

Artículo original

Efecto de las variables meteorológicas sobre la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) de la lima ácida Tahití en el piedemonte llanero, Colombia

Effect of weather variables on the anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) affecting Tahiti lime in the Colombian eastern foothill piedmont

Ángela María Mogollón-Ortiz¹, Nathali López-Cardona^{2,*},
Javier Orlando Orduz-Rodríguez²

¹ Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA. Centro de Investigación La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia

Resumen

La antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) reduce considerablemente el rendimiento de los cítricos. Los síntomas de la enfermedad se caracterizan por necrosis de los pétalos, caída prematura de los frutos y formación de cálices persistentes. Con el fin de determinar el efecto del patrón y de condiciones ambientales como la precipitación, la humedad relativa y la temperatura en el desarrollo de la antracnosis, se seleccionaron al azar plantas de lima ácida Tahití injertadas en seis portainjertos: Citrumelo, Sunky x English, Carrizo, Volkameriano, Kryder 15-3 y Cleopatra, establecidos en un huerto experimental en el Centro de Investigación La Libertad de la Corporación Colombiana Agropecuaria AGROSAVIA en Villavicencio, Meta. El experimento se llevó a cabo durante tres estaciones de floración, cada una con condiciones climáticas diferentes. Se evaluó la incidencia de la enfermedad y el porcentaje de cálices persistentes. Los resultados no evidenciaron diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad y el número de cálices persistentes entre los patrones evaluados. Sin embargo, el efecto en la caída de los frutos, expresado en cálices persistentes, dependió de las condiciones climáticas que favorecieron el desarrollo del patógeno, siendo los meses lluviosos, la humedad relativa elevada y las temperaturas bajas factores predisponentes de la pérdida considerable de frutos a causa de la enfermedad en la lima ácida Tahití cultivada en el piedemonte llanero de Colombia.

Palabras clave: Temperatura; Antracnosis; Precipitación; Incidencia; Cálices; Piedemonte.

Abstract

Citrus anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) can cause considerable yield loss in citrus orchards. The symptoms of the disease include petal necrosis, premature fruit drop, and persistent calyces. To determine the effect of the pattern and environmental conditions such as precipitation, relative humidity, and temperature on the development of anthracnose, we randomly selected Tahiti lime plants grafted onto six rootstocks: Citrumelo, Sunky x English, Carrizo, Volkameriano, Kryder 15-3 and Cleopatra prepared at the *Corporación Colombiana Agropecuaria AGROSAVIA "La Libertad"* experimental orchard in Villavicencio, Meta. We conducted the experiment during three flowering seasons, each with different climatic conditions. We evaluated the incidence of the disease and the percentage of persistent calyces. The results showed no significant differences in the incidence of the disease and the number of persistent calyces among the patterns under evaluation. However, the effect on the fruit drop, expressed in persistent calyces, depended on the climatic conditions favoring the development of the pathogen, i.e., the rainy months, the high relative humidity, and low temperatures, as well as predisposing factors causing considerable fruit loss due to the disease in Tahiti limes grown in the Colombian eastern foothill piedmont.

Keywords: Temperature; Anthracnose; Precipitation; Incidence; Calyxes; Foothills.

Citación: Mogollón-Ortiz AM, López-Cardona N, Orduz-Rodríguez JO. Efecto de las variables meteorológicas sobre la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) de la lima ácida Tahití en el piedemonte llanero, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 45(174):250-259, enero-marzo de 2021. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1237>

Editor: Jairo Castaño Zapata

***Correspondencia:**

Nathali López-Cardona;
nlopezc@agrosavia.co

Recibido: 15 de junio de 2020

Aceptado: 20 de enero de 2021

Publicado: 29 de marzo de 2021



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Introducción

Los cítricos constituyen el cultivo frutal de mayor producción en el mundo (Agusti, *et al.*, 2014). Los principales países productores de lima Tahití son México y Brasil y los mayores consumidores son la Unión Europea, México y Estados Unidos (Valenciano, *et al.*, 2015). En Colombia sobresalen los departamentos de la costa Atlántica, Tolima y el Meta por su potencial de producción debido al régimen pluviométrico que no exige el uso de riego para lograr buenos rendimientos (Orduz, *et al.*, 2009). En el Meta la producción se ha concentrado en pocos municipios del piedemonte llanero, y en los últimos años se ha convertido en un importante productor, con 5 % de la producción total del país, con lo que abastece el mercado local y parte de la gran demanda del mercado de Bogotá (Orduz, *et al.*, 2009).

A pesar de los aspectos favorables para el desarrollo citrícola rentable en el Meta, hay características inherentes del trópico, como la alta precipitación y las temperaturas constantes durante todo el año, que favorecen el ataque continuo de fitopatógenos, factor este que limita la obtención de frutas de buena calidad y es uno de los principales aspectos que deben considerarse en la proyección de una citricultura altamente rentable y competitiva.

El hongo *Colletotrichum* spp., agente causal de la antracnosis, es un patógeno limitante que ocasiona reducciones del 80 % en la producción de cítricos, pues causa la caída de los frutos en desarrollo infectados (Silva, *et al.*, 2014a). La especie *C. acutatum* ya fue reportada como el agente causal de la antracnosis de la lima ácida Tahití en Villavicencio, Meta (Sanabria, *et al.*, 2010).

