

Primer aislamiento de *Hirsutella citriformis* en Colombia y evaluación de su patogenicidad

Ana María Restrepo-García¹, Orquidea Pérez-González² y Alberto Soto-Giraldo³

Resumen.

Objetivo: documentar el primer aislamiento oficial de *Hirsutella citriformis* Speare en Colombia, describiendo su caracterización morfológica, morfométrica y molecular, así como su patogenicidad contra *Diaphorina citri*, vector del Huanglongbing (HLB) en cítricos. **Alcance:** la investigación pretende posicionar a *H. citriformis* como una alternativa biológica viable para el manejo de *D. citri*, contribuyendo a la sostenibilidad del sector cítrico colombiano. **Metodología:** se colectaron insectos del psilido infectados con *H. citriformis* en la Granja Montelindo de la Universidad de Caldas. La cepa fue aislada, purificada y caracterizada mediante técnicas morfológicas, morfométricas y moleculares. Posteriormente, se realizó un bioensayo para evaluar la patogenicidad mediante contacto directo entre los insectos y cultivos esporulados. **Resultados principales:** la cepa presentó características morfológicas y morfométricas típicas de *H. citriformis*, con estructuras reproductivas dentro de los rangos reportados previamente (fiálides con base bulbosa, cuello largo y delgado que termina en un conidio elongado, cubierta de una capa mucilaginoso). Al analizar la secuencia mediante el gen ribosomal 28S se confirmó la identificación de la especie como *Hirsutella citriformis* con un 98,86% de similitud. La mortalidad acumulada en el bioensayo de *D. citri* alcanzó 98% en el tratamiento con los conidios de *H. citriformis*, y de 3% en el control. Los insectos tratados desarrollaron sinnemas a los 7 días post-mortem. **Conclusión:** de acuerdo con las características morfológicas, morfométricas y moleculares de los aislados, se identificó la cepa como perteneciente a la especie *H. citriformis* Speare y, además, mostró ser patógena para *D. citri*.

Palabras clave: *Diaphorina citri*, control biológico, hongo entomopatógeno, caracterización.

*FR: 13-II-2024. FA: 16-I-2025.

¹ Ingeniera Agrónoma. Candidata a Doctora en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. ana.restrepo18390@ucaldas.edu.co

 orcid.org/0000-0002-9596-320X  **Google Scholar**

² PhD. Investigadora. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, Ave. Universidad San Nicolás de los Garza. Nuevo León, México. orquideapg@hotmail.com

 orcid.org/0000-0002-8462-4042  **Google Scholar**

³ PhD. Docente, Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. alberto.soto@ucaldas.edu.co

 orcid.org/0000-0002-9727-8919  **Google Scholar**



CÓMO CITAR:

Restrepo-García, A. M., Pérez-González, O. y Soto-Giraldo, A. (2024). Primer aislamiento de *Hirsutella citriformis* en Colombia y evaluación de su patogenicidad. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 28(2), 181-190. <https://doi.org/10.17151/bccm.2024.28.2.9>



First isolation of *Hirsutella citriformis* in Colombia and evaluation of its pathogenicity

Abstract

Objective: To document the first official isolation of *Hirsutella citriformis* Speare in Colombia, describing their morphological, morphometric, and molecular characterization, as well as its pathogenicity against *Diaphorina citri*, vector of Huanglongbing (HLB) in citrus. **Scope:** The research aims to position *H. citriformis* as a viable biological alternative for managing *D. citri*, contributing to the sustainability of the Colombian citrus industry. **Methodology:** Infected psyllid insects with *H. citriformis* were collected at the Montelindo Farm of the University of Caldas. The strain was isolated, purified, and characterized using morphological, morphometric, and molecular techniques. A bioassay was conducted to evaluate their pathogenicity through direct contact between the insects and sporulated cultures. **Main results:** The strain exhibited morphological and morphometric characteristics typical of *H. citriformis*, with reproductive structures within previously reported ranges (phialides with bulbous base, long and thin neck ending in an elongated conidium, covered with a mucilaginous layer). Sequence analysis using the 28S ribosomal gene the identification of the species as *Hirsutella citriformis* was confirmed with 98,86% similarity. The accumulated mortality in the *D. citri* bioassay reached 98% in the treatment with *H. citriformis* conidia, and 3% in the control. Treated insects developed synnemas 7 days post-mortem. **Conclusion:** According to the morphological, morphometric, and molecular characteristics of the isolates, the strain was identified as belonging to the species *H. citriformis* Speare in addition, was shown to be pathogenic for against *D. citri*.

