

Monitoreo de adultos del picudo de los cítricos *Compsus viridivittatus* (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) en Valle del Cauca, Colombia

Monitoring methods of weevil adults of citrus *Compsus viridivittatus* (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) in Valle del Cauca, Colombia

ARTURO CARABALÍ MUÑOZ¹; DAVID ANDRÉS CARDONA²

¹ Ph. D. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Palmira, Calle 23 Carrera 37, Palmira, Colombia, acarabali@agrosavia.co, <https://orcid.org/0000-0002-7623-3316>. ² Biólogo, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia, d.cardonagalvis@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1431-1825>.

Autor para correspondencia: Arturo Carabali Muñoz, Ph. D. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Palmira, Calle 23 Carrera 37, Palmira, Colombia, acarabali@agrosavia.co, <https://orcid.org/0000-0002-7623-3316>.

Citación sugerida / Suggested citation:
CARABALÍ MUÑOZ, A.; CARDONA, D. A. 2019. Monitoreo de adultos del picudo de los cítricos *Compsus viridivittatus* (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) en Valle del Cauca, Colombia. Revista Colombiana de Entomología 45 (2): e7955. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i2.7955>

Recibido: 15-feb-2018
Aceptado: 27-abr-2019
Publicado: 31-dic-2019

Revista Colombiana de Entomología
ISSN (Impreso): 0120-0488
ISSN (En línea): 2665-4385
<http://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/>

Open access



BY-NC-SA 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>)

Publicadores / Publishers:
Sociedad Colombiana de Entomología
SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)
<http://www.socolen.org.co>
Universidad del Valle (Cali, Colombia)
<http://www.univalle.edu.co/>

© 2019 Sociedad Colombiana de Entomología
- SOCOLEN y Universidad del Valle - Univalle

Resumen: Se evaluó la eficiencia de dos métodos de monitoreo de adultos de *Compsus viridivittatus*, considerado plaga de cítricos en regiones de Colombia: lona al piso (LP), de uso potencial en la detección de poblaciones de adultos en el árbol, y la trampa tipo cono (TE) para poblaciones jóvenes emergentes del suelo. Los estudios se realizaron en cuatro parcelas independientes en Caicedonia (Valle del Cauca, Colombia), durante 51 semanas, en un diseño completamente al azar con 20 repeticiones/método/parcela/localidad. El esfuerzo de muestreo en todas las localidades ascendió a 160 árboles-semana. Se obtuvo un total de 1961 adultos emergentes (1.363 hembras: 598 machos) con TE y 5.060 adultos (3.117 hembras: 1.943 machos) con LP. Los mayores promedios de capturas ocurrieron en periodos de máximas precipitaciones (60-103 mm/semana), 2,5 adultos en TE y 5 adultos LP. Se encontraron diferencias significativas en la abundancia de poblaciones entre parcelas; LP: rango: 10-24 adultos y con TE rango: 4-20 adultos/trampa. Las correlaciones de 66 % entre métodos/parcela, sugieren que los cambios que experimenta la abundancia de poblaciones pueden ser explicados con la dinámica que presentan las poblaciones que emergen del suelo. En síntesis, los resultados indican que el uso independiente y/o combinando de los métodos, pueden ser útil como criterio en la toma de decisiones sobre la época y el tipo de alternativa a implementar para la reducción de las poblaciones de *C. viridivittatus*.

Palabras clave: Monitoreo, trampas, poblaciones, cítricos, manejo, *Compsus viridivittatus* Coleoptera, Curculionidae.

Abstract: The efficiency of two adult monitoring methods for pest *Compsus viridivittatus* in several regions in Colombia: tarpaulin on the floor (TF), for the detection of adult populations in the tree, and cone-shaped ground traps (CT) for young populations emerging from the soil was evaluated. Studies were conducted in four independent plots located in Caicedonia (Valle del Cauca, Colombia), for 51 weeks in a completely randomized design with 20 replicates / method / plot / locality. The sampling effort in all localities amounted to 160 trees per week. During the study, 1,961 emergent adults (1,363 females: 598 males) were obtained using CT and 5,060 adults (3,117 females: 1,943 males) were obtained with TF. The highest average number of catches occurred during periods of maximum rainfall (60-103 mm / week), with 2.5 adults caught using CT and 5 adults caught using TF. Significant differences were found in the abundance of populations between plots; the TF range was 10-24 adults/trap and the CT range was 4-20 adults/trap. The sixty-six percent (66 %) correlation found between methods / plot suggests that changes in population abundance can be explained by the dynamics of populations emerging from the soil. In summary, the results indicate that independent use and / or combination of the methods can be useful as a criterion for decision making about the time and type of alternative to implement for the reduction of *C. viridivittatus* populations.