En los cítricos, *C. acutatum* produce lesiones de color naranja-café en los pétalos tanto de los botones florales como de las flores abiertas, lo que da lugar a la abscisión de frutos en desarrollo y la retención del pedúnculo y los cálices, conocidos también como cálices persistentes, que son el reflejo de los frutos perdidos a causa de la enfermedad (Peres, *et al.*, 2008). El patógeno llega a ocasionar la caída del 100 % de los frutos cuando las condiciones ambientales son favorables (Ciampi, *et al.*, 2013). La frecuencia y la cantidad de las precipitaciones determinan las pérdidas causadas por la antracnosis (Soares, *et al.*, 2015).

A medida que cambian los factores climáticos, el riesgo de la enfermedad también, lo que implica que las estrategias de manejo deben actualizarse dependiendo de las condiciones climáticas (Hernández, *et al.*, 2014). Las épocas con largos periodos de lluvias durante la etapa de la floración favorecen la enfermedad al acortar su ciclo y proporcionan grandes cantidades de inóculo (Kupper, *et al.*, 2012). Uno de los retos en el manejo de la antracnosis es determinar el momento ideal para aplicar fungicidas, de manera que el tipo y la frecuencia de la aplicación de las estrategias de control y las zonas de riesgo están determinadas por las condiciones climáticas (Garrett, *et al.*, 2015; Soares, *et al.*, 2015).

Dada la importancia de los cítricos a nivel regional y la influencia de las condiciones climáticas en el desarrollo de la enfermedad, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la precipitación, la humedad relativa y la temperatura media en el desarrollo de la antracnosis en plantas de lima ácida Tahití injertadas sobre seis patrones: Citrumelo, Sunky x English, Carrizo, Volkameriano, Kryder y Cleopatra bajo las condiciones climáticas del piedemonte llanero.

Materiales y métodos

Localización

El experimento se hizo en un lote del Centro de Investigación La Libertad de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, ubicado en Villavicencio (Meta), en un suelo caolínico clasificado como Typic Hapludox (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2004), de terraza alta en el piedemonte llanero, a 4°03'20" de latitud Norte y 73°28'40" de longitud Oeste, a una altitud de 334 m s.n.m., con una precipitación media anual de 2.900 mm, temperatura media anual de 27 °C y humedad relativa entre 80 y 95 %. La distribución de la precipitación es monomodal, con un periodo de lluvias que inicia en el mes de marzo y termina en noviembre, y un periodo seco entre noviembre y marzo.

Descripción del ensayo

Se evaluaron plantas de seis años después de trasplantadas en seis patrones utilizados en cítricos: Citrumelo Swingle o CPB 44-75 (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macf.), Kryder 15-3 (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), Citrange Carrizo (*Citrus sinensis* Osb. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) y Sunki x English (*Citrus sunki* hort. ex. Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* hort. ex Tanaka) y el limón Volkameriana (*Citrus volkameriana* Ten. y Pasq). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones y seis plantas por unidad experimental. Las plantas evaluadas no recibieron tratamiento con fungicidas de síntesis química durante las etapas previas ni en la evaluación. Antes de iniciar el experimento el lote recibió tratamientos de correctivos y fertilización siguiendo las recomendaciones de **Orduz & Baquero** (2003) para el piedemonte llanero. El experimento comenzó al inicio de las lluvias en abril del 2009.

VARIABLES EVALUADAS

Durante las tres floraciones ocurridas en octubre del 2015 y marzo y abril del 2016, se hicieron registros diarios de precipitación, humedad relativa y temperatura media de la estación meteorológica del IDEAM ubicada en el centro de investigación La Libertad de AGROSAVIA, ubicada a 500 m del sitio de experimento. Para la variable precipitación, se tuvo en cuenta el registro de lluvia acumulada el día anterior y el día después a la evaluación de la enfermedad en campo.

En cada floración se obtuvo el porcentaje de incidencia seleccionando al azar dos ramas por planta en cada patrón y en cada bloque. La incidencia correspondió al número de flores enfermas con relación al total de flores por rama. En la selección de las ramas se tuvo en cuenta que fueran vigorosas y suficientemente maduras y con una proporción adecuada entre el número de hojas y el número de brotes florales. Una vez iniciada la floración se registraron diariamente los datos relativos a la enfermedad. El porcentaje de cálices persistentes se determinó al final de la floración con base en el número de botones florales iniciales y la caída fisiológica de las flores.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

El modelo de análisis de los datos para las variables de incidencia consistió en parcelas divididas arregladas en bloques (tres meses, cada uno correspondiente a una floración); la parcela principal correspondió a los patrones (6 patrones) y la subparcela fue el tiempo de evolución de la enfermedad en días (4 días). En cuanto a la variable de cálices persistentes, se utilizó el tiempo a manera de bloques, en tanto que el error fue la interacción del patrón con el tiempo. Se aplicaron las transformaciones *Box-Cox*; para la incidencia se aplicó la función $\log(\text{Incidencia} + 1)$. Los datos del porcentaje de cálices se transformaron mediante la función $\log(\text{Cálices} + 1)$. Posteriormente, todos los datos se sometieron a análisis de varianza y pruebas de Tukey utilizando el programa estadístico R.

