Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia

Vectorialidad del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en la transmisión de *Ralstonia solanacearum* raza 2 en banano Cavendish (*Musa* AAA)

Keilor J. Delgado G[1*], César Guillén S[2], Eduardo Granados B[2], Ana Tapia F[3]
[1]Investigador independiente, [2]Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, [3]Investigadora independiente

Autor de correspondencia:
Keilor Delgado Gamboa
keilordelgadog@gmail.com

Contribución:
Artículo Científico

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 diciembre, 2025
Publicado:
30 abril, 2026

Cita:
Delgado Gamboa K, Guillén C, Granados E, Tapia A. 2026. Vectorialidad del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en la transmisión de *Ralstonia solanacearum* raza 2 en banano Cavendish (*Musa* AAA). 2026. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 3(1): 121 https://doi.org/10.62498/ARTC.26121

RESUMEN

Los productores de banano enfrentan desafíos que comprometen su productividad, entre ellos la enfermedad conocida como el Moko, causado por *Ralstonia solanacearum* raza 2, y el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), la plaga de cormo más importante del cultivo. Aunque su daño directo es conocido, no existía evidencia sobre su papel como vector de la bacteria. Esta investigación, realizada en Turrialba, Costa Rica, evaluó la capacidad de *C. sordidus* para adquirir *R. solanacearum* interna y externamente, así como su transmisión a plantas sanas por mecanismos activos y pasivos. Los resultados demostraron que el insecto puede adquirir *R. solanacearum* tanto externa como interna, y que actúa como vector del patógeno, capaz de infectar mediante un mecanismo activo y asociado a la presencia de plantas asintomáticas de Moko.

Palabras clave: Vector, Epidemiología, Adquisición de patógenos, Mecanismos de infección

ABSTRACT

Banana producers face several challenges that compromise productivity, including the disease known as Moko, caused by *Ralstonia solanacearum* race 2, and the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*), the most important corm pest of the crop. Although the direct damage caused by this insect is well known, there was previously no evidence of its role as a vector of the bacterium. This study, conducted in Turrialba, Costa Rica, evaluated the ability of C. sordidus to acquire *R. solanacearum* both externally and internally, as well as its transmission to healthy plants through active and passive mechanisms. The results demonstrated that the insect can acquire *R. solanacearum* both externally and internally and acts as a vector of the pathogen, capable of infecting plants through an active mechanism associated with the presence of asymptomatic Moko-infected plants.

Keywords: Vector, Epidemiology, Pathogen Acquisition, Infection Mechanisms

Copyright: © 2026 por los autores. Licencia Acorbat Internacional. Este artículo es de acceso libre y distribuido bajo los términos de Acorbat Internacional

INTRODUCCIÓN

Los productores de banano enfrentan importantes desafíos fitosanitarios que afectan la productividad del cultivo, destacando la enfermedad del Moko, causada por *Ralstonia solanacearum* raza 2, y el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). El Moko representa una de las enfermedades de mayor impacto económico a nivel nacional e internacional, ya que afecta todos los órganos de la planta (Montero, 2020), mientras que el picudo negro es la principal plaga insectil del cormo, cuyo daño reduce la absorción de agua y nutrientes, disminuye la productividad y provoca el volcamiento de las plantas (Amador *et al*., 2015; Vargas *et al.,* 2017). A pesar del daño que ocasiona esta plaga, existe poca literatura que señale el potencial de *C. sordidus* como vector, específicamente, para el caso de *Ralstonia solanacearum* raza 2.

El objetivo de la investigación fue demostrar la función que desempeña el picudo negro *C. sordidus* en la epidemiología de la bacteria *R. solanacearum* raza 2, agente causal del Moko en el cultivo de banano del subgrupo Cavendish (*Musa* AAA).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Recinto de Turrialba, Cartago, Costa Rica, en las coordenadas geográficas 9°54'05"N 83°40'18"O, a 616 msnm, bajo condiciones de temperatura que oscilaron entre 20 °C y 28 °C, con un promedio de 23 °C.

