

## Meta-análisis de las estrategias para el manejo de *Cosmopolitis sordidus* Guermar en *Musa* spp.



### Meta-analysis of the strategies for management of *Cosmopolitis sordidus* Guermar in *Musa* spp.

<http://opn.to/a/JeRz8>

Ileana Miranda <sup>1\*</sup>, Dairys García-Perera <sup>1</sup>, Mayra G. Rodríguez <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dirección Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apdo 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN:** El objetivo de este estudio fue identificar las estrategias de manejo más efectivas en el control del picudo negro del plátano. Para ello, se empleó como herramienta estadística un meta-análisis. Se procesaron 1194 artículos del periodo 1990-2018; se seleccionaron 1134 que incluyeron alguna de las principales estrategias de manejo, delimitando 284 que incluyeron el efecto sobre la mortalidad del insecto, de los cuales solo 23 presentaron estadígrafos de dispersión para cada tratamiento. Al incluir en algunos artículos varias comparaciones, la base de datos quedó estructurada con 29 observaciones. Se calculó el tamaño del efecto y su intervalo de confianza al 95 %. Se realizó el gráfico Forest-plot. Se calculó el estadígrafo Q para demostrar la significación del análisis. Posteriormente, se agruparon los artículos según la táctica de manejo empleada y se comparó el tamaño promedio del efecto mediante modelo lineal generalizado según Proc Mixed del SAS 9.0. El meta-análisis resultó con significativa heterogeneidad. Los resultados indican que los hongos y nematodos entomopatógenos, así como los depredadores son los organismos con mayor eficacia en el manejo de *Cosmopolitis sordidus* Guermar.

**Palabras clave:** *Musa* spp., revisión sistemática, tamaño del efecto.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to identify the most effective management strategies in the control of the banana weevil. For this purpose, a meta-analysis was used as a statistical tool. A total of 1194 papers edited in the period 1990-2018 were processed, 1134 that included some of the main management strategies were selected, and 284 including the effect on insect mortality were delimited, of which only 23 presented measures of statistical dispersion for each treatment. By including several comparisons in some papers, the database was structured with 29 items. The effect size and its 95% confidence interval were calculated. The Forest -plot graphic was constructed. The Q statistic was calculated to demonstrate the significance of the analysis. Subsequently, the papers were grouped according to the management strategy used, and the average effect size was compared using a generalized linear model according to Proc Mixed of SAS 9.0. The meta-analysis resulted with significant heterogeneity. The results indicated that entomopathogenic fungi and nematodes, as well as predators are the most effective organisms in *Cosmopolitis sordidus* Guermar management

**Key words:** *Musa* spp., systematic review, effect size.

### INTRODUCCIÓN

Emplear técnicas de meta-análisis ofrece una comparación cuantitativa entre los diferentes trabajos publicados (1). Desde 1976, a esta herramienta estadística se le reconoce su utilidad práctica para la toma de decisiones en la investigación (2). En la actualidad se continúa empleando por ofrecer, de forma rápida, una

comparación entre resultados científicos realizados en diferente tiempo y espacio. Así, por ejemplo, Quemada *et al.* en 2013 lo emplearon para estudiar el control de la lixiviación de nitratos en sistemas de regadío y su efecto en el rendimiento del cultivo (3). Esta herramienta se reconoce como un método basado en evidencias que reducen la brecha de los datos (4).

\*Autor para correspondencia: Ileana Miranda. E-mail [ileanam@censa.edu.cu](mailto:ileanam@censa.edu.cu)

Recibido: 18/03/2019

Aceptado: 23/07/2019

Para aplicar adecuadamente esta técnica, lo más importante es seguir los pasos: formulación del problema, búsqueda de los estudios, codificación de los estudios, análisis estadístico e interpretación y publicación de los resultados (5), centrándose en una problemática.

En esta investigación analizaremos las estrategias que han sido empleadas para el manejo de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) en *Musa* spp., puesto que los plátanos y bananos son cultivos perennes propagados a todas las regiones productoras en el trópico y subtropico. Ocupan el cuarto lugar a nivel mundial, después del maíz, arroz y trigo, con importante función en la seguridad alimentaria y la economía de diversos países (6).

Por su parte, *C. sordidus* se encuentra dentro de las plagas que afectan a estos cultivos a escala mundial. Su estado larval forma galerías en los cormos que interrumpen el transporte de agua y nutrientes en la planta, por tanto, se hacen susceptibles a la entrada de otros patógenos (7).

