E.

Por medio del presente, le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LO PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO**, que presenta la estudiante **Manuel Hermilo Coyote Palma**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Víctor López Martínez** el cual servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. FRANCISCO PERDOMO ROLDAN





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

FRANCISCO PERDOMO ROLDAN | Fecha:2026-06-24 20:07:02 | FIRMANTE

yOzZfxxAKOlPyb8cxwpsJ+Cpf6ojT17yhhSYV0dyuGx63fldQ+vnpPQhhQxqUHT69boyd6rRYKThlYz9QucxlEEWrtD+kVmMXVng/0im/eC6ZeXTH50SOvE4IgvZsn6BMUgGFNRi
ADsVaidcXK5u5FvmS+7cYN9xYWswqz9e9RMMEwVE3zNYOnel1C+O2cE6j4znbEWgXcfx6eqOZaTUc57V7opvWUo27YVD+IOUQrsVhjiApcu6g5+nFh13kbh3wFySlxfjfvAjqKs
ko3ne+YTycCXUIgByMATwsh38lgrAo81ISyhMn6i1W+UL4gMrAcIbM5fqP3H40E3RGWJg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



ZBaLOenj7

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/uKI64HfrM4yMjVWQrKmk4S9D4uQJiS1d>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección
Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 18 de junio de 2026

Asunto: voto aprobación de tesis

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ

Encargado de Despacho de la Dirección
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
P R E S E N T E.

Por medio del presente, le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LO PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO**, que presenta la estudiante **Manuel Hermilo Coyote Palma**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Víctor López Martínez** el cual servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DRA. MAIREL VALLE DE LA PAZ





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

MAIREL VALLE DE LA PAZ | Fecha:2026-06-24 09:33:37 | FIRMANTE

f2sq7ve7sYvhigkCF+GL/TPwGota2U4gPmvPTiXdbyk3x9AUNo3E5Xz4DO7cQoFP0k88siJRRClamYBamM4SFHx4lvsslx8i3YMvPnE28Mbivlz0VEWcur4vpKlpEMwec+E5xS8/FwQIPTKTczPR3QSDJlalhOY2AhTw22k+VqOWA0r0HneGaA4/0YyCwyhfuWhKgUyY3qQVixj3XNymbMYGiN85vsTMjO055/pq0Oe84RcGT8S0z09U6sjesf6qfWccA8YKQwfMDL1bK/ORO2qT2zoSlrbpbSoQy/4wVZxEJNj8HmhzXmPFv8thuO5ZY/qlJAPdwKBf5/OQQ0ypg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



PsfxfZbA

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/qwwFfcVjyiHcN2HDPDphzieVmYhil6r8>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección
Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 18 de junio de 2026

Asunto: voto aprobación de tesis

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ

Encargado de Despacho de la Dirección
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
P R E S E N T E.

Por medio del presente, le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **MANEJO INTEGRADO DE LA ROYA (*Cerotelium fici* (Butler)), MOSCA NEGRA (*Silba adipata* McAlpine) Y BARRENADOR DE TRONCO Y RAMAS (*Trachyderes mandibularis* y *Neoptychodes trilineatus*) DEL HIGO (*Ficus carica* L.) DENTRO DE LO PROGRAMAS DE EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ, EN MORELOS, MÉXICO**, que presenta la estudiante **Manuel Hermilo Coyote Palma**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Víctor López Martínez** el cual servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. DANIEL PERALES ROSAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

DANIEL PERALES ROSAS | Fecha:2026-06-24 11:11:51 | FIRMANTE

b9I+Tv4x5jLPor+cDb2tfsPUOkmaSmzG8k/ZVuDyNkvXi5Vnl0hgFMZH65TP1wbSSW73HhZ0dAl/u52P/OjyJty7/2/fIN4GiN8GYFD8fXoXgbYWJCD5MYcuNGMTUCR2y51yfzyCdb
ESJcH/i1ApUCET6DQEIEg8isSMDTr46S51kE3Sp91J0pyjHCVbCHYE7moSDOGjRBuFn7iiQpCR1qwGmf3pIqEjJlFt1GEzuXXuDUhoPdOFY9t2QVp3i4W8ItP6KyzwaaiPLKICAE1
tBVV/OFzptfChn6ekNRDVWCI8sZVQ11RHprzNGXcL2UlibktVvipjvrG47gbX3TX6aw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Ns2fUhFnv

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/VXSgfdEmto8GQqOd9QoxLmZxMpn12Pf>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029