Keywords: Monitoring, traps, populations, citrus, management, *Compsus viridivittatus* Coleoptera, Curculionidae.

Introducción

Los cítricos, se encuentran agrupados en 1.600 especies y 140 géneros, distribuidos en zonas templadas y tropicales del mundo, siendo más numerosos en Sudamérica y Australia. Los géneros más importantes son: *Citrus*, *Poncirus* y *Fortunella*. Al género *Citrus*, y subgénero *Eucitrus*, pertenecen las principales especies cultivadas (Amórtegui-Ferro *et al.* 2001). En Colombia se estima que en 2015 se encontraban sembradas 44.420 hectáreas en naranja, 23.265 hectáreas en limas ácidas y 15.891

hectáreas en mandarina (DANE 2016), establecidas en los núcleos; suroccidente, conformado por los departamentos del eje cafetero (Caldas, Risaralda y Quindío), Antioquia, Valle del Cauca y Nariño (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura- IICA 2000). En el período de establecimiento y desarrollo, el cultivo de cítricos es afectado por un número importante de artrópodos plagas relacionados con la fenología del cultivo, entre los que se destacan: el ácaro tostador *Phyllocoptruta oleivora* (Acarina: Eriophyidae), ácaro blanco *Polipagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acarina: Tarsonemidae), la escama articulada *Selenaspis articulatus* (Morgan, 1889) (Hemiptera: Diaspididae), el piojo blanco *Unaspis citri* (Comstock, 1883) (Hemiptera: Diaspididae), *Orthezia praelonga* (Douglas, 1891) (Hemiptera: Ortheziidae), la cochinita harinosa *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae), las moscas blancas *Aleurocanthus woglumi* (Ashby, 1923), *Aleurothrixus floccosus* (Maskell, 1895) y *Dialeurodes citri* (Ashmead, 1885), el minador, *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Lepidoptera: Gracillariidae), *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908) (Hemiptera: Liviidae) y dos especies del picudo de los cítricos del género *Compsus* (Schoenherr, 1823) (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) (Espinal *et al.* 2005; León 2005; O'Brien y Peña 2012).

El género *Compsus* fue descrito por Schoenherr en 1823, (Woodruff 1985) y actualmente, la literatura registra 35 especies distribuidas en Centro y Suramérica (Wibmer y O'Brien 1982; Blackwelder 1944). En Colombia, se encuentran cinco especies de *Compsus* (Figueroa 1977; Posada 1989; Peña y Bennett 1995). En 2012, O'Brien y Peña, describen dos especies recolectadas en Colombia: *Compsus obliquatus* Hustache, 1938 y *C. viridivittatus* (Guérin-Méneville, 1855). Los autores modifican la clave de identificación propuesta por Hustache en 1938 la cual incluía 33 a 34 especies conocidas de *Compsus* para Colombia.

Compsus obliquatus y *C. viridivittatus* presentan variación intraespecífica en el color de la escala metálica, siendo, la mezcla de los azules y verde la más común y en la escala iridiscente la verde.

El ancho de las líneas es variable de muy estrecho a muy amplio y se corta en varias longitudes, a veces formando manchas cortas (O'Brien y Peña 2012). El rango geográfico conocido de *C. obliquatus* en Colombia se restringe a los departamentos de Cundinamarca y Tolima. *C. viridivittatus* presenta un rango geográfico más amplio, siendo predominante en los departamentos de Antioquia, Santander, Tolima y Valle del Cauca (O'Brien y Peña 2012).

Compsus viridivittatus presenta un rango amplio de hospederos, entre los que se destacan las especies de cítricos de las principales zonas productoras de Colombia: Valle del Cauca, región cafetera y Antioquia (Peñaloza y Díaz 2004; Cano 2000; Cano *et al.* 2002). Es considerado una plaga de doble acción, debido al daño que causan las larvas en las raíces y el adulto al follaje, flores y frutos. El ciclo se inicia con la emergencia de la hembra del suelo, preferiblemente en periodos con precipitaciones. Una vez la hembra identifica el sitio de oviposición, puede llegar a poner entre 200-300 huevos, en masas irregulares dispuestos en forma de capas. Las observaciones en campo, sugieren cambios en los hospederos de oviposición, iniciando con preferencia sobre plantas de cítricos, comportamiento caracterizado por el plegado de hojas de desarrollo intermedio (Peñaloza y Díaz 2004), en contraste, evaluaciones recientes, sugieren alta

preferencia sobre arvenses y baja sobre cítricos (Carabalí 2015).