El manejo de esta plaga incluye medidas culturales, el uso de trampas confeccionadas a partir de pseudotallo o industriales, el empleo de agentes de control biológico y el control químico (8,9).

Entre los agentes de control biológico, se evaluó la acción de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Balsamo) y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (10,11,12), el uso de nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* (13) y la utilización de las hormigas depredadoras como *Pheidole megacephala* (Fabricius) y *Tetramorium guineense* (Fabricius) (11). Todos estos organismos provocaron disminución de las poblaciones del insecto; sin embargo, no se informó una revisión sistemática que indague en la comparación del efecto de los resultados de esas investigaciones.

Al ser numerosos los trabajos publicados sobre el uso de medidas para el manejo de *C. sordidus*, se deduce que es necesario identificar la estrategia de manejo que ha ofrecido mejores resultados para encaminar próximos estudios.

Atendiendo a estos antecedentes y conociendo las potencialidades de las herramientas estadísticas, el objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión sistemática (meta-análisis)

para identificar las estrategias de manejo con mejor efecto en el manejo del picudo negro del plátano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el buscador académico google (<http://scholar.google.com.cu>) se realizó una revisión de la literatura científica sobre el picudo negro del plátano. Los artículos se incluyeron en la base de datos para meta-análisis según los siguientes criterios: debían enmarcarse en el periodo 1990-2018, emplear alguna medida de manejo del insecto, evaluar la mortalidad del insecto y declarar la dispersión para cada tratamiento. Se definió el problema PICOT (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Time frame) (14) como:

Población: cultivo del plátano y bananos

Intervención: aplicación de alguna estrategia de manejo sobre *C. sordidus*.

Comparación: contraste de la mortalidad del insecto

Salida: número de réplica, media o porcentaje con error estándar, desviación o varianza.

Tiempo: de 1990 a 2018

El tamaño del efecto (d) y su dispersión se calcularon en dependencia de la forma en que se evaluó la variable dependiente.

Cuando se presentó como porcentaje, se empleó la fórmula de Sheu y Susuki (15):

$$d = \log \left[ \frac{r_E(n_c - r_c)}{r_c(n_E - r_E)} \right]$$

Donde  $r_E$  corresponde con el número de veces que ocurre el suceso en la experimentación y  $r_C$  es este valor para el tratamiento control, los tamaños de muestra para el tratamiento y el testigo se definen como  $n_E$  y  $n_C$ , respectivamente.

Para el estadígrafo d se define la varianza como:

$$S_d^2 = \frac{1}{r_E} + \frac{1}{n_E - r_E} + \frac{1}{r_C} + \frac{1}{n_C - r_C}$$

Cuando la variable respuesta se presentó como un valor promedio, se empleó el procedimiento sugerido por Huedo-Medina (16):

$$d = C_m \left[ \frac{Y_E - Y_C}{S} \right]$$

$$C_m = 1 - \frac{3}{4(n_E + n_C - 2)}$$

$$S = \sqrt{\frac{(n_E - 1)S_E^2 + (n_C - 1)S_C^2}{n_E + n_C - 2}}$$

Donde:  $\bar{Y}_E$  corresponde a la media de la variable dependiente en el tratamiento y  $\bar{Y}_C$  la media para el control. Las varianzas para el tratamiento y el testigo se definen como  $S_E^2$  y  $S_C^2$ , respectivamente. De la misma manera, las siglas  $n_E$  y  $n_C$  indican los tamaños de muestra en el grupo experimental y el control, respectivamente.

Para esta nueva forma de calcular el estadígrafo  $d$  se define la varianza como:

$$S_d^2 = \frac{n_E + n_C}{n_E n_C} + \frac{d^2}{2(n_E + n_C)}$$

Para el tamaño del efecto, se calculó el intervalo de confianza al 95 % y se mostró en un gráfico Forest-plot. Se calculó el estadígrafo  $Q = \sum W_i(T_i - \bar{T})$  donde  $W_i$  se determinó como la inversa de la varianza del tamaño del efecto ( $S_d^2$ ) y  $T_i = W_i * d$ ; para demostrar la significación del análisis se comparó el valor de  $Q$  con el  $X^2$  tabulado para nivel de significación 0,05 y  $n-1$  grados de libertad (16).

