

## Short Note [Nota corta]



**PRESENCIA DE *Chaetocapnodium zapotae* EN FRUTOS DE CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota*) EN VERACRUZ, MÉXICO †**

**[PRESENCE OF *Chaetocapnodium zapotae* IN CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota*) FRUITS IN VERACRUZ, MEXICO]**

**Laura Navarro-de-la-Fuente<sup>1</sup>, Ángel Trigos<sup>2</sup> and Alejandro Salinas-Castro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México. Email: [mlnavarrodelafuente@yahoo.com.ar](mailto:mlnavarrodelafuente@yahoo.com.ar)*

<sup>2</sup>*Centro de Investigación en Micología Aplicada (CIMA), Universidad Veracruzana, Médicos 5, Unidad del Bosque, 91010, Xalapa, Veracruz, México. Email: [asalinas@uv.mx](mailto:asalinas@uv.mx)\*, [atrigos@uv.mx](mailto:atrigos@uv.mx)*

*\*Corresponding author*

### SUMMARY

**Background.** The chicozapote, is native to Central America, has economic potential, due to the properties of its fruits, wood, and the production of latex. **Objective.** To evaluate the incidence and severity of *Chaetocapnodium zapotae* in *Manilkara zapota* fruits. **Methodology.** In the month of April 2022, the incidence and severity of *Chaetocapnodium zapotae* were evaluated in an orchard in the Apazapan, Veracruz, Mexico area. Trees were randomly selected (25% of the total number of trees in the orchard). 20 fruits per tree were collected. The percentage of incidence was calculated with the formula:  $I (\%) = \text{number of fruits with signs of disease} / \text{total number of fruits evaluated} * 100$ . Severity was evaluated with a visual scale. **Results.** The percentage of fruits with the presence of *C. zapotae* was not significantly different between the two strata of the tree crowns ( $t=0.519$ ,  $gl=22$ ,  $p=0.609$ ). Also, no differences were observed in the orientation of the fruits within the crown. ( $t=1.59$ ,  $gl=22$ ;  $p=0.126$ ). All the trees evaluated presented at least one affected fruit, with an average percentage of incidence of  $39.6 \pm 4.5\%$  (mean  $\pm$  standard error). **Implications.** With this study, the need to look for new alternatives for the commercialization of its fruits is evidenced, such as the sale of processed pulp and thus avoiding its depreciation due to the external appearance. **Conclusions.** This research establishes the basis for future studies that should focus on the development of strategies that minimize the negative effects of *C. zapotae*, a new species, on *M. zapota* fruits in the state of Veracruz.

**Key words:** incidence; new species of fungus; severity; sooty mould.

### RESUMEN

**Antecedente.** El chicozapote es originario de Centroamérica, los frutos poseen propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, antimicrobianas y antifúngicas. El cultivo de chicozapote tiene potencial económico debido a la comercialización del fruto fresco, producción de látex y en la industria maderera. **Objetivo.** Evaluar incidencia y severidad de *Chaetocapnodium zapotae* en frutos de *Manilkara zapota* (L.) P. van Royen. **Metodología.** En el municipio de Apazapan, Veracruz, México, en un huerto con 48 árboles de *M. zapota*, se muestrearon al azar el 25%, luego se recolectaron 20 frutos en madurez fisiológica por árbol dividido en dos estratos de las copas arbóreas y se registró la orientación de los frutos. El porcentaje de incidencia de *C. zapotae*, se calculó con la fórmula:  $I (\%) = \text{número de frutos con signos de enfermedad} / \text{número total de frutos evaluados} * 100$ . La severidad se determinó visualmente. **Resultados.** El porcentaje de frutos con presencia *C. zapotae* no fue significativo entre los dos estratos de las copas de los árboles ( $t=0.519$ ,  $gl=22$ ,  $p=0.609$ ), no se observó diferencias en la orientación de los frutos dentro de la copa ( $t=1.59$ ,  $gl=22$ ;  $p=0.126$ ). Todos los árboles evaluados presentaori al menos un fruto afectado, con una incidencia promedio de  $39.6 \pm 4.5\%$  (mean  $\pm$  standard error). **Implicaciones.** El estudio genera la necesidad de buscar nuevas alternativas para la comercialización de los frutos, como es la venta de pulpa procesada y evitar con ello su depreciación por el aspecto externo. **Conclusiones.** La presente investigación contribuye con información preliminar, para trabajos futuros que integren el desarrollo de estrategias, que minimicen el daño de la nueva especie *C. zapotae* en frutos de *M. zapota* en el estado de Veracruz.