Material Experimental

Los insectos se recolectaron en una plantación de banano de la Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos (FEIMA), y para ello se colocaron trampas con feromona (COSMOLURE +1). El inóculo de la bacteria se recolectó de plantas sintomáticas de Moko de una finca bananera de la zona del Caribe de Costa Rica.

Adquisición externa e interna de *R. solanacearum* raza 2 por *C. sordidus*

Se midió el tiempo necesario que *C. sordidus* requiere para adquirir *R. solanacearum* raza 2 tanto externa como internamente cuando el insecto entra en contacto con tejido vegetal de banano infectado por la bacteria. Para ello, se aislaron 60 individuos de *C. sordidus* libres de *R. solanacearum* raza 2, los cuales se colocaron en una caja plástica por 48 h y sin alimentación. Transcurrido este tiempo, se colocaron 30 individuos en cajas plásticas de 252 cm^3, con un trozo de 10 g de tejido vegetal de banano recolectado de plantas de banano Cavendish (*Musa* AAA) sin presencia de *R. solanacearum* raza 2. Una vez transcurridos los primeros 5 min de contacto y alimentación de los insectos, se retiraron 10 individuos y se aislaron en platos de Petri

para el análisis externo e interno. Posteriormente, se retiraron 10 individuos a los 60 y 240 min utilizando la misma metodología. Paralelamente, se desarrolló un segundo experimento utilizando como fuente de alimento tejido infectado con *R. solanacearum* raza 2, siguiendo el mismo esquema de trabajo previamente descrito (Figura 1).