Resultados y discusión

Durante los tres periodos de floración de la lima acida Tahití ocurridos en octubre de 2015 y marzo y abril de 2016 se registraron lesiones necróticas en pétalos y la caída prematura tanto de flores como de frutos (**Figura 1**). El incremento significativo diario de la incidencia de la antracnosis durante las floraciones (**Tabla 1**) confirmó la naturaleza de *C. acutatum*, patógeno que en los tejidos jóvenes y sensibles causa un ciclo epidémico rápido con niveles de enfermedad que se incrementan aceleradamente en el hospedante (**Waller, 1992**), lo que la cataloga como una enfermedad de progreso explosivo (**Soares, et al., 2015**) que, en presencia de precipitaciones y de humedades relativas altas, causa considerables pérdidas económicas por el elevado porcentaje de cálices persistentes al final de cada floración (**Figura 1**).

El avance de la incidencia de la antracnosis y su relación con la humedad relativa, la precipitación acumulada, la temperatura media y la velocidad del viento durante las

floraciones de lima ácida Tahití en octubre del 2015 y marzo y abril del 2016 en el piedemonte llanero se presentan en las **figuras 2, 3 y 4**. Bajo las condiciones del estudio, durante la floración de octubre se registraron precipitaciones diarias superiores a los 5 mm, humedades relativas entre 86 y 93 % y una temperatura media entre 26 y 27 °C, lo que dio lugar a porcentajes de incidencia que oscilaron entre 33 y 52 % (**Figura 2 a, b**). La pérdida de frutos en desarrollo reflejada en el porcentaje de cálices persistentes fue de 51 % (**Figura 5**). En abril se dieron condiciones similares de precipitación, humedad relativa y temperatura media entre los 25 y los 28 °C, lo que significó incidencias de 25 a 56 % (**Figura 3a, b**) y un 29 % de cálices persistentes (**Figura 5**). En marzo, cuando no se registraron precipitaciones, la humedad relativa osciló entre 55 y 67 % y la temperatura entre 29 a 32 °C, los porcentajes de incidencia fueron de 9 y 65 % (**Figura 4 a,b**) y solamente se registró un

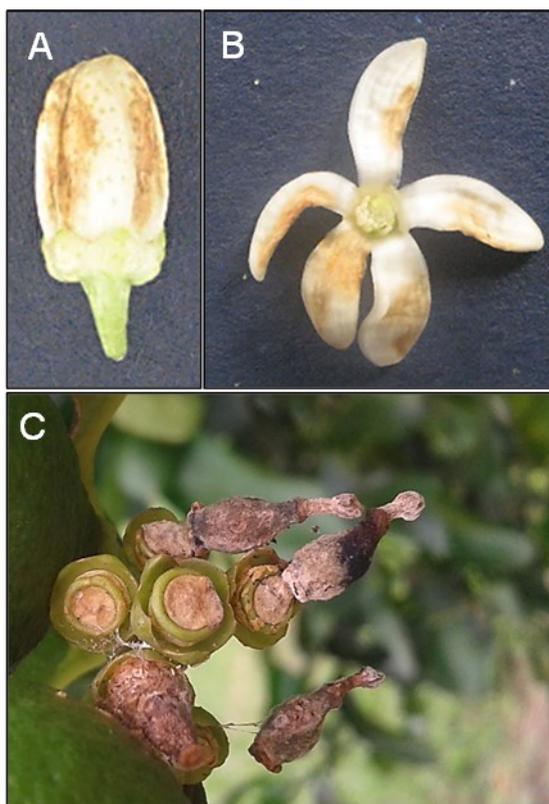


Figura 1. Síntomas característicos de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en lima ácida Tahití. **a.** Lesiones necróticas en botones florales. **b.** Lesiones necróticas en flores. **c.** Cálices persistentes y frutos en desarrollo perdidos por causa de la necrosis. Fotografías: Ángela M. Mogollón-Ortíz

Tabla 1. Porcentajes de incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en lima Tahití a lo largo de los días de floración

Días de floración evaluados	Incidencia ^b
Día 4	57,5 a ^a
Día 3	36,5 bc
Día 2	43,4 b
Día 1	27,3 c

^a Lo promedios con diferente letra representan diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$); ^b Datos transformados mediante $\log(\text{incidencia} + 1)$