Keywords: *Diaphorina citri*, biological control, entomopathogenic fungus, characterization.

Introducción

En Colombia, el cultivo de cítricos se destaca como uno de los sistemas frutícolas más relevantes, ocupando el segundo lugar en área sembrada después del plátano y el banano, consolidándose como un sector fundamental para la economía nacional (ICA, 2021). En los últimos años, las exportaciones de cítricos del país han registrado un crecimiento sostenido, alcanzando un aumento de 38.517 toneladas en 2019 a 78.631 toneladas en 2023, con un valor exportado de 103.151 miles de USD, siendo los principales destinos de exportación Estados Unidos, Francia, Alemania, Países Bajos y China (Trade Map, 2024). Dentro del grupo, la lima ácida Tahití destaca como la más exportada, con una participación del 89% en el total de las exportaciones (Minagricultura, 2021).

Sin embargo, estos cultivos enfrentan un grave riesgo ocasionado por la enfermedad bacteriana más destructiva y de mayor relevancia económica, conocida como

Huanglongbing (HLB) o “enfermedad del dragón amarillo”, causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter* sp. y transmitida por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Oliver et al., 2020; Wei et al., 2021). El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en sus informes fitosanitarios, ha detectado la enfermedad en 11 de los 26 departamentos bajo vigilancia (Comunidad Andina, 2024). Ante esta amenaza, la investigación y el desarrollo de estrategias de manejo integrado resultan esenciales para detener la dispersión de dicha enfermedad hacia zonas aún libres de su presencia.

La distribución espacial de *D. citri* favorece también el desplazamiento de diversos controladores biológicos capaces de regular sus poblaciones; insectos depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos (Kondo et al., 2015; Hernández et al., 2022). Entre estos hongos, *Hirsutella citriformis* Speare destaca como un agente de control potencialmente valioso, ya que puede inducir epizootias naturales en las plantaciones (Pérez-González et al., 2015). Muestreos realizados en huertos comerciales y granjas experimentales en diversas regiones del mundo han permitido recolectar insectos en diferentes estadios con signos de micosis, los cuales se multiplican en laboratorio (Subandiyah et al., 2000; Meyer et al., 2007; Casique-Valdes et al., 2011; Pérez-González et al., 2021). A partir de los aislamientos, se procede a evaluarlos en la misma región para evitar la introducción de microorganismos comerciales o aislados de otros lugares, los cuales podrían afectar los sistemas naturales o resultar menos efectivos (Pérez-González et al., 2022).

El objetivo de este estudio fue documentar y describir el primer aislamiento oficial del entomopatógeno en Colombia, proporcionando un análisis detallado de su caracterización morfológica, morfométrica y molecular, así como de su patogenicidad. Este estudio también contribuye a comprender el potencial de *H. citriformis* como un control biológico natural y su viabilidad en el manejo de *D. citri* en el país.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas (coordenadas: 5,054789, -75,492926) y en el Laboratorio de Inmunología y Virología, Unidad de Formulación de Biológicos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) - México (coordenadas: 25.724082, -100.316371), siguiendo la metodología propuesta por Pérez (2015) con algunas modificaciones.