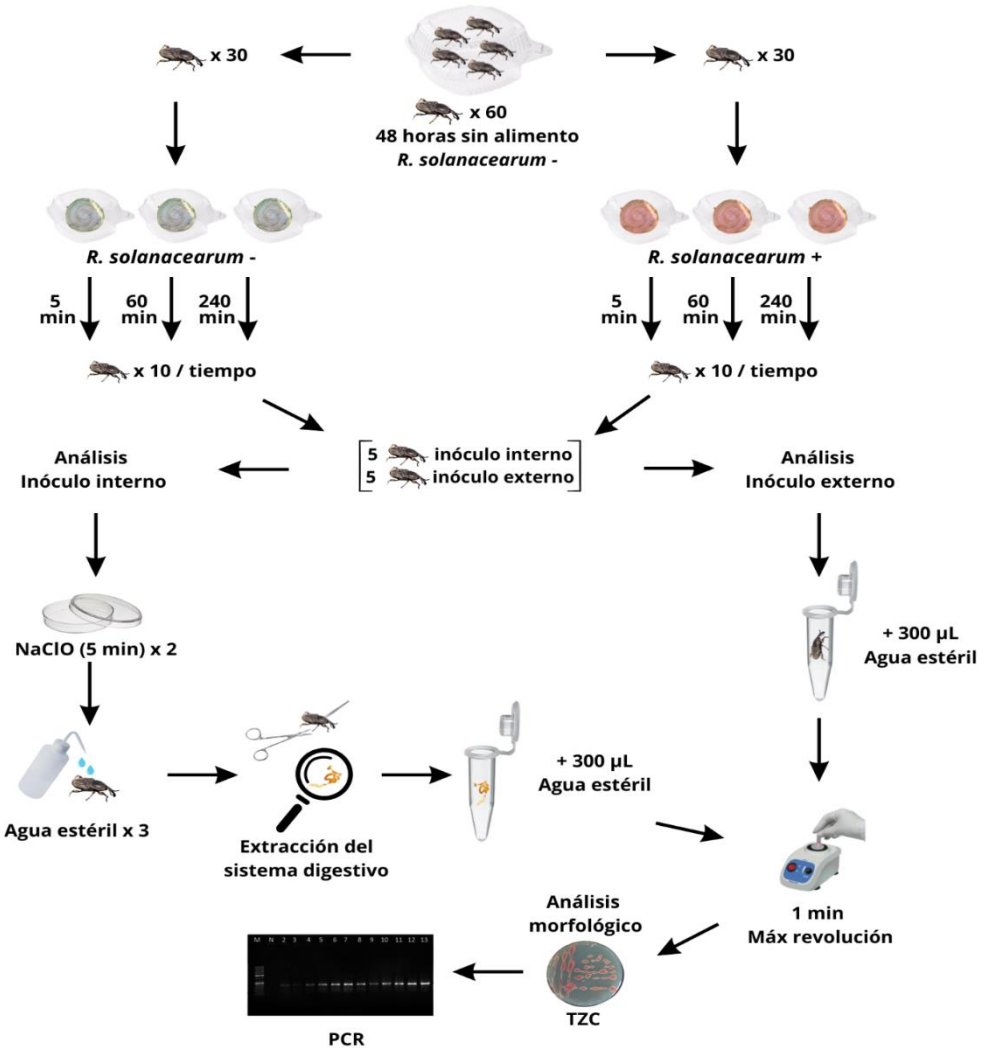


Figura 1. Evaluación del inóculo externo e interno de *R. solanacearum* raza 2 en *C. sordidus*.

Análisis molecular de colonias de *R. solanacearum* raza 2

Las colonias compatibles con *R. solanacearum* raza 2 se identificaron por técnicas moleculares de PCR, empleando la metodología descrita por Monge (2015), el cual utilizó para su reconocimiento general los iniciadores de 759 (5' - GTC GCC

GTC AAC TCA CTT TCC - 3') y 760 (5' - GTC GCC GTC AGC AAT GCG GAA TCG - 3'); para el reconocimiento de los filotipos los iniciadores Nmult21:1F (5' CGT TGA TGA GGC GCG CAA TTT 3'), Nmult21:2F (5' - AAG TTA TGG ACG GTG GAA GTC – 3'), Nmult23:AF (5' - ATT ACS AGA GCA ATC GAA AGA TT – 3'), Nmult22: InF (5' - ATT GCC AAG ACG AGA GAA GTA 3') y Nmult22:RR (5' TCG CTT GAC CCT ATA ACG AGT A 3'); y para el reconocimiento de secuevares los iniciadores Mus 06: F (5' - GCT GGC ATT GCT CCC GCT CAC – 3'), Mus 06: R (5' - TCG CTT CCG CCA AGA CGC - 3'), Mus 20: F (5' - CGG GTC GCT GAG ACG AAT ATC – 3'), Mus 20: R (5' - GCC TTG TCC AGA ATC CGA ATG – 3'), Mus 35: F (5' - GCA GTA AAG AAA CCC GGT GTT – 3'), Mus 35: R (5' - TCT GGC GAA AGA CGG GAT GG - 3'), S128 F: (5' - CGT TCT CCT TGT CAG CGA TGG – 3'), y S128: R (5' - CCC GTG TGA CCC CGA TAG C – 3').

Mecanismos de *C. sordidus* para infectar plantas sanas de banano con *R. solanacearum* raza 2

Se llevaron a cabo dos experimentos: en uno de ellos se estudió el mecanismo activo y en el otro el mecanismo pasivo de infección del *C. sordidus* sobre plantas de banano sanas con *R. solanacearum* raza 2. Los picudos fueron alimentados previamente con tejido vegetal de banano. El experimento se realizó con plantas individuales en macetas. Para ambos mecanismos se evaluaron 6 tratamientos:

Cuadro 1. Tratamientos a evaluar en el mecanismo activo y pasivo de *C. sordidus* para infectar plantas sanas de banano con *R. solanacearum* raza 2.