Algunas prácticas pueden ser implementadas contra el estado de huevo y adulto, sin embargo, deben coincidir con los máximos periodos de aparición y desarrollo de la población del insecto y variables climáticas como la precipitación. Esto requiere que el cultivador-monitor, registre el incremento en la densidad de adultos de picudo (Nigg *et al.* 2002). En Colombia, los métodos de monitoreo de adultos de *C. viridivittatus*, han sido poco estudiados. Sin embargo, los adultos de picudo, pueden ser recolectados usando el método de monitoreo de agitación de ramas (Cano 2000). El monitoreo por trampas de emergencia tipo cono no ha sido evaluado. Estas trampas suministran información de nuevas poblaciones de adultos que emergen del suelo, pero solo del área bajo la trampa, no de las poblaciones totales emergentes e inmigrantes.

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de las trampas de lona al piso y emergencia tipo cono, como herramientas de monitoreo, que permitan identificar niveles poblacionales de adultos de *C. viridivittatus*, requeridos para establecer programas de manejo del insecto con base en la identificación de épocas máximas de aparición de sus poblaciones. Además, se demuestra la influencia de algunos factores ambientales, sobre el desarrollo de poblaciones del insecto.

Materiales y métodos

En este estudio se evaluaron dos métodos de monitoreo: a) un método de detección y registro de poblaciones inmigrantes y presentes en los árboles de cítricos de cada parcela denominado "lona al piso" mediante agitación de ramas sobre una lona, y b) el monitoreo de adultos con "trampas de emergencia", con el cual se cuantificó el número de adultos tenebrales emergentes del suelo (Fig. 1).

Área de estudio y diseño de experimentos. Los experimentos se desarrollaron en el municipio de Caicedonia (Valle del Cauca, Colombia), sobre parcelas comerciales (1.200 - 1.300 msnm) de naranja *Citrus sinensis* L., y mandarina arrayana *Citrus nobilis*, sembrados sobre tres porta-injertos (Sunki, CPB y Carrizo), sitios de reconocida infestación por *C. viridivittatus* (parcelas I, II, III, IV) (Tabla 1). En las parcelas experimentales, se realizaron controles programados contra ácaros y enfermedades, registrados durante el estudio. El monitoreo se realizó cada 7 días durante 51 semanas, sobre

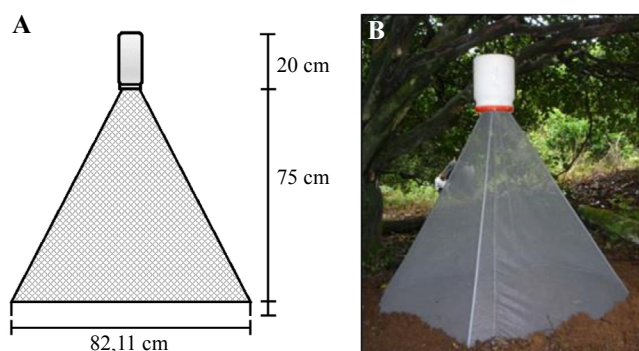


Figura 1. A. Esquema de diseño. B. Prototipo trampa de emergencia tipo "cono".

Tabla 1. Características de las parcelas y materiales de cítricos evaluados.

Parcela	Copas	Porta injerto	Edad (años)	No árboles	Ubicación
I	Naranja sweety	Sunki (L11B)	7	700	4°23'3"N 75°50'58.6"O
II	Naranja sweety	CPB (L5B)	3	333	4°23'3"N 75°50'58.6"O
III	Mandarina arrayana	CPB (L5R)	12	360	4°19'30.5"N 75°49'30.9"O
IV	Naranja sweety	Carrizo (CB)	11	1.520	4°21'45.11"N 75°50'42"O

árboles seleccionados (edad conocida e igual porta injerto/copa), diferenciados para cada método.