Aislamiento de la cepa

Insectos adultos de *D. citri* con presencia de la infección característica ocasionada por *H. citriformis* fueron colectados en la Granja Montelindo de la Universidad de Caldas

(coordenadas: 5.075097, -75.672948) y transportados al Laboratorio de Fitopatología en una hielera de icopor para su procesamiento. Los insectos con sinnemas visibles se observaron bajo un microscopio estereoscópico para verificar esporulación. Con ayuda de un bisturí, se cortaron pequeños fragmentos de los sinnemas y se colocaron en cajas Petri con medio de cultivo agar papa dextrosa adicionado con extracto de levadura al 1% (PDAY) y ligeramente acidificado con Ácido Láctico al 85% (200 µl/l, agregado después de esterilizar el medio). Los aislamientos fueron incubados a 25°C ± 20°C durante 20 días. Posteriormente y a partir de las nuevas colonias, se realizó la purificación de la cepa mediante la resiembra de un pequeño fragmento del cultivo en medio PDAY.

Caracterización morfológica y morfométrica

Para su caracterización morfométrica se seleccionaron un sinnema y un fragmento de micelio provenientes del crecimiento puro en medio PDAY, obtenidos 4 semanas después de su aislamiento. En un portaobjetos se depositó una gota de azul de lactofenol, sobre la cual se colocó la muestra, se cubrió con un cubreobjetos, y las laminillas se sellaron con esmalte transparente. Las estructuras reproductivas se observaron al microscopio, y sus dimensiones se determinaron con ayuda de un micrómetro. Adicionalmente, se tomaron fotografías diagnósticas utilizando un microscopio electrónico de barrido para complementar la identificación.

Caracterización molecular

La extracción y amplificación del ADN se realizó en el Laboratorio de Inmunología y Virología de la UANL. Se utilizó la metodología propuesta por Pérez-González et al. (2015), la cepa se cultivó en caldo papa dextrosa (PDB) durante 15 días a 25°C y 250 rpm. El ADN se extrajo macerando el micelio en buffer de lisis, seguido de una purificación con fenol/cloroformo/alcohol isoamílico (25:24:1). El ADN se precipitó con acetato de sodio (3M, pH 7) e isopropanol, y se lavó con etanol al 70%. El ADN se resuspendió en buffer TE 1X y se añadió ARNasa. Se amplificaron las regiones ITS1-5.8S-ITS2 y 28S ribosomal mediante PCR, utilizando los cebadores ITS1 (5'-TC CGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGAATATGC-3'). Se realizó una amplificación del gen ribosomal parcial-28S utilizando los cebadores LS1 (5'-AGTACCCGCTGAACTTAAG-3') y LR5 (5'-CCTGAGGGAACTTTCG-3'). Los productos amplificados se visualizaron en gel de agarosa al 1% teñido con bromuro de etidio (2,3 µl/25 ml) y se purificaron con un kit comercial Wizard SV Gel and PCR *clean-up system* (Promega, Invitrogen), y posteriormente enviados a la Unidad de Síntesis y Secuenciación del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para su secuenciación. Finalmente, las secuencias obtenidas fueron analizadas mediante BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) del NCBI (National Center for Biotechnology Information) para identificar homología con otras secuencias de los genes ITS y 28S de las especies de *Hirsutella*.