**Palabras clave:** incidencia; moho de hollín; nueva especie; severidad.

† Submitted August 8, 2023 – Accepted November 28, 2023. <http://doi.org/10.56369/isaes.5089>



## INTRODUCCIÓN

El chicozapote, *Manilkara zapota* (L.) P. van Royen, es un cultivo tropical originario del sur de México y Centroamérica, que posteriormente fue introducido en Asia donde actualmente se encuentran los principales países productores como India, Tailandia, Filipinas, Sri Lanka y Malasia (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Tulloch *et al.*, 2019). En México, este cultivo presenta potencial económico debido principalmente a las propiedades de sus frutos, madera de buena calidad y a la producción de látex que se utiliza como materia prima para la fabricación de goma de mascar, adhesivos, pinturas y barnices (Peiris, 2007; Vargas y Vargas *et al.*, 2008; Crane y Balerdi, 2015). Además, las hojas, flores, frutos, semillas y corteza son utilizadas etno-farmacológicamente por sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas, antifúngicas y anticancerígenas, entre otras (Chanda y Nagani, 2010; Khalek *et al.*, 2015).

Si bien, el cultivo de *M. zapota* es resistente a plagas y enfermedades, la Comisión Nacional Forestal de México (CONAFOR, s/f) reportó la presencia de hongos que producen enfermedades principalmente en las hojas tales como: *Cercospora* sp., *Pestalotia* sp., *P. scirrofaciens*, *Phymatotrichum omnivorum*, *Scopella sapotea* y *Uredo sapotae*. Actualmente, en los huertos productores de chicozapote en la zona central de Veracruz se ha observado la presencia de una nueva especie de moho de hollín, identificado como *Chaetocapnodium zapotae*, el cual produce manchas negras de aspecto costroso sobre la superficie de las hojas, ramas y frutos (Navarro-de-la-Fuente *et al.*, 2022).

Existen aproximadamente 200 especies de mohos de hollín que habitan principalmente en los bosques tropicales y subtropicales del mundo, y se caracterizan por formar una red de hifas oscuras sobre la superficie de diferentes hospedadores (Hughes, 1976; Chomnunti *et al.*, 2014; Hongsanan *et al.*, 2015). Generalmente están asociados a sustancias azucaradas secretadas por insectos chupadores que se alimentan de las plantas y/o exudados que genera la propia planta, muchas veces asociados a condiciones climáticas de alta humedad que crean las condiciones favorables para el desarrollo del micelio (Hughes, 1976; Crous *et al.*, 2009; Chomnunti *et al.*, 2014). Los mohos de hollín se han considerado principalmente como hongos epífitos, no obstante, estudios recientes han demostrado que presentan distintos estilos de vida y modos de nutrición muy diversos, por lo que son considerados saprófitos, hiperparásitos, endófitos, ectófitos, habitantes de rocas, y patógenos de plantas y humanos (Crous *et al.*, 2009; Chomnunti *et al.*, 2014; Hongsanan *et al.*, 2016; Abdollahzadeh *et al.*, 2020). Se ha comprobado que la red de hifas oscuras que se forman en la superficie de las hojas reduce la luz que llega a las mismas y afectan

los parámetros de fluorescencia, intercambio de gases libres en el follaje y contenido de agua, lo que repercute en una reducción de la fotosíntesis, producen clorosis y retraso del crecimiento que perjudica seriamente al rendimiento del cultivo (Santos *et al.*, 2013; Chomnunti *et al.*, 2014; Hongsanan *et al.*, 2015). De manera adicional, uno de los aspectos más importantes a considerar, es el impacto visual que generan estos hongos sobre la superficie de los frutos, produciendo manchas negras que dificultan su venta en el mercado local (Chomnunti *et al.*, 2014).

Dado que *C. zapotae* ha sido recientemente reportado en huertos productores de chicozapote en la región central de Veracruz, este trabajo tiene como objetivo evaluar la incidencia y severidad en frutos de *M. zapota*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de muestreo

El municipio de Apazapan se localiza en la zona centro del estado de Veracruz México, con coordenadas geográficas 19°20'16.49" N, 96°43'53.52" O, con elevación de 300 m s.n.m, una temperatura media anual de 26 °C y precipitación media anual de 1100 mm.