Posteriormente, se agruparon los artículos según la estrategia de manejo empleada y se comparó el tamaño promedio del efecto mediante el modelo lineal generalizado según Proc Mixed y prueba de contraste de mínima diferencia significativa del paquete estadístico SAS 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión sistemática de la literatura científica sobre el picudo negro permitió extraer 1194 artículos que incluían alguna táctica de manejo, de los cuales 1134 incluían al control biológico; 460 mostraban el efecto de los tratamientos sobre la mortalidad del insecto y 284 se habían ejecutado en condiciones climáticas similares a las de Cuba. De estos, solo 23 exponían claramente el valor de los estadígrafos de posición y dispersión para los tratamientos. Al incluir algunos artículos más de una comparación, la base de datos quedó conformada por 29 estudios.

En el meta-análisis resultó que la variación entre estudios fue estadísticamente significativa ( $Q=53.82 > X^2=44.96$ ). La Figura 1 enumera los 23 artículos, ya que los estudios presentados en

un mismo trabajo presentaron efectos muy similares.

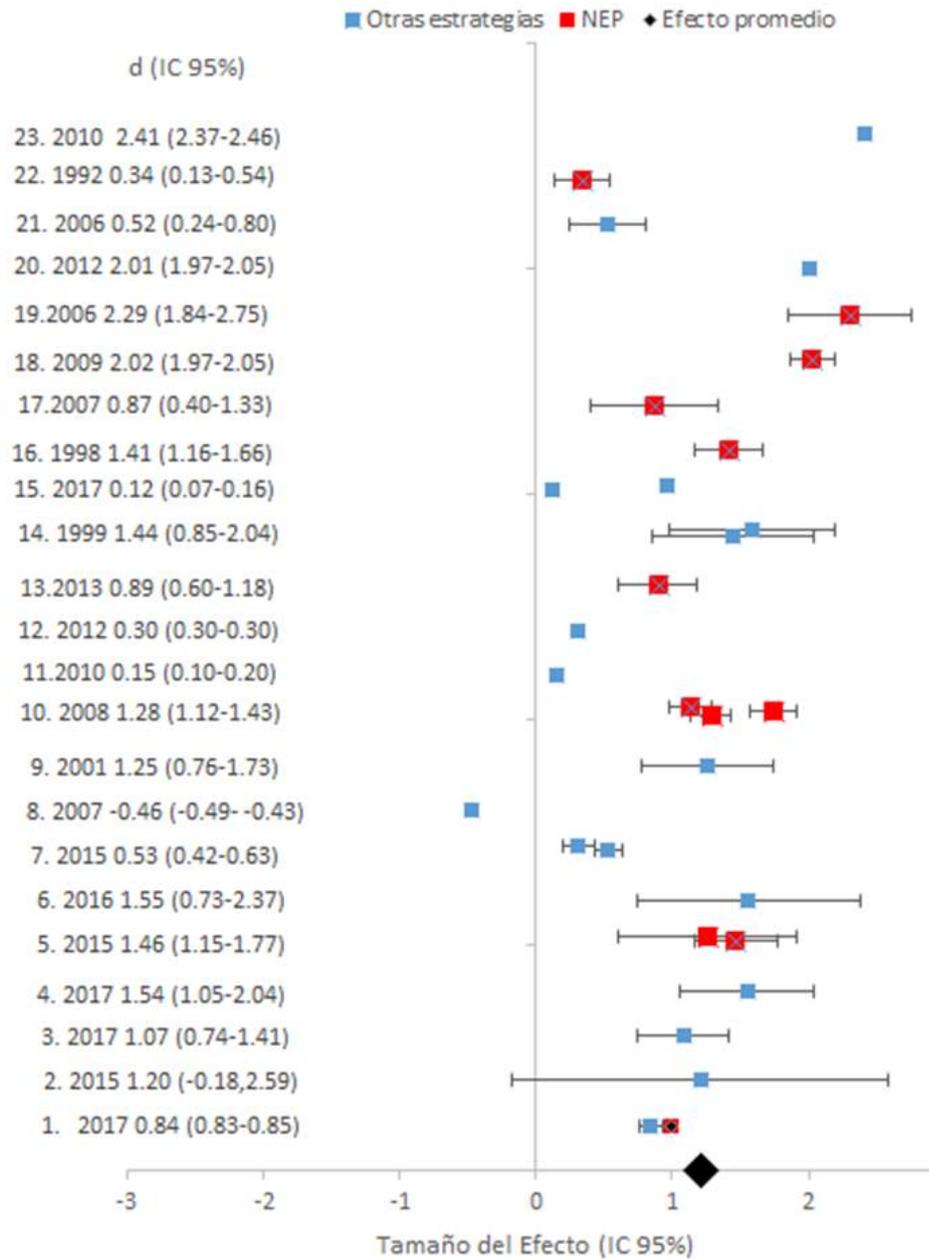
Todas las tácticas presentaron un efecto positivo, con excepción del trabajo de Muñoz (17), que refiere que realizar la chapea con el uso de algún herbicida permite mayor captura del insecto, que aplicar insecticida + nematicida. El autor refiere que en estas prácticas no existe diferencia en cuanto a precisión relativa neta ( $1/vr * T$  donde  $vr$  es la varianza relativa y  $T$  el tiempo de montaje y revisión de las trampas) y que las diferencias pueden estar dadas a que la distribución de *C. sordidus* en las plantaciones de plátanos es de tipo focal; es decir, las poblaciones de picudos se localizan en puntos determinados muy homogéneos y constantes a través del tiempo, debido a su poca movilidad y a que vuelan con poca frecuencia. Por consiguiente, estudios posteriores sobre el tamaño de muestra y la mejor ubicación en el campo de las trampas para la captura del insecto pueden combinarse con el resultado que se obtenga sobre la estrategia de manejo más promisorio a evaluar.