Bioensayo de conidios aplicados por contacto

Se recolectaron insectos adultos de *D. citri* de 15 días de edad, provenientes de la cría de artrópodos de la Granja Montelindo. Los insectos fueron anestesiados usando exposición a temperatura de -18°C durante 7 minutos. Posteriormente, se transfirieron a un cultivo esporulado de *H. citriformis*, donde permanecieron de 2 a 3 minutos. Para el bioensayo, se utilizaron recipientes de vidrio con capacidad de 150 ml. En el fondo de cada recipiente se colocó una capa de algodón de 2 cm de grosor, cubierta con una lámina de papel filtro, la cual fue saturada con agua destilada estéril para propiciar un ambiente húmedo. Dentro del recipiente se dispuso una hoja de limón previamente desinfectada con hipoclorito al 0,1% y se cubrió con un cuadro de tela de muselina para facilitar la aireación. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con dos tratamientos (insectos inoculados con conidios y no inoculados) y 10 repeticiones, con 10 insectos por repetición. Se contabilizó la mortalidad de los insectos cada tres 3 y al mismo tiempo se reemplazaron las hojas de cítricos y se reestableció la humedad. Los insectos muertos se colocaron en cámara húmeda para determinar micosamamiento por el hongo. Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y análisis de varianza, seguido de una comparación de medias con la prueba de Duncan ($p < 0,05$) utilizando el programa SPSS® versión 20.

Resultados y discusión

La observación de las muestras de *D. citri* colectadas en campo indicó la presencia de sinnemas con fiálides de base bulbosa, cuello largo y delgado, que terminaban en conidios elongados, rodeados por una capa mucilaginoso. Estas características concuerdan con las descritas previamente para la especie *H. citriformis* (Hywel-Jones, 1997; Meyer et al., 2007; Pérez, 2015).

Aislamiento de la cepa y caracterización morfológica

Se logró el aislamiento de una cepa que presentó crecimiento lento (crecimiento completo 43 días después de la siembra) y desarrollo circular aplanado, no elevado, en ocasiones con presencia de segmentos longitudinales y crecimiento micelial aéreo reducido, especialmente hacia el borde de la colonia (Figura 1A); la coloración de la colonia varió entre blanco, café claro y grisáceo, algunos crecimientos con presencia de sinnemas (Figura 1B), resultados que concuerdan con los obtenidos por Pérez (2015) en 8 diferentes aislados mexicanos de *H. citriformis*. Adicionalmente, se observaron exudados rojizos, amarillo claro y/o transparentes (Figura 1C), resultados similares a los obtenidos por Pérez-González et al. (2022), quienes también reportaron que las cepas mexicanas de *H. citriformis* producen gotas de exudados de al menos tres colores cuando se cultivaron en medios comerciales de agar papa dextrosa, suplementados con extracto de levadura al 1% p/v.

Caracterización morfométrica

Los sinnemas provenientes de la cepa aislada, mostraron estructuras reproductivas típicas de *H. citrifomis* (Figura 1D). La longitud total de las fiálides varió entre 37,5 y 55 μm , la base bulbosa de la fiálide de 6,25 a 10 μm y el esterigma de 37,5 a 47,5 μm (Figura 1E). Por su parte, los conidios presentaron un rango de 2,5 μm de ancho por 6,25 a 7,5 μm de largo, mientras que los conidios rodeados por una cubierta mucilaginosa midieron 5 a 6,25 μm de ancho y 6,25 a 7,5 μm de largo (Figura 1F). Las dimensiones del aislado colombiano se encuentran dentro de los rangos para cepas de *H. citrifomis* reportadas por Mains (1951) (Longitud total de la fiálide: 36,0 a 54,0 μm ; diámetro del conidio: 5,0 a 8,0 μm) y Toledo et al. (2013) (Longitud total de la fiálide: 35,6 a 55,4 μm ; diámetro del conidio: 5,9 a 7,9 μm).