### Recolección de muestras

En el periodo de abril de 2022, se muestreo en un huerto de chicozapote la incidencia y severidad de una nueva especie de moho de hollín identificada como *C. zapotae*. Durante la época de cosecha se seleccionaron al azar 12 árboles que representaron el 25% de 48 árboles del huerto, por cada árbol se recolectaron 20 frutos en estado de madurez fisiológica, de éstos 10 chicozapotes se cortaron del dosel inferior (1-5 m a nivel de suelo) y 10 del dosel superior (5-10 m). Además, con una brújula convencional se registró la orientación de los frutos dentro del árbol, para ello se consideraron dos áreas de orientación Norte y Sur de acuerdo con la división del eje Este-Oeste. El porcentaje de incidencia se calculó con la siguiente fórmula:  $I (\%) = \frac{\text{número de frutos con signos de enfermedad}}{\text{número total de frutos evaluados}} * 100$ . La severidad se determinó visualmente utilizando una escala arbitraria con un rango de 1 a 5 donde 1=daño muy ligero (entre 1-15% de la superficie del fruto cubierto por el moho de hollín); 2=daño ligero (16-30% de la superficie afectada); 3=daño medio (31-45% de la superficie afectada); 4=daño severo (46-60%) y 5=muy severo (>60%) (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2013). Para calcular el porcentaje de severidad ponderada se utilizó la fórmula de Townsend y Heuberger (1943) donde:  $p = \frac{[\sum (n * v)]}{CM * N} * 100$ . Donde  $p$  es la media ponderada de la severidad;  $n$ = número de frutos por cada categoría de la escala;  $v$ =

valor numérico de cada clase; CM=mayor categoría de la escala y N=número total de frutos evaluados.

### Análisis estadísticos

La incidencia se analizó de manera independiente para los estratos y la orientación mediante una comparación de medias con la prueba *t* de Student. La severidad ponderada fue analizada para los dos estratos de copa arbórea y la orientación mediante una *U* de Mann Whitney. Se utilizó el programa, Jamovi v.1.2.27.0 basado en R (Jamovi 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Incidencia y severidad

Se muestrearon 240 frutos de chicozapote, el porcentaje de incidencia *C. zapotae* no fue significativo entre los dos estratos de las copas de los árboles  $t=0.519$ ,  $gl=22$ ,  $p=0.609$ , referente a la orientación de los frutos en el árbol no se observaron diferencias  $t=1.59$ ,  $gl=22$ ;  $p=0.126$ . De los 12 árboles muestreados al menos un fruto estuvo afectado por el moho de hollín en un 15% del epicarpio. La severidad ponderada no mostró diferencias significativas en la orientación de los frutos (Mann Whitney  $U=63.0$ ,  $p=0.875$ ), ni en los dos estratos de las copas arbóreas (Mann Whitney  $U=57.0$ ,  $p=0.591$ ). Del total de frutos muestreados, el 63% tuvieron manchas negras producidas por *C. zapotae* que cubría el 15% de la superficie, y equivale en la escala a daño muy ligero, un 21% daño ligero, un 43% daño medio (Figura 1). No se observaron frutos afectados con moho de hollín superiores al 45% de la superficie del epicarpio.

El nivel de incidencia de frutos infectados en el huerto fue del 40%, cerca del 85% de los mismos presentó costras negras con daño ligero (menos de un 30% de la superficie manchada) y no se encontraron frutos con

un nivel de daño severo (> al 45% de la superficie manchada). El porcentaje de incidencia y la severidad de *C. zapotae* en frutos, no está condicionada por la ubicación que presentan los mismos en el árbol. De igual manera, las costras negras ocasionadas por *C. zapotae*, nueva especie reportada en chicozapote (Navarro-de-la-Fuente *et al.*, 2022) generan una depreciación evidente de la calidad del fruto que ha sido observada por los productores a la hora de su venta en los mercados locales. Como ejemplo de una problemática similar se menciona que el moho de hollín *Capnodium mangiferae* en cultivos de mango “Manila” en el estado de Veracruz, es considerado como una de las enfermedades de mayor importancia en la disminución de la calidad, después de la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* y la roña (*Elsinoe mangiferae*) (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2013). Si bien *C. mangiferae* disminuye la estética de los mangos para su venta, no daña la composición de los frutos, lo que favorece que aquellos que presentan daño leve (<15% de la superficie cubierta de micelio) pueden ser lavados para disminuir ese efecto negativo y venderse en el mercado nacional (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2013). En el caso particular de los frutos de chicozapote visiblemente afectados con *C. zapotae*, no fue posible eliminar estas manchas negras de aspecto costroso mediante un lavado debido a que la superficie áspera que presentan los frutos dificulta la implementación de la estrategia del mango para disminuir el aspecto visual y favorecer su venta.