Trampas de emergencia tipo cono. El prototipo modificado (Duncan *et al.* 2001), consiste en un embudo con estructura de hierro forrados en tul de plástico que dan la forma cónica. La base del cono mide 1 m de diámetro y 2 cm de diámetro en su punta, sobre la cual se adapta una rosca plástica que permite el ajuste del recipiente (Fig. 1A). Se fija al suelo por medio de alambres de 10 cm de largo ubicados en la base del cono (Fig. 1B). Se instaló una trampa por árbol (20 árboles por parcela) a 30 cm del tallo principal y siempre en el mismo punto cardinal (Nigg *et al.* 2002; McCoy *et al.* 2007). Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por dos árboles contiguos, se instalaron 20 trampas de emergencia por parcela y en cada árbol se instaló una trampa. Se registró el número de adultos capturados/trampa/semana y la proporción de sexos. Los individuos encontrados fueron removidos del cultivo cada semana con el fin de no ser contados en los próximos monitoreos.

Lona al piso. El método consiste en una lona de tres metros de diámetro de color negro para contrastar con el color blanco de los adultos de *C. viridivittatus*. La lona se extendió sobre el suelo alrededor del árbol, cubriendo la zona de plateo. Para el registro de capturas de adultos se seleccionaron 20 árboles, se agitaron durante 15 minutos cuatro ramas por árbol en cada punto cardinal. El registro del número de adultos se hizo el mismo día de la lectura, al igual que la proporción de sexos. Se registró el número

de adultos/semana/trampa y los individuos reportados en las capturas se retiraron del cultivo.

Los individuos capturados con los dos métodos fueron sexados en campo con base en su dimorfismo sexual (las hembras son de mayor tamaño que el macho, último segmento abdominal terminado en punta en las hembras y romo en los machos).

Variables ambientales. Para determinar la posible relación entre los resultados de las capturas de adultos de *C. viridivittatus* con las variables ambientales (precipitación y humedad relativa), se usaron los datos de la estación climatológica ubicada a una distancia inferior a 3.000 metros (Caicedonia, Valle del Cauca), complementada con información diaria de pluviómetros instalados en las parcelas experimentales. Se relacionaron los periodos de máximas y mínimos promedios de precipitación con patrones de emergencia de adultos que emergían del suelo.

Análisis estadísticos. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATGRAPHICS centurión XV versión 15.2.06 (STATGRAPHICS 2007). Para determinar la influencia de las variables ambientales sobre las poblaciones de *C. viridivittatus*, se optó por el uso de un análisis de varianza mediante un modelo lineal generalizado. Los valores promedios de capturas entre parcelas se analizaron utilizando ANOVA y Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher ($P \leq 0,05$). En los valores de diferencias entre sexos se usó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis. La relación entre los métodos de monitoreo efectuó un análisis multivariado de correlaciones, transformados a raíz cuadrada y el índice de correlación de Pearson. Valores de precipitaciones de la zona se agruparon en rangos: 1) 0 y 30 mm por semana; 2) 31 y 60 mm; 3) 61 y 90 mm y 4) Valores mayores a 90 mm de lluvias acumuladas en la semana anterior a la revisión de las trampas.

Resultados y discusión

Trampas de emergencia tipo cono. En las 51 semanas de monitoreo los resultados mostraron heterogeneidad en el número de capturas de adultos de *C. viridivittatus* entre parcelas.

En la Parcela I, la distribución de los registros semanales reveló dos valores atípicos en las semanas 32-33, alcanzando

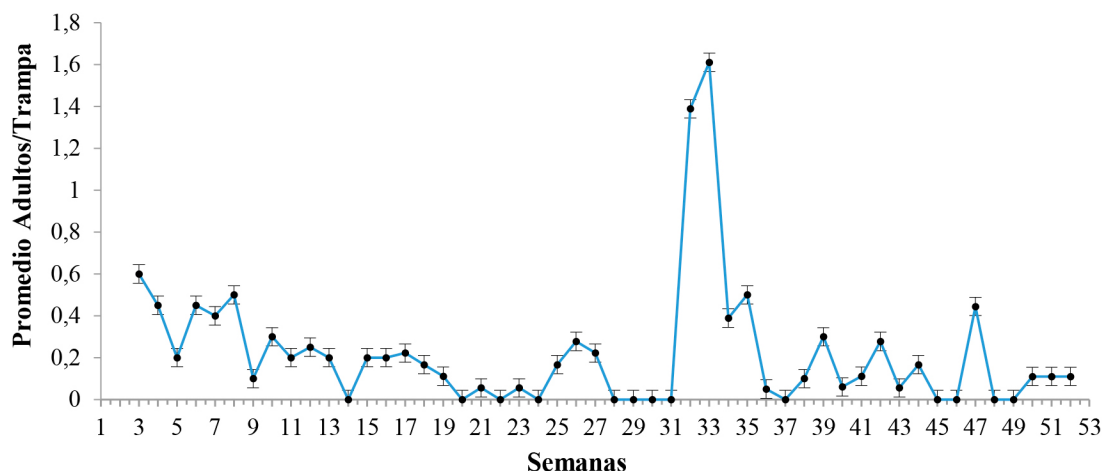


Figura 2. Parcela I, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con trampas de emergencia.