En el caso de los estudios que emplearon nematodos entomopatógenos (NEP), aquellos que utilizaron cepas nativas tuvieron un mayor efecto que los que emplearon cepas foráneas. (Fig. 1)

El estudio que empleó el insecticida Counter® (estudio 2) presentó un intervalo de confianza más amplio que el resto (Fig. 1) debido a la variabilidad del porcentaje de mortalidad acumulado, puesto que el insecto va generando una resistencia a este tipo de producto y su efectividad no es mantenida en el tiempo. Además del daño que producen los químicos para el medio ambiente y la salud humana, su efectividad, aunque superior al 70 %, alcanza un error estándar superior a 20 (18).

El estudio con mayor efecto fue el presentado por Omukoko en 2010 (estudio 23, Fig 1), que empleó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* haciendo un primer estudio sobre selección de la cepa, tiempo y concentración letal media (19), investigación que es imprescindible para cualquier agente de control biológico.

Al agrupar los estudios, según la táctica de manejo empleada, se pudo observar que 12 estudios emplearon nematodos entomopatógenos, ocho algún atrayente, especialmente feromonas, cuatro hacen uso de hongos entomopatógenos,

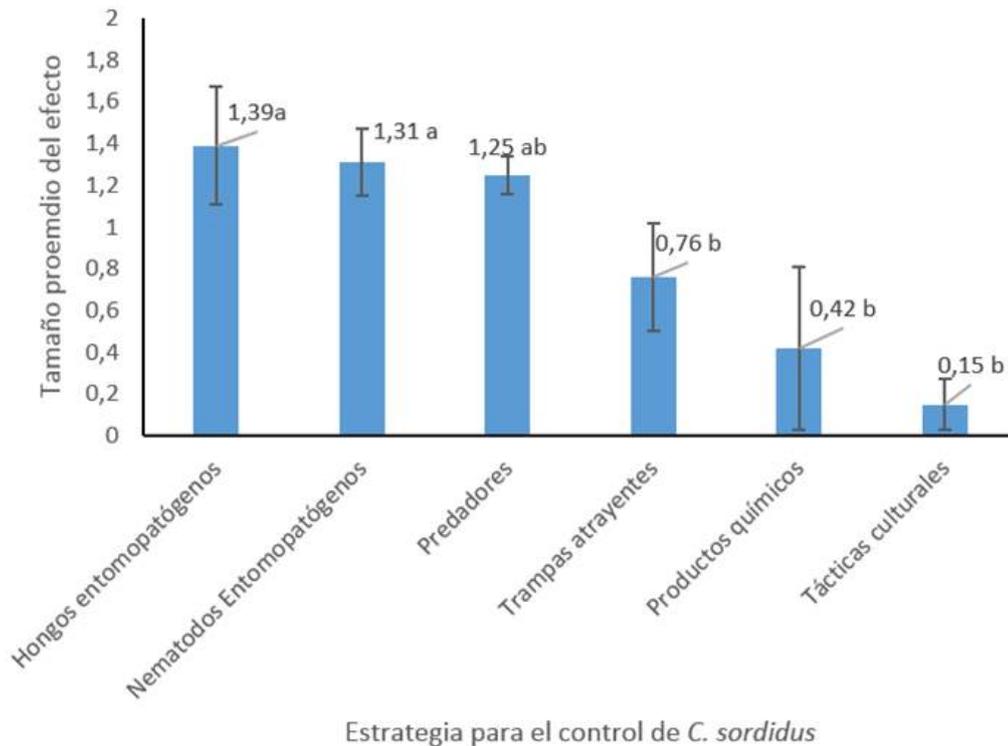


**Figura 1.** Diagrama Forest-plot de los estudios sobre táctica de manejo para *C. sordidus* en artículos generados entre 1990 y 2018 (se muestran los valores del tamaño del efecto y el intervalo de confianza al 95 %.) / Forest plot for studies about *C. sordidus* tactics in papers edited between 1990 and 2018 (size effect and confidence intervals at 95 %)