Tratamiento	Tiempo (min) de alimentación de *C. sordidus* con tejido vegetal de banano	Estado del alimento
T1	5	*R. solanacearum* +
T2	60	*R. solanacearum* +
T3	240	*R. solanacearum* +
T4	1440	*R. solanacearum* +
T5	1880	*R. solanacearum* +
Testigo	240	*R. solanacearum* -

Con respecto al mecanismo activo, se colocaron grupos de 5 insectos en cada tratamiento. Transcurrido cada uno de los tiempos de alimentación, se colocaron los grupos de insectos dentro de macetas previamente sembradas con plantas de 80 cm de alto y posteriormente confinados con malla antiáfidos por 1 semana. Luego de este tiempo, los insectos se removieron manualmente. Cada tratamiento contó con 5 repeticiones, utilizando una planta por repetición (Figura 2). Paralelamente, el mecanismo pasivo se desarrolló de la misma manera que en el mecanismo activo, con la diferencia de que la planta completa fue aislada para evitar que los insectos se alimenten de ella (Figura 2).

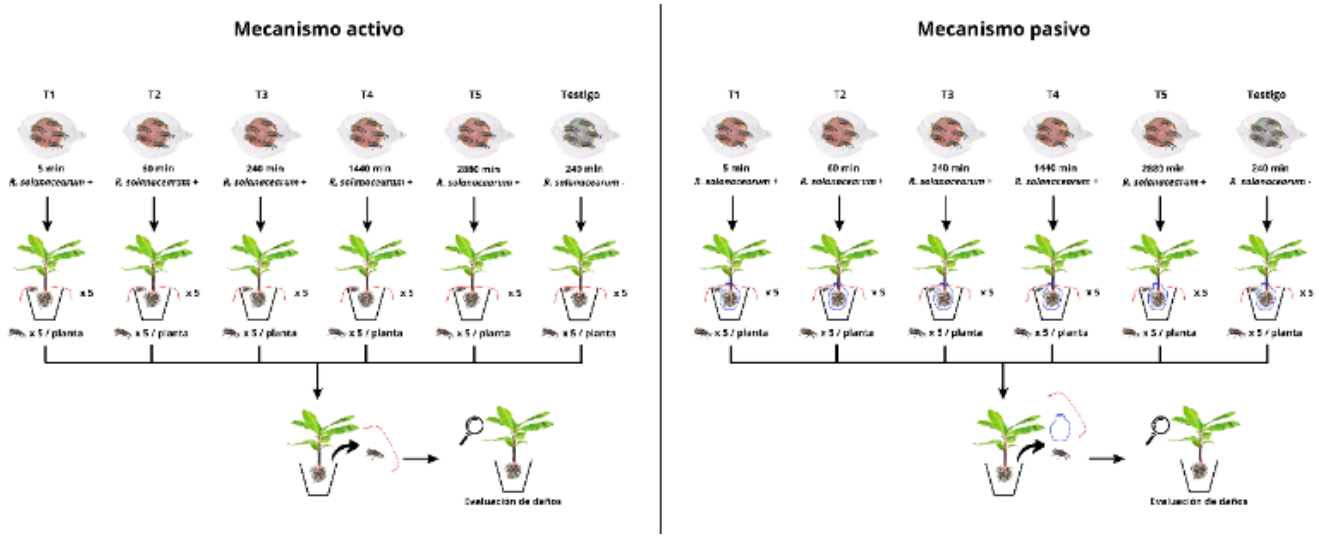


Figura 2. Evaluación del mecanismo activo y pasivo de *C. sordidus* para infectar plantas sanas de banano con *R. solanacearum* raza 2.

Evaluación de síntomas causados por *R. solanacearum* en las plantas

Los daños se evaluaron durante 116 días (después de retirar los insectos de las plantas). Las plantas sintomáticas se cosecharon cuando la severidad se encontraba entre el grado 3 y 4 (Figura 3), para posteriormente ser aisladas en medio TZC. Así mismo, aquellas plantas que no expresaron síntomas o evidencia de infección por *R. solanacearum* raza 2, igualmente fueron cosechadas y aisladas en medio TZC con el fin de averiguar si había presencia de plantas asintomáticas.