Tabla 2. Promedios de adultos de *C. viridivittatus* capturados con trampas de emergencia discriminados por cultivos.

Parcela	Copa/Patrón	Media (± ES)	Rango	Machos	Hembras	Total
I	Naranja* / Sunki	4,12 ± 0,82 c	(0-29)	62	139	201
II	Naranja / CPB	3,75 ± 0,67 c	(0-25)	69	122	191
III	Mandarina* / CPB	20,19 ± 2,13 a	(0-57)	311	709	1.020
IV	Naranja / Carrizo	13,3 ± 3,29 b	(0-13)	156	393	549
Total				598	1.363	1.961

* Naranja Swetty; Mandarina Arrayana. Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas (LSD $P \leq 0,05$; seguido de Fisher $P \leq 0,001$).

promedios de 1,26 y 1,6 adultos/trampa, respectivamente (Fig. 2). Entre las semanas 32-35, se capturó un total de 70 adultos que corresponde al 35 % de toda la población de picudo, reportada para esta parcela. El número total de capturas fue de 201 individuos, el 69 % hembras y el 31 % restantes machos (Tabla 2). En esta parcela, la abundancia de adultos de picudo fue baja, con promedios entre 0-1 adultos/trampa.

En la Parcela II, se registraron promedios máximos de captura, considerados como periodos de alta emergencia de

nuevos adultos. En las semanas 1 a 11, los valores promedio de captura fluctuaron entre 0,1-0,4 adultos/trampas. En la semana 26, se encontraron 1,05 adultos/trampa y en la semana 46, se registró el promedio más alto de capturas (1,25 adultos/trampa). Las capturas de los cinco periodos de máxima emergencia de adultos representan el 40 % del total de la población registrada en esta parcela (Fig. 3). El número total de adultos capturados con las trampas de emergencia en la parcela II, fue de 191, de los cuales 64 % fue hembras y el 36 % machos (Tabla 2).

La parcela III, reveló siete semanas en las cuales se presentó un mayor número de adultos, siendo, los promedios mayores o iguales a 1,5 adultos/trampa (Fig. 4). En la semana 3, el promedio de capturas fue de 2,35 adultos de *C. viridivittatus* por trampa, seguido del registro de la semana 8 con 2,5 adultos/trampa. La semana 28, mostró el mayor promedio de capturas, 2,85 adultos/trampa, un comportamiento similar se presentó en semana 32, con 2,75 adultos/trampa. En estos periodos, las capturas representaron el 30 % del total de la población registrada. En esta parcela se encontraron las mayores capturas (1.020 adultos) con las trampas de emergencia y se presentaron los picos más altos de emergencia de picudo, comparados con las otras parcelas, siendo el 70 % hembras y el 30 % restante machos (Tabla 2).

En la Parcela IV, en la semana 32 se obtuvo el mayor número de adultos y un promedio de 6,55 adultos/trampa

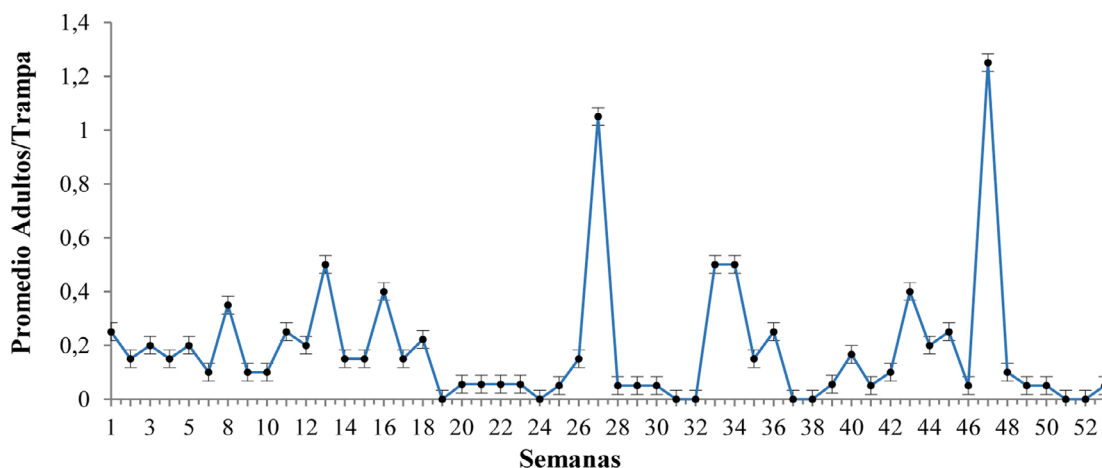


Figura 3. Parcela II, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con trampas de emergencia.