tres emplean insecticidas químicos, uno hace uso de depredadores y uno hace uso de prácticas culturales. El uso de hongos o nematodos entomopatógenos ofreció un mayor efecto promedio debido a que en todos los estudios que emplearon estos métodos la diferencia con respecto al testigo fue significativa. (Fig. 2)

Los resultados indican que los hongos y nematodos entomopatógenos, así como los depredadores son los organismos con mayor eficacia en el manejo de picudo negro (Fig. 2). Al

respecto, Martínez *et al.* (20), en sus indicaciones sobre el manejo integrado del picudo en Cuba, expusieron como alternativas el uso de *B. bassiana* cepa 1 y *M. anisopliae* cepa 11, así como las hormigas *Pheidole megacephala* Fabricius y *Tetramorium guineensis* Fabricius; sin embargo, no mencionan el uso de nematodos entomopatógenos, aun cuando estos organismos representan eficaces agentes de control biológico en Cuba y se producen en decenas de laboratorios en el país (21), lo que sugiere la realización de



**Figura 2.** Efecto promedio de las tácticas para el manejo de *C. sordidus* evaluados en artículos editados entre 1990 y 2018 (letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ )) / Mean effect of *C. sordidus* management tactics in papers edited between 1990 and 2018 (different letters show significant differences ( $p < 0.05$ ))

estudios futuros que permitan incorporar a los nematodos entomopatógenos en el MIP del picudo negro (*C. sordidus*) en Cuba.

Por otra parte, el uso combinado de estrategias no debe descartarse, ya que pueden ofrecer un manejo efectivo del insecto. Así, por ejemplo, en años recientes se evaluaron aceites esenciales como insecticidas (22,23) y atrayentes naturales como frutas tropicales (24), investigaciones que deben continuar para poder incorporar nuevas alternativas no químicas al manejo de *C. sordidus*.

Por consiguiente, se recomienda realizar otros meta-análisis ampliando el espectro a otras bases de datos para acotar el efecto de dosis y momento de aplicación de nematodos y hongos entomopatógenos empleados en el manejo del picudo negro del plátano. No obstante, este resultado permite iniciar investigaciones para el manejo del insecto con el empleo de cepas nativas de nematodos y hongos entomopatógenos, con el uso de diseños experimentales que permitan evaluar la efectividad de estos controles biológicos.

De igual modo, es recomendable realizar investigaciones que, además de determinar el efecto que puedan tener los controles biológicos para regular la densidad poblacional de *C. sordidus*, evalúen las combinaciones de aquellos que son compatibles, así como estudiar la influencia de otros factores como las temperaturas y las precipitaciones, el tipo de suelo, tiempo en que se colocan trampas, tiempo de la plantación, tiempo en barbecho (25), entre otros aspectos que pueden ser de interés para el manejo del insecto y el incremento de los rendimientos del cultivo.

#### AGRADECIMIENTOS

Las autoras utilizaron tiempo y facilidades ofrecidas por el proyecto financiado por la Unión Europea “Microbial Uptakes for Sustainable management of major banana pests and diseases” (MUSA, 727624; topic: SFS-11-2016)

#### REFERENCIAS

1. Martínez AL, Núñez N, Garzón AI, Peña, Domenech V, Hernández F. Meta-análisis del uso de semillas y aceites en la dieta de ovejas