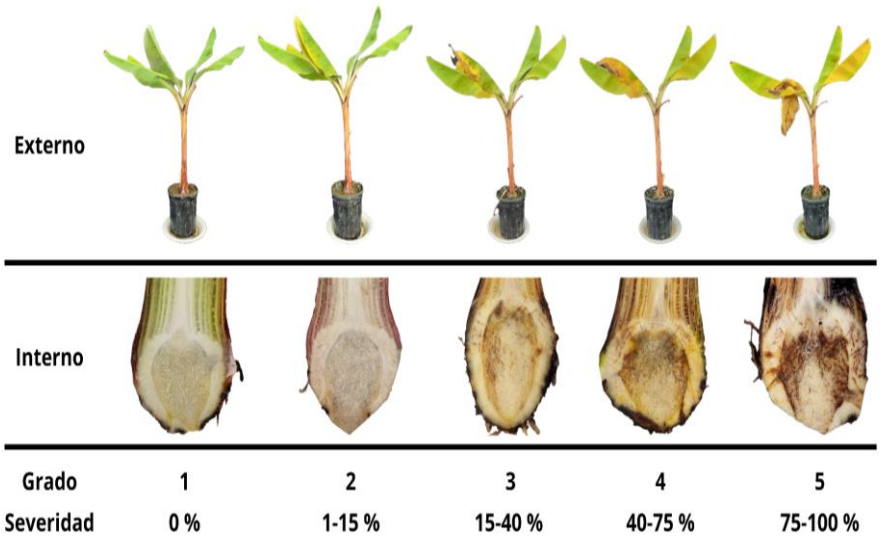


Figura 3. Escala de severidad de Moko en plantas de banano (*Musa* AAA).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para evaluar la adquisición externa e interna de *Ralstonia solanacearum* raza 2 por *Cosmopolites sordidus* en función del tiempo de contacto con tejido de banano infectado, así como para la caracterización morfológica del patógeno y la evaluación de los mecanismos pasivos y activos de transmisión a plantas sanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adquisición externa e interna de *R. solanacearum* raza 2 por *C. sordidus*

Se demostró que *C. sordidus* adquiere *R. solanacearum* raza 2 tanto de manera externa como interna después de haber estado en contacto con material vegetal enfermo de Moko a partir de los 5 min de alimentación (Figura 4).

Adquisición externa

Tiempo de alimentación (min)	Repetición de *C. sordidus*				
	#1	#2	#3	#4	#5
5	-	+	++	-	++++
60	-	++++	+	+	+
240	-	+	+	+	++

+ Colonia *R. solanacearum* raza 2 aislada de *C. sordidus*
- Ausencia de colonias de *R. solanacearum* raza 2 aisladas de *C. sordidus*

Adquisición interna

Tiempo de alimentación (min)	Repetición de *C. sordidus*				
	#1	#2	#3	#4	#5
5	++	-	-	-	-
60	-	-	+	-	++
240	+	+	-	-	++

+ Colonia *R. solanacearum* raza 2 aislada de *C. sordidus*
- Ausencia de colonias de *R. solanacearum* raza 2 aisladas de *C. sordidus*

Figura 4. Colonias de *R. solanacearum* raza 2 aisladas de la parte externa e interna de *C. sordidus* de acuerdo con los diferentes tiempos de alimentación.

Estos resultados demuestran que este insecto no solo es importante por su daño directo, sino también por su potencial como acarreador de patógenos en el cultivo de banano. Hallazgos similares descritos por Were *et al*. (2015) en Uganda, demostraron la presencia de *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* en *C. sordidus*, siendo esta bacteria la responsable de importantes pérdidas de la producción bananera. Otro estudio que evidencia el papel de *C. sordidus* como vector fue documentado por Guillén (2021), el cual aisló colonias de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1 de la parte externa e interna del picudo.

De acuerdo con Gold *et al*. (1999), como se citó en Were *et al*., (2015) y Vinatier *et al*. (2010), el picudo negro se mueve libremente entre las plantaciones de banano, con desplazamientos que pueden ir de 9 m en 24 h hasta 30 m en 3 meses. Esto evidencia la capacidad de *C. sordidus* para movilizarse entre las plantaciones de banano y, por consiguiente, de transportar inóculo de *R. solanacearum* raza 2 desde una planta enferma de Moko a una sana, favoreciendo su diseminación.