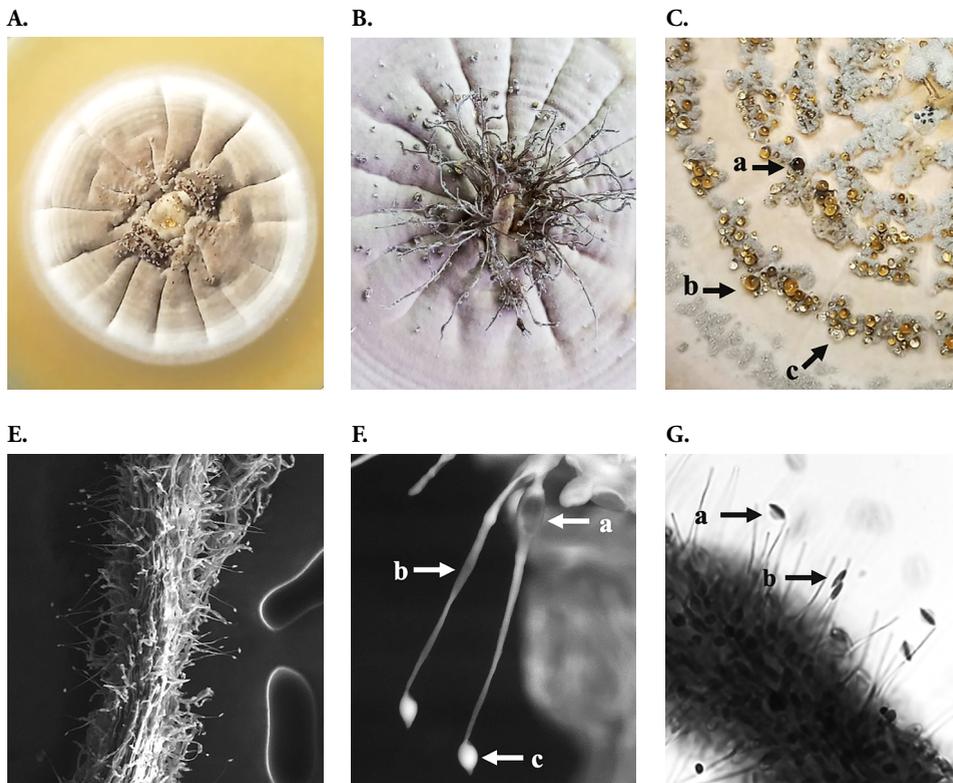


Figura 1. Caracterización morfológica y morfométrica de la cepa. **A.** Crecimiento de la colonia. **B.** Presencia de sinnemas. **C.** Presencia de exudados: (a) rojizo, (b) amarillo claro, (c) transparente. **D.** Sinnema (Fotografía SEM: Bolaños, 2024). **E.** Fiálides: (a) base bulbosa, (b) esterigma, (c) conidio (Fotografía SEM: Bolaños, 2024). **F.** Conidios: (a) cubierto de mucus, (b) sin mucus. Fuente: los autores.

Caracterización molecular

La comparación de nuestra secuencia con las reportadas para *Hirsutella* en la base de datos BLAST permitió identificar la cepa colombiana como *Hirsutella* spp. mediante el análisis del gen ribosomal ITS. Por su parte, el análisis del gen ribosomal 28S mostró una similitud del 98,86% con *Hirsutella citriformis*.

Bioensayo de conidios aplicados por contacto

La mortalidad de los insectos comenzó al tercer día después de la inoculación por contacto (35%) (Figura 2A y B); en el tratamiento control no se registró mortalidad. El bioensayo terminó 16 días después de iniciado. La mortalidad acumulada durante el tiempo del bioensayo fue de 98% para el tratamiento con el aislado de *H. citriformis* y de 3% en el control, con un total de 65,3% de los insectos del tratamiento con presencia de micosis (Figura 2). Los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre el tratamiento y el control ($p < 0,05$).