- y cabras. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília. 2015; 50 (9): 821-828.
2. Morales P. Líneas actuales de investigación en métodos cuantitativos: el meta-análisis o la síntesis integradora. *Hollsla do Edurarldri. nián1011*. 1993; 191-221
  3. Quemada M, Baranski M, De Lange MN, Vallejo A, Cooper JM. Meta-analysis of strategies to control nitrate leaching in irrigated agricultural systems and their effects on crop yield. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2013; 174: 1-10.
  4. Fixen P. Agronomía basada en evidencia. Reduciendo las brechas de datos de fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de los cultivos. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. 2017; 25:1-8.
  5. Botella J, Zamora Á. El meta-análisis: una metodología para la investigación en educación. *Educación XXI*. 2017; 20(2): 17-38.
  6. Manzo-Sánchez G, Orosco-Santos M, Martínez Bolaños L, Garrido-Ramírez E, Canto-Canche B. Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa sp.*) en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 2014; 32 (2): 89-107.
  7. Gold CS, Pena JE, Karamura EB. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). *Integrated Pest Management Reviews*. 2001; 6: 79-155.
  8. Castaño P. Manejo de problemas entomológicos en los cultivos de plátano y banano. Manual sobre el cultivo del plátano. CENICAFE. Colombia. 1983. 38p. <http://www.sidalc.net/miagro.htm>
  9. Carballo M. Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 2001; 59 (36):1-4.
  10. Batistas Filho A, Paiva LM, Myazaki Y, Bastos BC, Oliveira D. Control biológico do moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824) pelo uso de fungos entomopatógenos no laboratório. *Biológico (Brasil)*. 1987; 53 (1): 1-6.
  11. Castiñeiras A, López M, Calderón A, Cabrera T, Luján M. Virulencia de 17 aislamientos de *Beauveria bassiana* y 11 de *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *Cosmopolites sordidus*. *Ciencia y Técnica en la Agricultura (Cuba)*. 1990; 13 (3): 45-51.
  12. Piedra-Buena A, Perera-González S, Ramos C. Evaluación de productos comerciales con *Beauveria bassiana* para el control del picudo de la platanera (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio. *Información Técnica. Agrocabildo*. 2017; 1-9.
  13. Vázquez L, Pérez N. El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en Cuba. *Agroecología*. 2017; 12(1): 39-46.
  14. García-Perdomo HA. Conceptos fundamentales de las revisiones sistemáticas/meta-análisis. *Uro Colomb*. 2015; 24(1):28-34.
  15. Sheu CF, Suzuki S. Meta-analysis using linear mixed models. *Behav. Res. Methods Instrum Comput*. 2001; 33(2):102-107.
  16. Huedo-Medina T, Sánchez-Meca J, Marín-Martínez F, Botella J. *Psychological Methods* 2006; 11(2):193-206.
  17. Muñoz C. Fluctuación poblacional del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) del plátano (*Musa AAB*) en San Carlos, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 2007; 20(1):25-41.
  18. Mongyeh ET, Ndamukong K, Okolle J. Effects of insecticides with different modes of action in the control of banana weevils (*Cosmopolites sordidus*) in Cameroon. *Journal of the Cameroon academy of sciences*. 2015; 12(1): 3-10.
  19. Armendáriz I, Landázuri PA, Taco JM, Ulloa S. Efectos del control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el plátano. *Agron. Mesoam*. 2016; 27(2):319-327.
  20. Martínez E, Barrios Sanromá G, Rovesti L, Santos Palma R. Eds. *Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico*. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Cuba. Editora Entre Pueblos, España. Grupo di Volontariato Civile (GVC), Italia. 2006; 485 pp.

21. Rodríguez MG. Entomopathogenic nematodes in Cuba: from laboratories to popular biological control agents for pest management in a developing country, in: Campos-Herrera R. (Ed.), Nematode pathogenesis of insects and other pests - ecology and applied technologies for sustainable plant and crop protection, Springer, Switzerland. 2015; pp. 343-364
22. Tinzaara W, Tushemereirwe W, Nankinga CK, Gold CS, Kashaija I. The potential of using botanical insecticides for the control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). African Journal of Biotechnology. 2006; 5(20): 1994-1998.
23. Pupiro L, Pérez O. Toxicidad aguda del aceite esencial de Pimienta dioica (L) Merr sobre *Cosmopolites sordidus* Germ y *Metamasius hemipterus* Oliv. Rev. Protección Veg. 2015; 30 (Número Especial): 40.
24. Rojas JA, Maldonado CE, Meza S, Lazo Y, Palacios JC. Uso de trampas con atrayentes para el monitoreo de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius* spp. en plátano barraganete. Centro Agrícola. 2019; 46 (2): 58-63.
25. Duyck PF, Dortel E, Vinatier F, Gaujoux E, Carval D, Tixier P. Effect of environment and fallow period on *Cosmopolites sordidus* population dynamics at the landscape scale. Bulletin of Entomological Research. 2012; 102:583-588.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)