Por otro lado, se obtuvo mayor cantidad de colonias de *R. solanacearum* raza 2 en los aislamientos externos en comparación con los internos, coincidiendo con los resultados obtenidos por Were *et al*. (2015) y Guillén (2021), los cuales obtuvieron una mayor carga bacteriana de *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* y fúngica de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1, respectivamente, en la parte externa de *C. sordidus*. Este comportamiento puede deberse por diversas razones, como lo es la existencia de una mayor superficie de contacto de la parte externa (patas, cabeza, tórax, abdomen, entre otros) del picudo con el tejido vegetal enfermo en comparación con el sistema digestivo. Otro factor es la presencia de setas o pubescencia en sus patas, que pueden favorecer la adquisición y acarreo de células bacterianas (Lozano, 2005;

Vallejo *et al*., 2007). De acuerdo con Vinatier *et al.* (2010), *C. sordidus* tiene la capacidad de transportar más de su propio peso, esto los convierte en expertos acarreadores de partículas y con ello, posibles inóculos de patógenos, como es el caso estudiado con *R. solanacearum* raza 2.

Mecanismo activo de *C. sordidus* para infectar plantas sanas de banano con *R. solanacearum* raza 2

El picudo negro logró infectar plantas sanas de banano con *R. solanacearum* raza 2 mediante un mecanismo activo. De los cinco tiempos de alimentación evaluados, tres presentaron un 20 % de sus plantas sintomáticas (60, 240 y 1440 min) (Figura 5). Estos resultados demostraron el potencial de *C. sordidus* como vector de *R. solanacearum* raza 2 en el cultivo de banano, lo que representa un desafío sobre la patogenicidad de la bacteria.

Resultados similares encontraron Were *et al*. (2015) y Guillén (2021), demostraron que *C. sordidus* tiene la capacidad de infectar plantas sanas de banano con *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1. Estos hallazgos evidencian a *C. sordidus* como un enemigo silencioso del cultivo de banano, cuya presencia en zonas afectadas por Moko representa una situación alarmante, dado su potencial de diseminación. Así mismo, el daño mecánico que realiza este insecto durante la alimentación y/u oviposición sirve como puerta de entrada a otros patógenos (Monge, 2015), ya que la hembra excava con su aparato bucal en las vainas foliares y en la parte superior del cormo para colocar sus huevos (Olivares *et al*., 2018).

Adicionalmente, se lograron aislar colonias de *R. solanacearum* raza 2 de plantas asintomáticas de Moko. Dicha bacteria se aisló de un 20 % de las plantas del tratamiento de 60 min; un 20 % en el de 240 min; un 40 % en el de 1440 min; y un 20 % en el de 2880 min (Figura 5). Este comportamiento de la especie *R. solanacearum* se ha reportado en cultivos de papa y tomate, en que la bacteria puede permanecer latente por períodos prolongados en plantas infectadas luciendo asintomáticas (Champoiseau, 2009; Rueda *et al*., 2014). En tomate, las temperaturas frescas promueven la latencia de la bacteria en las plantas (Champoiseau, 2009). También las condiciones adversas o falta de nutrientes pueden provocar la latencia de *R. solanacearum* (Botella *et al.,* 2022). Estos casos sugieren una posible diseminación inadvertida de la enfermedad, a pesar de que aún se desconoce la causa puntual de este fenómeno.