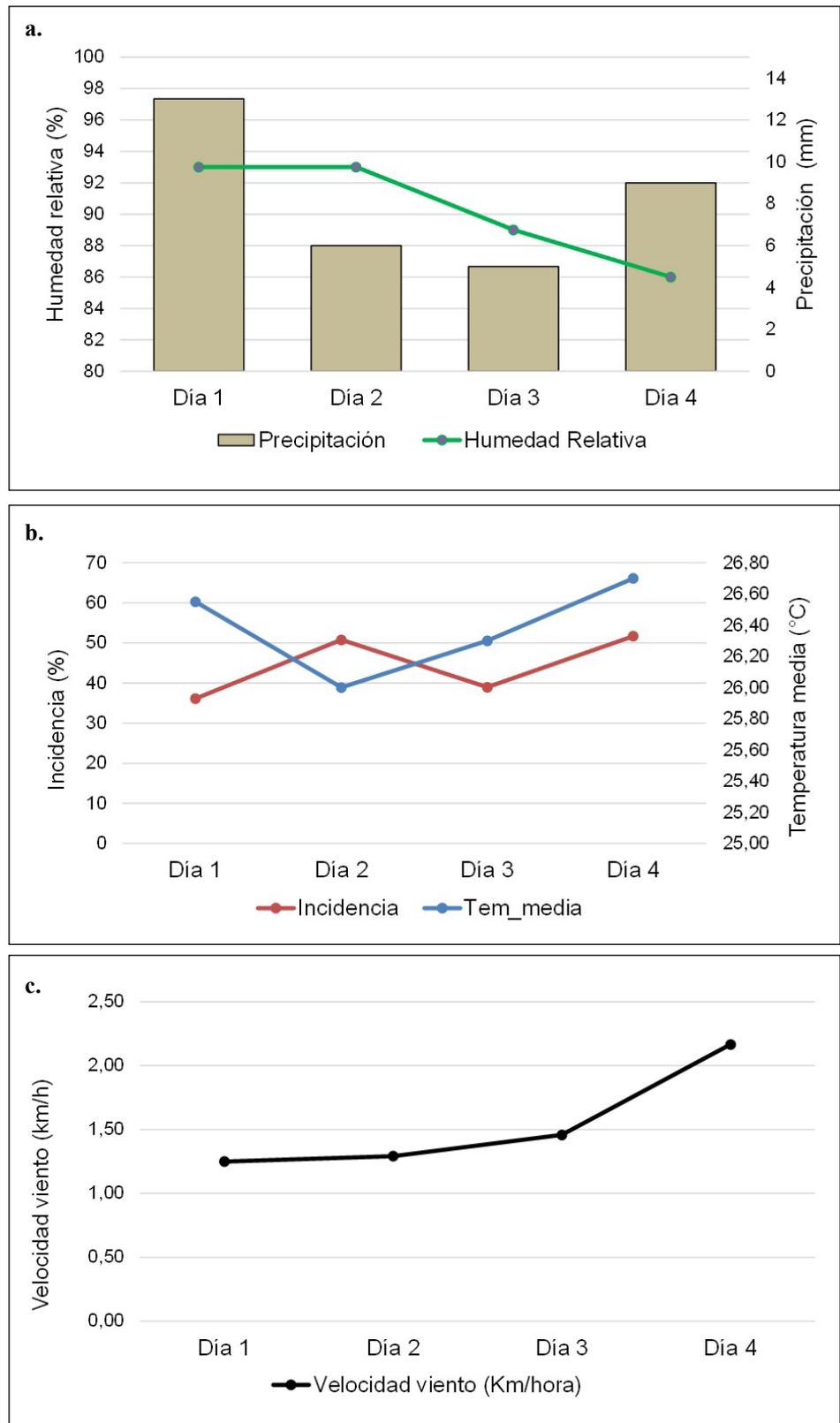


Figura 2. Progreso de la incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) y su relación con la humedad relativa, la precipitación acumulada (a), la temperatura media (b) y la velocidad del viento (c) durante la floración ocurrida en octubre del 2015 en lima ácida Tahití en el piedemonte llanero

3% de cálices persistentes (**Figura 5**). A pesar de la presencia de síntomas en todas las floraciones, no se presentaron diferencias significativas entre los periodos evaluados, y la caída de los frutos expresada en cálices persistentes dependió de las condiciones climáticas favorables al desarrollo del patógeno. Los meses lluviosos, las humedades relativas altas y las temperaturas bajas constituyeron factores predisponentes de la enfermedad, lo que