Durante la inspección y recolección de los frutos en campo no se encontró evidencia sobre la presencia de insectos chupadores, cuyos exudados estén favoreciendo el desarrollo del micelio de *C. zapotae*, aunque es posible que los mismos pudieran encontrarse con anterioridad durante el desarrollo incipiente de los brotes y frutos. Existe evidencia de que el crecimiento de los mohos de hollín puede no estar



**Figura 1.** Fruto de *Manilkara zapota* con presencia de *Chaetocapnodium zapotae*.

relacionado con sustancias azucaradas secretadas por insectos y también pueden crecer sobre exudados específicos de las plantas en condiciones de alta humedad ambiental (Hughes, 1976; Crous *et al.*, 2009; Chomnunti *et al.*, 2014). Ante la falta de indicios sobre la presencia de insectos chupadores, es necesario realizar estudios futuros para determinar la existencia de insectos plaga como *Pulvinaria psidii*, la cual ya ha sido mencionada previamente en este cultivo (CONAFOR s/f). En la India se ha observado la presencia de otras especies de escamas como *Howardia biclavis*, *Asterolecanium pustulans* y *Rastrococcus iceryoides*, cuyos exudados favorecieron el crecimiento de un moho de hollín del género *Capnodium* sobre los tallos, hojas y frutos de *M. zapota* (Peiris, 2007).

### CONCLUSIONES

La incidencia del moho de hollín fue alrededor del 40%. Sin embargo, el 85% de los frutos presentaron una severidad menor al 30%. Una alternativa para comercializar los frutos afectados es en pulpa procesada, ya que el interior no es dañado por *C. zapotae*, y así evitar su depreciación por el aspecto corchoso y negro. La presente investigación contribuye con información preliminar, para trabajos futuros que integren el desarrollo de estrategias que minimicen los efectos negativos de *C. zapotae* en frutos de *M. zapota* en campo.

### Agradecimientos

Agradecemos al Centro de Micología Aplicada (CIMA) de la Universidad Veracruzana por la infraestructura, y financiamiento económico de este proyecto y al CONAHCYT por la beca doctoral otorgada a Laura Navarro de la Fuente (S16024987).

**Conflict of interest.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding.** This research was financed with the CONAHCYT graduate scholarship of the first author and the Centro de Investigación en Micología Aplicada (CIMA) from Universidad Veracruzana, Mexico.

**Compliance with ethical standards.** Does not apply.

**Data availability.** Data are available upon request to the corresponding author.

**Author contribution statement (CRediT).** L. Navarro-de la-Fuente – Conceptualization, methodology, writing - original draft. A. Trigos – Methodology, Writing – review and editing. A. Salinas-Castro – Methodology, writing – review and editing.