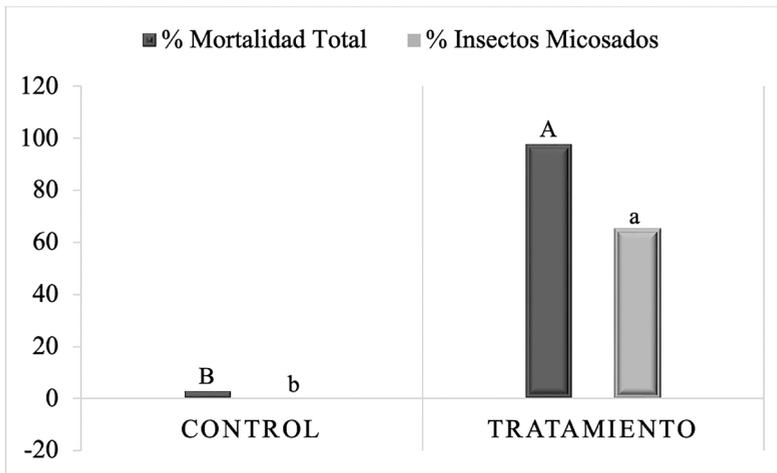


Figura 2. Porcentaje de mortalidad acumulada en adultos de *D. citri*.

Nota. Medias de tratamientos seguidas por una misma letra mayúscula, son estadísticamente diferentes entre sí, por la prueba de Duncan ($p > 0,05$). Medias de tratamientos seguidas por una letra minúscula diferente, son estadísticamente diferentes entre sí, por la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Fuente: los autores.

Los insectos inoculados con los conidios de la cepa mostraron sinnemas 7 días después de su muerte (Figura 3C y D). Resultados que concuerdan con los obtenidos por Pérez-González et al. (2015) quienes reportaron la aparición de sinnemas 10 días posteriores a la inoculación.