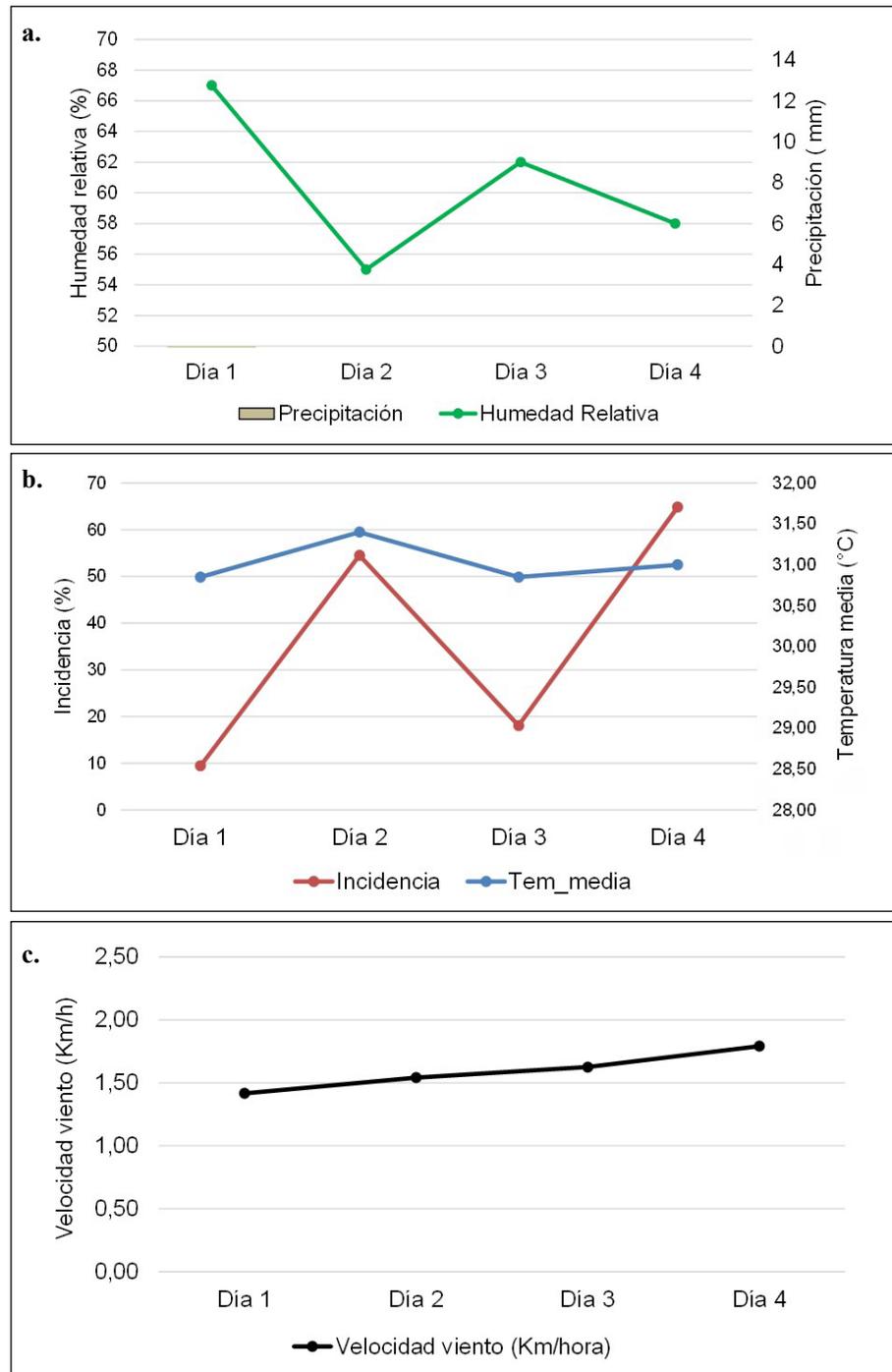


Figura 3. Progreso de la incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) y su relación con la humedad relativa, la precipitación acumulada (**a**), la temperatura media (**b**) y la velocidad del viento (**c**) durante la floración ocurrida en marzo del 2016 en lima ácida Tahití en el piedemonte llanero

resultó en pérdidas considerables. Los cáliz persistentes son una variable que refleja el efecto del patógeno en la caída prematura de los frutos (Timmer & Zitko, 1995; Silva, *et al.*, 2014a); sin embargo, la expresión de los síntomas de la antracnosis en una flor no necesariamente da lugar a la formación de un cáliz persistente. La disminución de las precipitaciones durante las floraciones y el incremento de la temperatura ocasionan una disminución significativa en el porcentaje de cáliz persistentes (Neto, *et al.*, 2013).