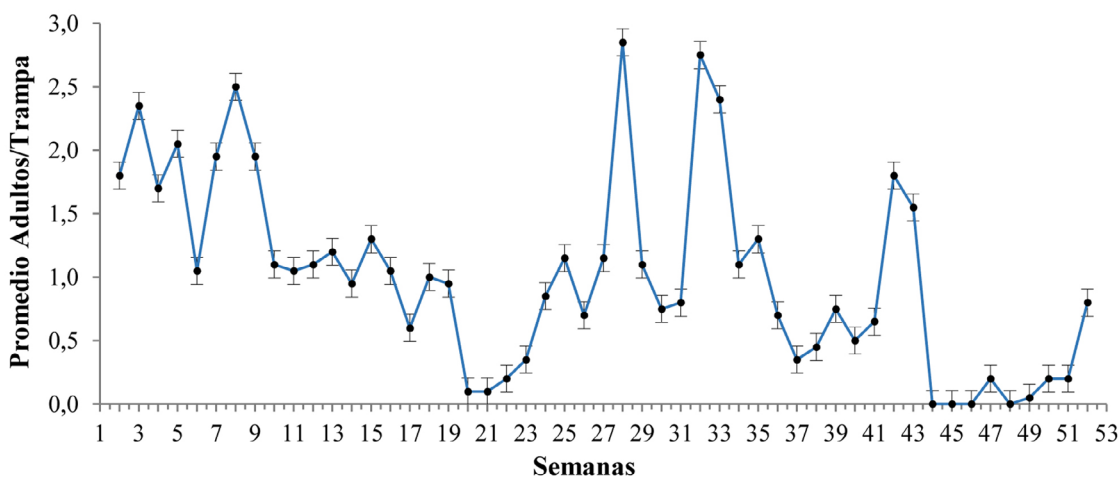


Figura 4. Parcela III, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con trampas de emergencia.

Tabla 3. Promedios de adultos de *C. viridivittatus* capturados con el método de lona piso discriminados por cultivos.

Parcela	Copa/ Patrón	Media (± ES)	Rango (insectos)	Machos	Hembras	Total
I	Naranja*/ Sunki	29.6 ± 5.08 a	(0 - 121)	586	861	1.447
II	Naranja/CPB	34.5 ± 3.06 a	(0 - 87)	692	1.046	1.738
III	Mandarina*/ CPB	29 ± 3.24 a	(0 - 99)	511	917	1.428
IV	Naranja/ Carrizo	10.8 ± 2.43 b	(0 - 100)	154	293	447
Total				1.943	3.117	5.060

* Naranja Swetty; Mandarina Arrayana. Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas (LSD $P \leq 0,05$; seguido de Fisher $P \leq 0,001$).

(Fig. 4). Este registro, fue atípico comparado con el conjunto de datos de capturas que osciló entre 0-1 adultos por trampa y representa el registro más alto de capturas de las cuatro parcelas evaluadas (Fig. 5). Entre la semana 32-35, emergió el 41 % de toda la población registrada con las trampas de emergencia en esta parcela. Se capturaron 72 % de hembras y 28 % de machos (Tabla 2).

Se encontraron diferencias en la abundancia de poblaciones, entre parcelas cuando se utilizaron como métodos de monitoreo las trampas de emergencia. Los promedios de

capturas mostraron que el número de adultos en las parcelas I (4,12 adultos) y II (3,75 adultos), fueron similares entre si y significativamente diferentes comparadas con las parcelas III (20,19 adultos) y IV (13,3 adultos) (LSD $P \leq 0,05$; seguido de Fisher $P \leq 0,001$) (Tabla 2).

En las cuatro parcelas, la población de hembras de *C. viridivittatus*, capturadas fue significativamente mayor comparada con los machos (LSD $P \leq 0,05$; seguido de Fisher $P \leq 0,001$). El mayor número de hembras capturadas se obtuvo en la parcela III, siendo, 80, 83 y 46 %, mayor a las parcelas, I, II y IV, respectivamente (Tabla 2). Los análisis de la población total capturada, mostraron que el porcentaje de hembras fue igual en las parcelas I y III (69 %) y similar, para las parcelas II y IV, 63 y 71 %, respectivamente. La relación de hembras y machos de la población de adultos emergentes fue de 2:1.