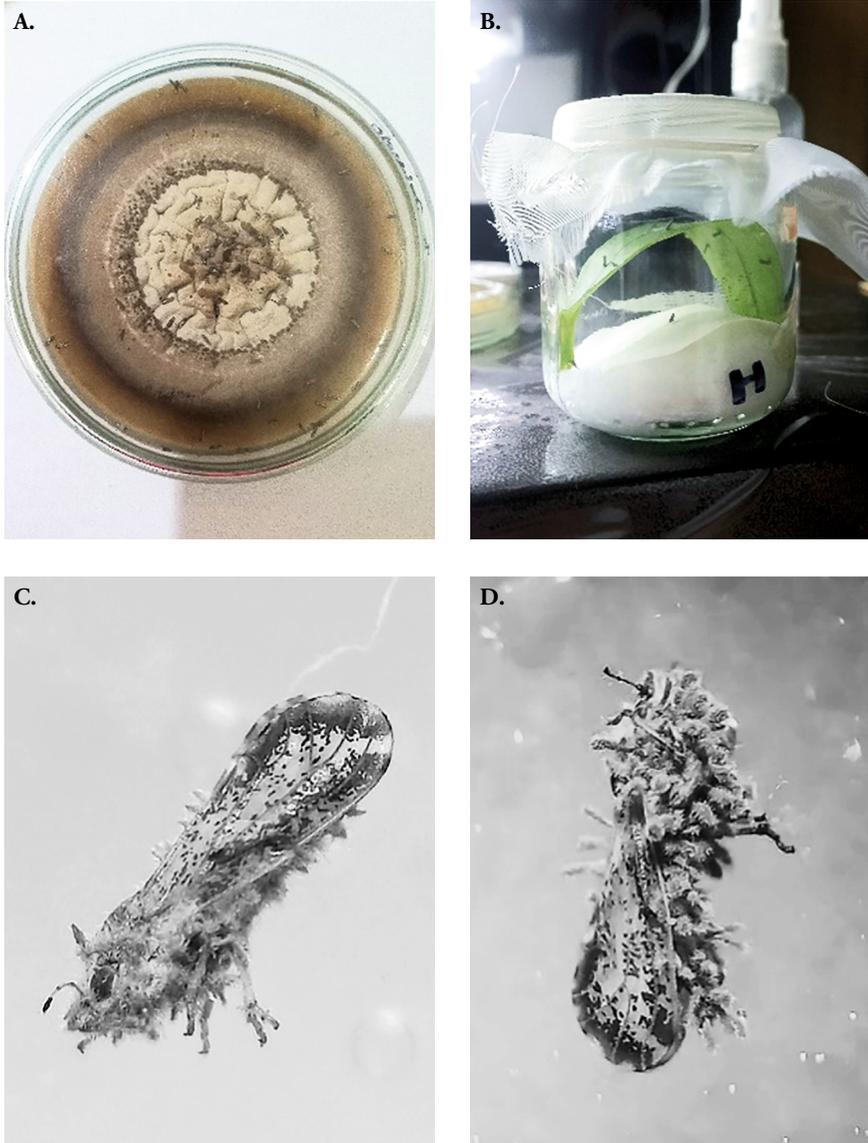


Figura 3. Bioensayo de laboratorio. A. Contacto de adultos de *D. citri* con crecimiento esporulado. B. Unidad experimental. Patogenicidad después de la muerte: C. Sinnemas a los 7 días y D. Sinnemas a los 12 días. Fuente: los autores.

Este es el primer aislamiento oficial del hongo entomopatógeno *H. citriformis* en el país y se presenta como una alternativa prometedora para controlar el complejo *D. citri*/HLB de los cítricos; estudios dirigidos a aprovechar su presencia en las plantaciones de cítricos pudieran ser una alternativa para reducir la frecuencia de aplicación de insecticidas contra el vector (Cantú-Bernal et al., 2023).

Conclusión

De acuerdo con las características morfológicas, morfométricas y moleculares de los aislados, se identificó la cepa como perteneciente a la especie *H. citriformis* Speare, y además mostró ser patógena para *D. citri*.

Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas, al Sistema General de Regalías (SGR) y al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación por el financiamiento de la investigación. Y al personal analista del Laboratorio de Inmunología y Virología, Unidad de Formulación de Biológicos, Facultad de Ciencias Biológicas, de la UANL, por su apoyo para la identificación molecular de la cepa.

Referencias

- Cantú-Bernal, S. H., Gomez-Flores, R., Flores-Villarreal, R. A., Orozco-Flores, A. A., Romo-Sáenz, C. I., Montesinos-Matías, R., Mellín-Rosas, M. A., Sánchez-González, J. A., Pérez-González, O. y Tamez-Guerra, P. (2023). Adult *Diaphorina citri* Biocontrol Using *Hirsutella citriformis* Strains and Gum Formulations. *Plants*, 12(18), 3184. <https://doi.org/10.3390/plants12183184>
- Casique-Valdes, R., Reyes-Martinez, A. Y., Sanchez-Peña, S. R., Bidochka, M. J. y Lopez-Arroyo, J. I. (2011). Pathogenicity of *Hirsutella citriformis* (Ascomycota: Cordycipitaceae) to *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *The Fla. Entomol.*, 94(3), 703-705. <https://www.jstor.org/stable/41336460>
- Comunidad Andina. (2024). Boletín epidemiológico. Resultados de la vigilancia fitosanitaria de Huanglongbing HLB y *Diaphorina citri*. <https://www.comunidadandina.org/documentos/temas/dg-com/sanidad-vegetal/boletin-epidemiologico-regional-hlb-primer-semestre-2024.pdf>
- Hernández, L. M., Isordia-Aquino, N., Urías-López, M. A., Luna-Esquivel, G. y Velázquez-Monreal, J. J. (2022). Distribución espacio-temporal de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama en Citrus latifolia en Nayarit, México: implicaciones para su manejo regional. *Revista Colombiana de Entomología*, 48(2), e11550. <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11550>
- Hywel-Jones, N. L. (1997). *Hirsutella* species associated with hoppers (Homoptera) in Thailand. *Fungal Biology*, 101, 1202-1206. <https://doi.org/10.1017/S0953756297003936>
- ICA - Instituto Colombiano Agropecuario. (9 de agosto de 2021). Es un Hecho: Suroeste de Antioquia área libre del HLB de los cítricos. https://www.ica.gov.co/noticias/es-un-hecho-suroeste-de-antioquia-area-libre-del?utm_source=chatgpt.com
- Kondo, T., González, G., Tauber, C., Guzmán, Y. C., Vinasco, A. F. y Forero, D. A. (2015). Checklist of natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in the department of Valle del Cauca, Colombia, and the world. *Insecta Mundi*, 0457, 1-14. <https://digitalcommons.unl.edu/insectamundi/966/>
- Mains, E. B. (1951). Entomogenous species of *Hirsutella*, *Tilachladium* and *Synnematium*. *Mycologia*, 43(6), 691-718. <https://doi.org/10.2307/3755491>
- Meyer, J. M., Hoy, M. A. y Boucias, D. G. (2007). Morphological and molecular characterization of a *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in Florida. *J Invertebr Pathol*, 95(2), 101-9. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2007.01.005>
- Minagricultura. (2021). Cadena del cítricos. Indicadores e instrumentos. Segundo trimestre 2021. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Oliver, J. E., Ali, M. E., Waliullah, S., Price, J., Jacobs, J., Hoppers, A., Evans, R., Dowdy, M. y Curry, S. (2020). Huanglongbing, caused by 'Candidatus Liberibacter asiaticus,' detected in new locations across southern and Coastal Georgia. *Plant Health Progress*, 21(1), 31-35. <https://doi.org/10.1094/PHP-09-19-0064-S>
- Pérez, O. (2015). Aislamiento, producción y evaluación de la patogenicidad de cepas de *Hirsutella citriformis* Speare para el control de *Diaphorina citri* Kuwayama, vector de la enfermedad Huanglongbing de los cítricos (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <http://eprints.uanl.mx/9172/>
- Pérez-González, O., Gomez-Flores, R. y Tamez-Guerra, P. (2021). Compatibilidad micelial, anastomosis y número de núcleos de ocho cepas mexicanas de *Hirsutella citriformis* aisladas de *Diaphorina citri*. *PeerJ*, 9, e11080. <https://doi.org/10.7717/peerj.11080>