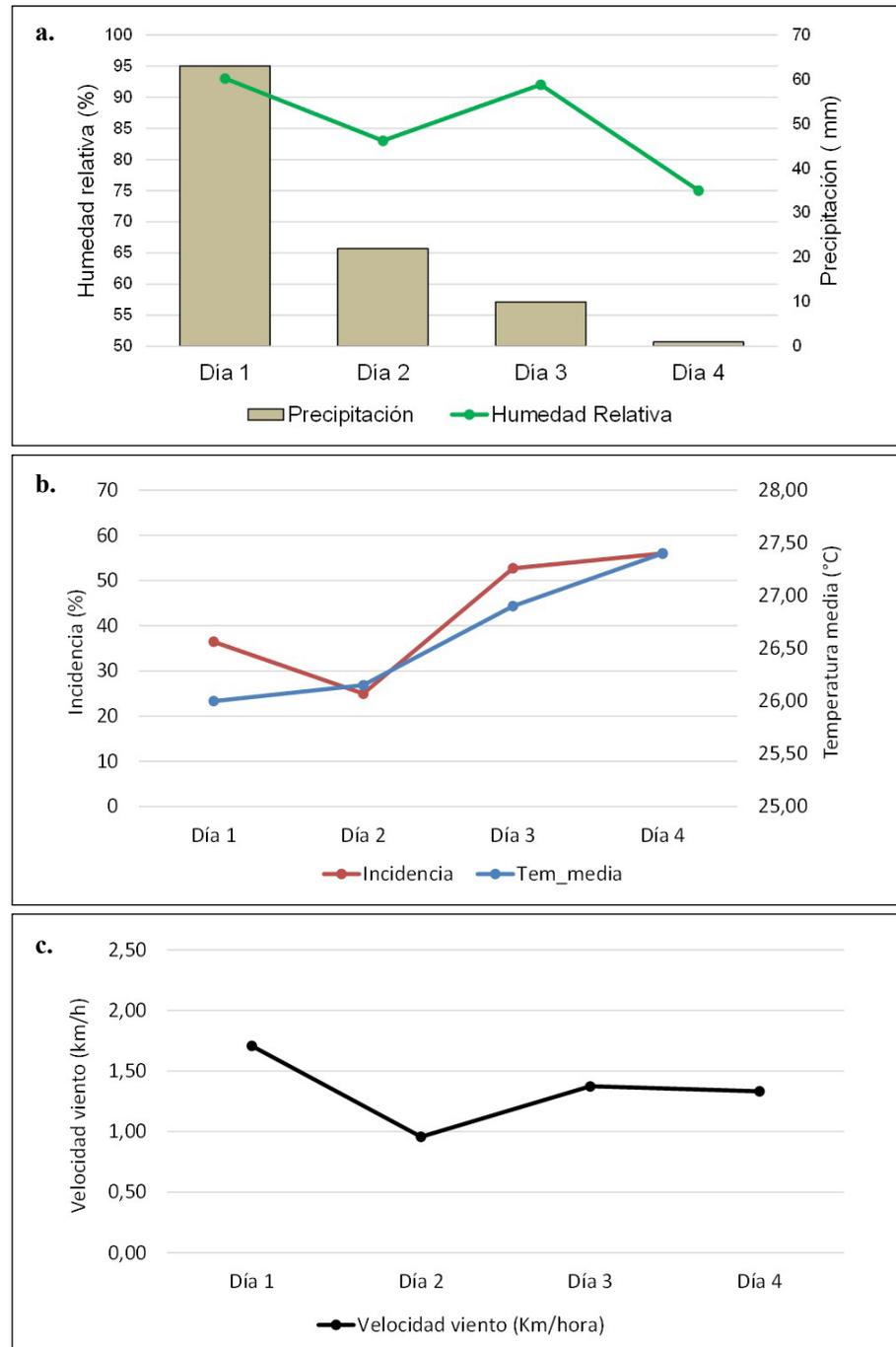


Figura 4. Progreso de la incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) y su relación con la humedad relativa, la precipitación acumulada (a), la temperatura media (b), y la velocidad del viento (c) durante la floración ocurrida en abril del 2016 en lima ácida Tahití en el piedemonte llanero

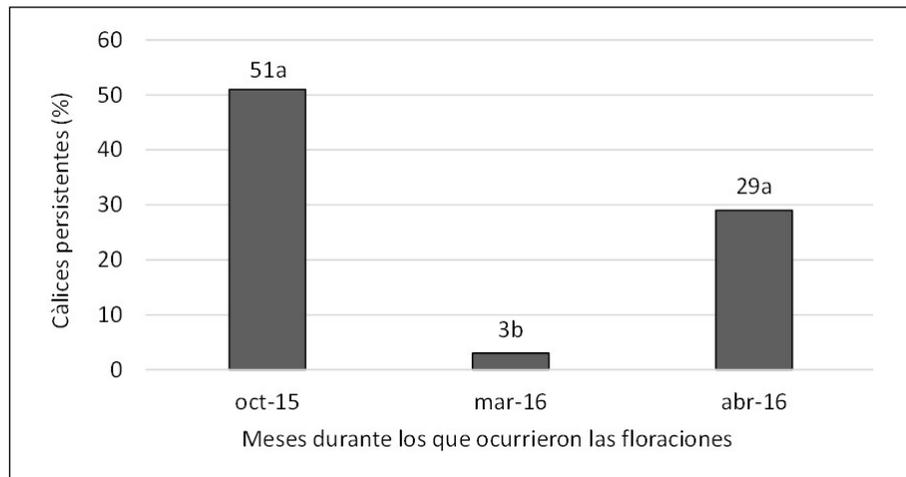


Figura 5. Porcentaje de cállices persistentes causados por *Colletotrichum acutatum* al final de las floraciones ocurridas en octubre del 2015, y marzo y abril del 2016. Datos transformados usando $\log(\text{Calices}+1)$

En resumen, en los tres periodos de floración evaluados, el aumento de la incidencia de la antracnosis coincidió con una humedad relativa promedio del 80 % o más, y temperaturas medias entre 26 y 31 °C (Figuras 2, 3 y 4). Aunque con base en los reportes de la literatura especializada inicialmente se infirió que la precipitación tenía un efecto marcado en el desarrollo de la enfermedad, el periodo de floración evaluado en marzo, que coincidió con la ausencia total de precipitación, permitió comprobar que la antracnosis en la lima Tahití en el piedemonte llanero podría alcanzar una incidencia de hasta un 65 % en ausencia de lluvias si la humedad relativa alcanza el 58 % (Figura 3 a, b). En informes previos se ha destacado la importancia de la precipitación; Silva, *et al.* (2014) y Soares, *et al.* (2015) han coincidido en que *C. acutatum* causa graves daños en la producción de cítricos cuando la floración coincide con una alta precipitación. Según Soares, *et al.* (2015) se requieren 40 mm de precipitación acumulada para alcanzar una incidencia superior al 10 %. El mismo autor señala que con 80 mm de precipitación el 60 % de las flores presentó síntomas. Teniendo en cuenta la característica explosiva de la enfermedad, una vez iniciados los síntomas, su avance es exponencial, por lo que las medidas de control deben aplicarse en el momento indicado, sin espera, incluso cuando se utilizan fungicidas que son efectivos para el control del patógeno (De Goes, *et al.*, 2008).