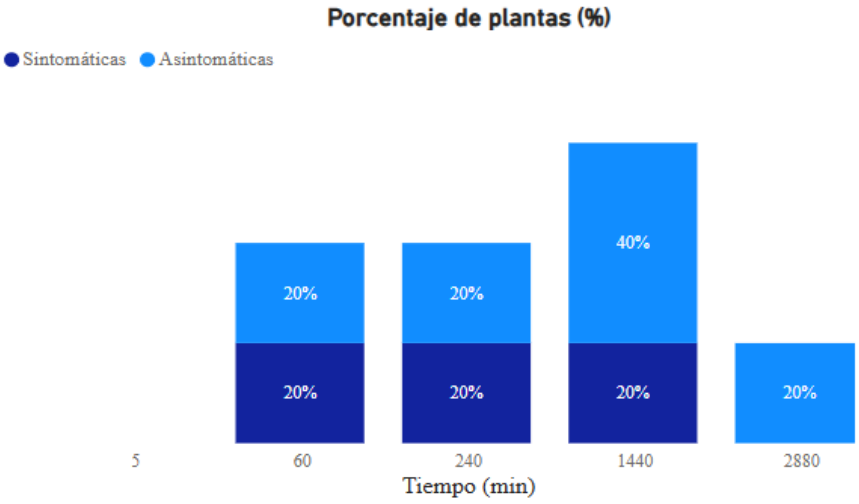


Figura 5. Mecanismo Activo: Porcentaje de plantas sintomáticas y asintomáticas de Moko de acuerdo con el tiempo de alimentación de *C. sordidus* con tejido vegetal enfermo de Moko.

Mecanismo pasivo de *C. sordidus* para infectar plantas sanas de banano con *R. solanacearum* raza 2

En el experimento del mecanismo pasivo no se encontraron plantas sintomáticas de Moko, sin embargo, fue posible aislar *R. solanacearum* raza 2 a partir de plantas asintomáticas. La bacteria se aisló de un 20 % de las plantas del tratamiento de 5, 240 y 1440 min (Figura 6). Estos resultados también coinciden con lo señalado por Champoiseau (2009) y Rueda *et al*. (2014), quienes indican que la bacteria puede permanecer latente en plantas de tomate y papa, manteniéndose asintomáticas. Esto demuestra que *C. sordidus* puede dispersar células bacterianas y con ello, provocar infecciones en plantas sanas, ya sea por el contacto del insecto con partículas de suelo o a través de la producción de heces contaminadas con *R. solanacearum* raza 2.

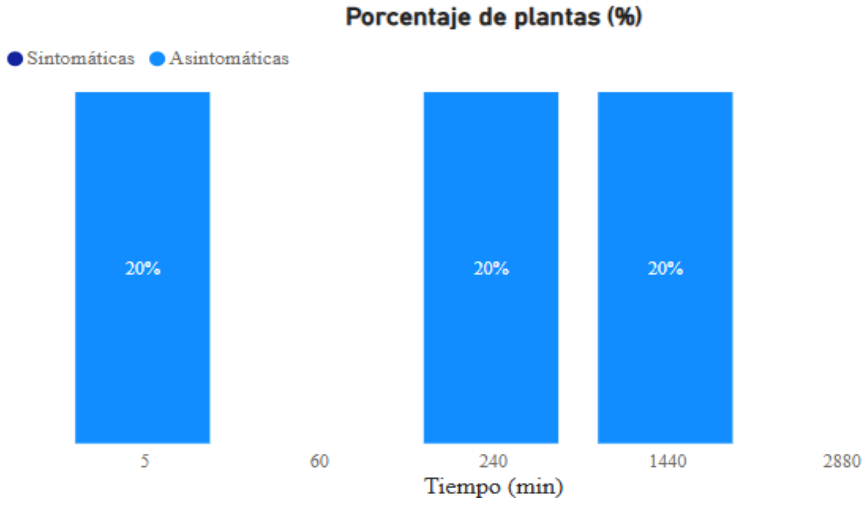


Figura 6. Mecanismo Activo: Porcentaje de plantas sintomáticas y asintomáticas de Moko de acuerdo con el tiempo de alimentación de *C. sordidus* con tejido vegetal enfermo de Moko.

Los resultados obtenidos evidencian el papel de *C. sordidus* en la vectorialidad de *R. solanacearum* raza 2. Si bien el control de sus poblaciones es relevante por el daño directo que ocasiona, la situación se torna aún más crítica cuando coincide con la presencia de Moko en zonas productivas de banano. De ahí la importancia de comprender las interacciones entre planta, patógeno e insecto vector, ya que este conocimiento resulta esencial para reducir la aparición y diseminación de enfermedades en los cultivos.