Lona al piso. En la Parcela I, se encontraron tres periodos de máximas capturas, siendo el mayor en la semana 7 (6,05 adultos/árbol), semana 16 (5,4 adultos/árbol) y finalmente en la semana 28 (3,8 adultos/árbol) (Fig. 6). En esta parcela entre la semana 26 y 30, se registró el 20 % de la población total. La captura total de adultos fue de 1.447 (60 % hembras y 40 % machos) (Tabla 3) (Fig. 6).

La parcela II, los periodos de mayor captura se registraron en la semana tres (3,55 adultos/árbol), seguido por la

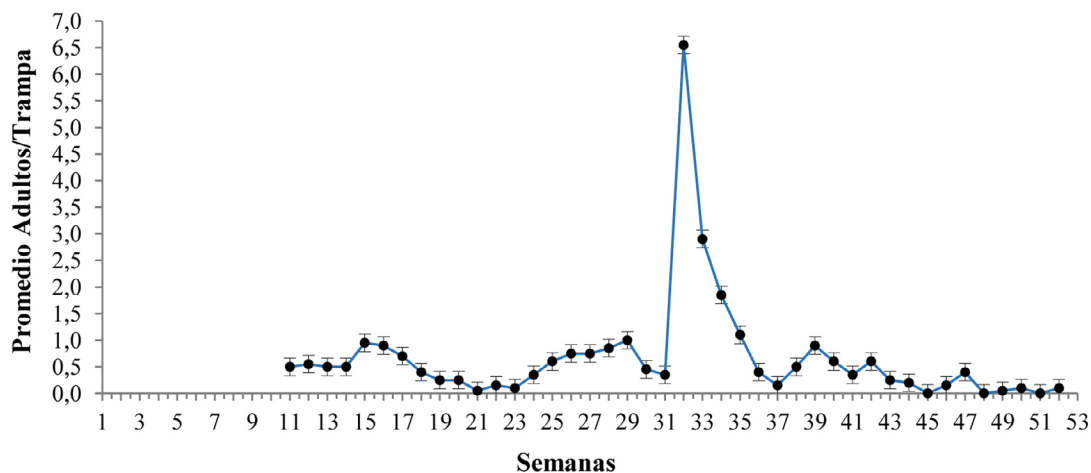


Figura 5. Parcela IV, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con trampas de emergencia.

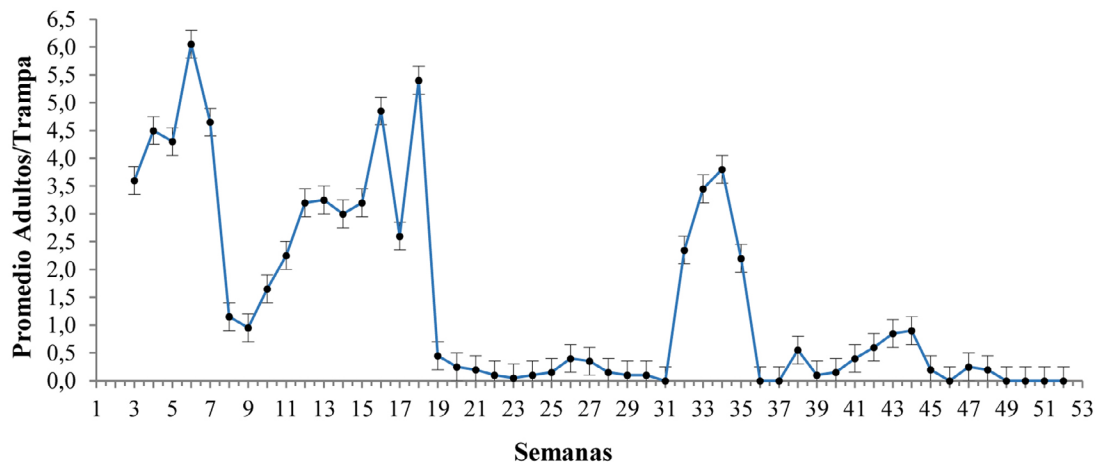


Figura 6. Parcela I, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con lona al piso.