Teniendo en cuenta los resultados sobre la incidencia de la enfermedad durante la época seca, es importante mejorar la aireación del cultivo mediante un manejo adecuado de la malezas, las podas sanitarias y de formación antes y después del inicio de las lluvias, lo que contribuye a que la incidencia de la enfermedad no aumente en el huerto debido al incremento de la humedad relativa a nivel del dosel de las plantas. En futuros ensayos se recomienda el uso de sensores de humedad y temperatura a diferentes alturas en el dosel de las plantas, así como el registro de la duración de la película de agua sobre los órganos con antracnosis para dar mayor claridad sobre el incremento de la dinámica de la enfermedad en meses de tiempo seco comparados con los lluviosos. Nuestros resultados confirmaron que durante la floración en época seca la variable que contribuyó significativamente al aumento de la epidemia fue la dispersión del patógeno por vientos que superaron la velocidad de 1,6 km/hora (Figura 3 b, c). La variable del viento presentó una correlación positiva ($p=0,005847$) con el aumento de la incidencia de la antracnosis bajo las condiciones del ensayo (Figura 2 c, 3 c, 4 c). En todos los casos, el incremento de la incidencia de la enfermedad coincidió con velocidades del viento superiores a 1,5 km/hora. En estudios previos en cítricos se demostró que las lluvias acompañadas de vientos favorecían la diseminación de *C. gloeosporoides* a varios metros dentro del huerto de estudio (Agostini, *et al.*, 1993).

En las condiciones del presente estudio, los valores de la incidencia de la antracnosis en lima ácida Tahití no presentaron diferencias significativas entre los patrones, lo que demuestra que ninguno de ellos mostró tolerancia a *C. acutatum*. En los cítricos la tolerancia de los patrones a los patógenos está asociada con *Phytophthora* spp., *Citrus tristeza virus* (CTV) y nematodos fitoparásitos (Roose, 2014). En estudios previos sobre la sensibilidad de los clones de lima ácida Tahití “IAC 5”, “IAC 5-1”, “CNPMF/EECB”, “CNPMF 2000” y “CNPMF 2001 frente a *Colletotrichum* spp. se encontró que todos fueron sensibles al agente causal de la antracnosis de los cítricos (Neto, et al., 2016).

Conclusiones

Las mayores pérdidas de frutos en formación de lima ácida Tahití por acción de *C. acutatum* en el piedemonte llanero se asociaron con precipitaciones diarias durante la floración, así como con humedades relativas de 88 % y temperaturas de 27 °C, condiciones que favorecen la infección y el desarrollo de la epidemia y resultan en mayores porcentajes de cálices persistentes, los cuales dan cuenta de las pérdidas asociadas con el patógeno. El viento también tiene un papel determinante en la dispersión del patógeno tanto en las épocas de lluvias como en las secas. Los patrones de lima ácida Tahití, Citrumelo, Sunky x English, Carrizo, Volkameriano, Kryder 15-3 y Cleopatra no previnieron el desarrollo de la antracnosis, pues las plantas evaluadas no presentaron diferencias en cuanto a la incidencia de la antracnosis ni al porcentaje de cálices persistentes.

Agradecimientos

Los autores actuando bajo los lineamientos del marco de cooperación técnica No. 18. 2012 entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y la Universidad de los Llanos, agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de la República de Colombia y a la Universidad de los Llanos por la financiación de este trabajo de investigación derivado del proyecto titulado “Recomendaciones de uso para patrones de lima ácida Tahití en diferentes zonas del país” formulado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Contribución de los autores

AMMO: concepción y desarrollo de la idea de investigación, obtención de datos en campo, interpretación de los resultados, redacción y revisión de la versión final del manuscrito; NLC: desarrollo de la idea de investigación, interpretación de los resultados, redacción y revisión de la versión final del manuscrito; JOOR: concepción de la idea de investigación, redacción y revisión de la versión final del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses que pudieran influir en el proceso de publicación y que el apoyo financiero recibido para la investigación se ha reconocido.