CONCLUSIONES

Se demostró que el picudo negro *C. sordidus* tiene la capacidad de transportar inóculo de *R. solanacearum* raza 2 tanto externa como internamente, lo que representa una amenaza para zonas bananeras donde hay presencia de Moko.

El picudo negro previamente alimentado con tejido vegetal enfermo de Moko, puede infectar plantas sanas de banano con *R. solanacearum* raza 2 mediante el mecanismo activo, provocando síntomas de la enfermedad.

El no observar plantas sintomáticas no implica la ausencia de *R. solanacearum* raza 2, lo cual sugiere que la bacteria puede permanecer de manera latente en las plantas de banano.

Los resultados obtenidos indican que el picudo negro *C. sordidus* es vector de la bacteria *R. solanacearum* raza 2, causante de la enfermedad del Moko en el cultivo de banano.

REFERENCIAS

Amador M, Molina D, Guillén C, Parajeles E, Jiménez K, y Uribe L. 2015. Utilización del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis atacamensis* CIA-NE07 en el control del picudo del banano *Cosmopolites sordidus* en condiciones *in vitro*. Agronomía Costarricense, 39(3), 47–60. www.mag.go.cr/revagr/index.htmLwww.cia.ucr.ac.cr

Botella M, Suárez T, Alfaro A, y Siverio F. 2022. Valoración de las medidas de erradicación de *Ralstonia solanacearum* en la isla de Tenerife. Informe técnico nº 2. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_767_Ralstonia.pdf

Champoiseau P. 2009. Bacterial Wilt of Tomato. Plant Pathology Department, University of Florida. https://plantpath.ifas.ufl.edu/rsol/RalstoniaPublications_PDF/BacterialWiltTomato_ Revised_PDF.pd

Guillén Sánchez C. 2021. The role of banana weevil *Cosmopolites sordidus* in the epidemiology of the Panama disease *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 1. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03572373

Lozano J. 2005. Entomología, morfología y fisiología de los insectos. Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75279/6366273.2014.pdf

Monge J. 2015. Detección convencional y molecular de la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2 agente causal del moko o marchitez bacteriana en insectos y murciélagos asociados al cultivo del banano (*Musa* AAA) en la zona de Guápiles, Limón [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional]. https://catalogosiidca.csuca.org/Record/CR.UNA01000282394

Montero F. 2020. Moko en banano (*Ralstonia solanacearum*). Universidad de Costa Rica. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01290

Olivares N, Guzmán A y Rodríguez F. 2018. *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de la banana. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. www.inia.cl/servicios/fichastecnicas-y-videos/

Rueda Edgar, Hernández L, Holguín R, Ruiz F, López J, Huez M, Jiménez J, Borboa J y Ortega J. 2014. *Ralstonia solanacearum*: Una enfermedad bacteriana de importancia cuarentenaria en el cultivo de *Solanum tuberosum* L. INVURNUS, 9(1): 24-36.

Vallejo L, Sánchez R y Salgado M. 2007. Redescripción del adulto y descripción de los estados inmaduros de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae), el picudo negro barrenador del plátano en Colombia. Museo de Historia Natural, 11. http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v11n1/v11n1a17.pdf

Vargas A, Watler W, Morales M y Vignola R. 2017. Ficha Técnica Cultivo de Banano. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf

Vinatier F, Chailleux A, Duyck PF, Salmon F, Lescourret F y Tixier, P. 2010. Radiotelemetry unravels movements of a walking insect species in heterogeneous environments. Animal Behaviour, 80, 221– 229. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.04.022

Were E, Nakato GV, Ocimati W, Ramathani I, Olal S y Beed F. 2015. The banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), is a potential vector of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in bananas. Canadian Journal of Plant Pathology 37(4), 427–434. https://doi.org/10.1080/07060661.2015.1113444