- Pérez-González, O., Gomez-Flores, R. y Tamez-Guerra, P. (2022). Insight into Biological Control Potential of *Hirsutella citriformis* against Asian Citrus Psyllid as a Vector of Citrus Huanglongbing Disease in America. *J. Fungi*, 8(6), 573. <https://doi.org/10.3390/jof8060573>
- Pérez-González, O., Rodríguez-Guerra, R., López-Arroyo, J. I., Sandoval-Coronado, C. F. y Maldonado-Blanco, M. G. (2015). Radial Growth, Sporulation, and Virulence of Mexican Isolates of *Hirsutella citriformis* against *Diaphorina citri*. *Southwestern Entomologist*, 40(1), 111-120. <https://doi.org/10.3958/059.040.0109>
- Subandiyah, S., Nikon, N., Sato, H., Wagiman, F., Tsuyumu, S. y Fakatsu, T. (2000). Isolation and characterization of two entomopathogenic fungi attacking *Diaphorina citri* (Homoptera, Psilloidea) in Indonesia. *Mycoscience*, 41, 509-513. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02461672>
- Toledo, A. V., Simurro, M. E. y Balatti, P. A. (2013). Morphological and molecular characterization of a fungus, *Hirsutella* sp., isolated from planthoppers and psocids in Argentina. *J. Insect Sci.*, 13(1), 18. <https://doi.org/10.1673/031.013.1801>
- Trade Map. (2024). Trade statistics for international business development. Monthly, quarterly and yearly trade data. Import & export values, volumes, growth rates, market shares, etc. https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvp=3%7c170%7c%7c%7c%7c0901%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1
- Wei, X., Mira, A., Yu, Q. y Gmitter, F. G. (2021). The Mechanism of Citrus Host Defense Response Repression at Early Stages of Infection by Feeding of *Diaphorina citri* Transmitting *Candidatus Liberibacter asiaticus*. *Frontiers in Plant Science*, 12, 635153. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.635153>