Referencias

- Agostini, J. P., Gottwald, T. R., Timmer, L. W. (1993). Temporal and spatial dynamics of postbloom fruit drop of citrus in Florida. *Phytopathology*. **83**: 485-490. https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1993Articles/Phyto83n05_485.pdf
- Agustí, M., Mesejo, C., Reig, C., Martínez-Fuentes, A. (2014). Citrus production. In *Horticulture: Plants for People and Places*, Volume 1 (p. 159-195). Springer, Dordrecht.
- Ciampi, G. M., Baldauf, C., Souza, A. P., Silva, J. G., Amorim, L. (2013). Recent introduction and recombination in *Colletotrichum acutatum* populations associated with citrus postbloom fruit drop epidemics in São Paulo, Brazil. *Phytopathology*. **104** (7): 769-778. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-06-13-0165-R>
- De Goes, A., Garrido, R. B., Reis, R. F., Balsassari, R., Soares, M. A. (2008). Evaluation of fungicide applications to sweet orange at different flowering stages for control of postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum acutatum*. *Crop protection*. **27** (1): 71-76. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121940700107X>

- Garrett, K. A., Nita, M., de Wolf, E. D., Esker, P. D., Gomez, M. L., Sparks, A. H.** (2015). Plant Pathogens as Indicators of Climate Change. En: T.M. Letcher, Climate Change (p. 213-230). Amsterdam, Netherlands: Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978044463524200021X>
- Hernández, J., Sharmak, T., Garrett, K.** (2014). Climate change and plant Diseases. En: *N. K. Van Alfen*. Encyclopedia of Agriculture and food Systems (p. 232-243). Amsterdam, Netherlands: Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/encyclopedia-of-agriculture-and-food-systems/van-alfen/978-0-444-52512-3>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC.** (2004). Estudio general de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Meta. Bogotá, Colombia. 538 p.
- Kupper, K. C., Correa, F. E., de Azevedo, F. A., da Silva, A. C.** (2012). *Bacillus subtilis* to biological control postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum acutatum* under field conditions. Scientia Horticulturae. **134**: 139-143. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423811006157>
- Neto, H. B., Mourão Filho, F. D. A. A., Stuchi, E. S., Espinoza-Núñez, E., Cantuarias-Avilés, T.** (2013). The horticultural performance of five 'Tahiti' lime selections grafted onto 'Swingle' citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. Scientia Horticulturae. **150**: 181-186. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423812004967>
- Orduz, R. J. & Baquero J.** (2003). Aspectos básicos para el cultivo de los cítricos en el Piedemonte Llanero. Achagua. **7**: 7-20. https://repository.AGROSAVIA.co/bitstream/handle/20.500.12324/17995/42686_46781.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Orduz, R. J., León, G., Arango, W. L.** (2009). Lima ácida Tahiti: opción agrícola para los Llanos Orientales de Colombia. Villavicencio, Colombia: Corpoica. https://repository.AGROSAVIA.co/bitstream/handle/20.500.12324/12889/44229_56499.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peres, N.A., Mackenzie, S.J., Peever, T.L., Timmer, L.W.** (2008). Postbloom fruit drop of citrus and Key lime anthracnose are caused by distinct phylogenetic lineages of *Colletotrichum acutatum*. Phytopathology. **98** (3): 345-352. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-98-3-0345>
- Roose, M.L.** (2014). Rootstocks. In: L. FERGUSON, C. E. GRAFTON. Citrus production manual. (p. 95-106). Richmond, United States: University of California. Agriculture and Natural Resources. <https://anrcatalog.ucanr.edu/Details.aspx?itemNo=3539>
- Sanabria, A., Mahuku, G., Kelemu, S., Cadavid, M., García, C., Hío, J., Martínez, E., Osorio, J.** (2010). Molecular identification and characterization of *Colletotrichum* sp. isolates from Tahiti lime, tamarillo and mango. Agronomía Colombiana. **28** (3): 391-399. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-99652010000300005&lng=en&nrn=iso
- Silva, J.G., Sposito M.B., Marín D.R., Amorim, L.** (2014)a. Efficacy and timing of application of fungicides for control of citrus postbloom fruit drop. Crop Protection. **59**: 51-56. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219414000544>
- Silva, J. G., Sposito, M. B., Marín, D. R., Ribeiro, J. P., Amorin, L.** (2014). Spatiotemporal characterization of citrus postbloom fruit drop in Brazil and its relationship to pathogen dispersal. Plant pathology. **63**: 519-529. <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ppa.12138>
- Soares, C. A., Alvares, C.A., Sentelhas, P. C.** (2015). An agro-climatic approach to determine citrus postbloom fruit drop risk in Southern Brazil. International Journal of Biometeorology. **60** (6): 891-905. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26493198>
- Timmer, L. W. & Zitko, S. E.** (1995). Early season indicators of postbloom fruit drop of citrus and the relationship of disease incidence and fruit production. Plant disease. **79**: 1017-1020. https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1995Articles/PlantDisease79n10_1017.PDF
- Valenciano, J., Giacinti, B. M., Carretero, G.A.** (2015). Mapas de competitividad internacional del limón (2002-2010) análisis y comparación del modelo español. Almeira, España: I Universidad de Almería. 127 p.
- Waller, J.** (1992). *Colletotrichum* diseases of perennial and other cash crops. In: J. Balley, and M. Jeger. *Colletotrichum*: biology, pathology and control (p. 167-185). Wallingford, United Kingdom: CAB International. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19932328417>