### REFERENCIAS

- Abdollahzadeh, J., Groenewald, J.Z., Coetzee, M.P., Wingfield, M.J. and Crous, P.W., 2020. Evolution of lifestyles in Capnodiales. *Studies in Mycology*, 95, pp. 381-414. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2020.02.004>
- Chanda, S.V. and Nagani, K.V., 2010. Antioxidant capacity of *Manilkara zapota* (L.) leaves extracts evaluated by four *in vitro* methods. *Nature and Science*, 8, pp. 260-266. <http://doi.org/10.7537/marsnsj081010.21>
- Chomnunti, P., Hongsanan, S., Aguirre-Hudson, B., Tian, Q., Peršoh, D., Dhami, M.K., Alias, A.S., Xu, J., Liu, X., Stadler, M. and Hyde, K.D., 2014. The sooty moulds. *Fungal Diversity*, 66, pp. 1-36. <https://doi.org/10.1007/s13225-014-0278-5>
- CONAFOR, s/f. *Paquetes tecnológicos SIRE*. Recuperado el 20 de noviembre, 2021 de: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/943Manilkara%20zapota.pdf>
- Crane, J.H. and Balerdi, C.F., 2015. El chicozapote o níspero en Florida. *Institute of Food and Agricultural Sciences*, Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida. Recuperado el 14 de noviembre, 2021 de: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS27900.pdf>
- Crous, P.W., Schoch, C.L., Hyde, K.D., Wood, A.R., Gueidan, C., Hoog, G.S. and Groenewald, J.Z., 2009. Phylogenetic lineages in the Capnodiales. *Studies in Mycology*, 64, pp. 17-47. <https://doi.org/10.3114/sim.2009.64.02>
- Hongsanan, S., Sánchez Ramírez, S., Crous, P.W., Ariyawansa, H.A., Zhao, R.L., and Hyde, K.D., 2016. The evolution of fungal epiphytes. *Mycosphere*, 7(11), pp. 1690-1712. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/7/11/6>
- Hongsanan, S., Tian, Q., Hyde, K.D. and Chomnunti, P., 2015. Two new species of sooty moulds, *Capnodium coffeicola* and *Conidiocarpus plumeriae* in Capnodiaceae. *Mycosphere*, 6(6), pp. 814-824. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/6/6/14>
- Hughes, S.J., 1976. Sooty Moulds. *Mycologia*, 68(4), pp. 693-820. <https://doi.org/10.1080/00275514.1976.12019958>



- Jamovi, 2020. Jamovi statistical software v. 1.2.27. Recuperado el 16 mayo, 2022 de <https://www.jamovi.org>
- Khalek, M.A., Khatun, Z., Habib, R.M., and Karim, M.R., 2015. Antitumor activity of *Manilkara zapota* (L.) fruits against Ehrlich ascites carcinoma in mice. *Biologija*, 61(3-4), pp. 145-152. <https://doi.org/10.6001/biologija.v61i3-4.3206>
- Navarro-de-la-Fuente, L., Salinas-Castro, A., Ramos, A. and Trigos, A., 2022. *Chaetocapnodium zapotae* sp. nov. on *Manilkara zapota* in central Mexico. *Mycotaxon*, 137, pp. 179-187. <https://doi.org/10.5248/137.179>
- Peiris, K.H.S., 2007. Sapodilla, *Manilkara zapota* L. van Royan. In: D.K.N.G. Pushpakumara, H.P.M. Gunasena and V.P. Singh. eds., *Underutilized Fruit Trees in Sri Lanka*. New Delhi. World Agroforestry Centre, South Asia. pp. 183-224.
- Rebolledo-Martínez, A., del Ángel-Pérez, A.L., Peralta Antonio, N. and Díaz-Padilla, G., 2013. Sooty mold control (*Capnodium mangiferae* Cooke and Brown) with biofungicides in leaves and fruits of mango "Manila". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12, pp. 355-362. <https://www.revista.criba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1437>
- Santos, S.A.P., Santos, C., Silva, S., Pinto, G., Torres, L.M. and Nogueira, A.J., 2013. The effect of sooty mold on fluorescence and gas exchange properties of olive tree. *Turkey Journal of Biology*, 37, pp. 620-628. <https://doi.org/10.3906/biy-1301-81>
- Towsend, G.R., and Heuberger. J.W., 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *The Plant Disease Reporter*, 27, pp. 340-343. Recuperado el 14 de junio, 2022 de: [https://eurekamag.com/research/025/008/025\\_008582.php](https://eurekamag.com/research/025/008/025_008582.php)
- Tulloch, A., Goldson Barnaby, A., Bailey, D. and Gupte, S., 2019. *Manilkara zapota* (Naseberry): medicinal properties and food applications. *International Journal of Fruit Science*, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1687071>
- Vargas-y-Vargas, M.L., González-Novelo, S.A., Escamilla-Sánchez, J.B. and Tamayo-Cortez, J., 2008. Alternativa para la comercialización del chicozapote (*Achras sapota*): Tecnología de los tratamientos mínimos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 23, pp. 644-656. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14102309>
- Vázquez-Yanes, C., Batis-Muñoz, A.I., Alcocer-Silva, M.I., Gual-Díaz, M. and Sánchez-Dirzo, C., 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Reporte técnico del proyecto J084, CONABIO*. Distrito Federal. Instituto de Ecología UNAM. pp. 1-15.