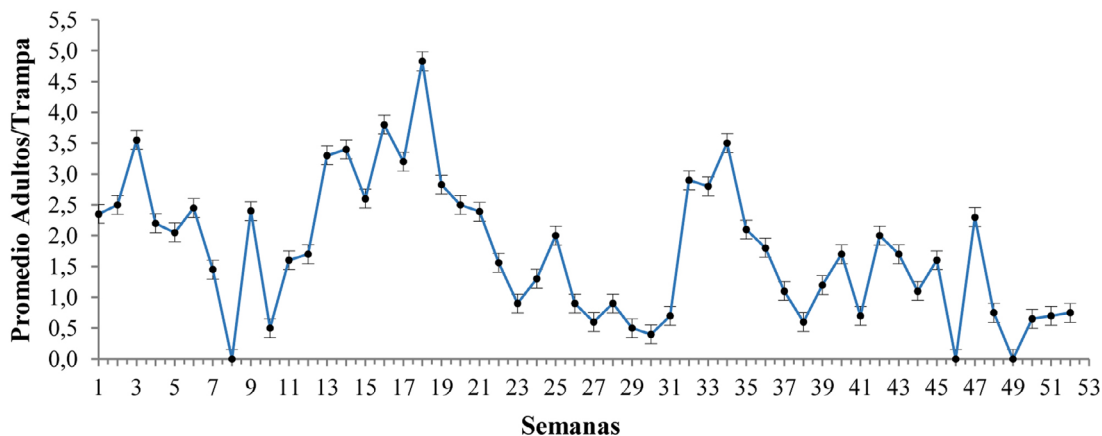


Figura 7. Parcela II, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con lona al piso.

semana 18, donde se obtuvo el más alto valor (4,83 adultos/ árbol). El periodo comprendido entre las semanas 13-21, se alcanzó el 21 % del total de capturas. En la semana, 34, 42 y 47, se presentaron promedios de 3,45; 2 y 2,25 adultos/ árbol, respectivamente (Fig. 7). El total de adultos de picudo capturados fue de 1.738 (60 % hembras y 40 % machos).

En la parcela III, los mayores registros de captura, 3,4; 4,95 y 4,05 adultos por árbol se registraron en las semanas, 4, 6 y 10, respectivamente, periodos en los que se capturo el 17 % de la población total (Fig. 8). El 64 % del total de adultos capturados fue hembras y el 36 % machos.

En la Parcela IV, dos registros resultaron atípicos; estas corresponden a las semanas 29 y 30, con promedios de captura de 1,5 y 5 adultos/árbol, respectivamente. Durante este periodo se obtuvo el 29 % del total de capturas (Fig. 9). En general el promedio de captura en los otros periodos fue de 0-1,2 adultos/árbol. El número total capturas en esta parcela fue de 447 adultos (63 % hembras y 37 % machos).

La abundancia de las poblaciones de *C. viridivittatus*, presentó variabilidad entre las parcelas, cuando se utilizó el método de lona al piso. Los promedios de capturas mostraron que el número de adultos en las parcelas I, II y III, fueron similares entre si y significativamente diferentes comparados con la parcela IV (LSD $P \leq 0,05$; seguido de Fisher $P \leq 0,001$) (Tabla 3).

En las parcelas evaluadas, la población de hembras de *C. viridivittatus* fue significativamente mayor comparada con los machos (LSD $P \leq 0,05$; seguido de Fisher $P \leq 0,001$). El mayor número de hembras capturadas se obtuvo en la parcela II (1.046), siendo, 18, 12 y 72 %, mayor a las parcelas, I, III y IV, respectivamente (Tabla 3). En la población total capturada, el porcentaje de hembras fue igual en las parcelas I y II (60 %) y similar, para las parcelas III y IV, 64 y 65 %, respectivamente. La relación de hembras y machos de la población de adultos presentes en el follaje fue de 2:1.

Variables ambientales y abundancia de adultos de *C. viridivittatus* emergentes. En la figura 10, se presentan los datos de monitoreo con trampas de emergencia de las cuatro parcelas y los datos del acumulado semanal de precipitaciones. Se reconocieron siete periodos con registro de altas precipitaciones (mm/día) y altos promedios de poblaciones emergentes de adultos de picudo. En la semana 8 (parcela III), se presentó un valor acumulado de lluvias de 97 mm y uno de los mayores registros de emergencia (2,5 adultos / trampa). La semana 15, mostró un promedio acumulado de lluvias de 60 mm, registro no relacionado con incremento de poblaciones emergentes del insecto, sin embargo, se encontró nuevamente un aumento de la población emergente en al

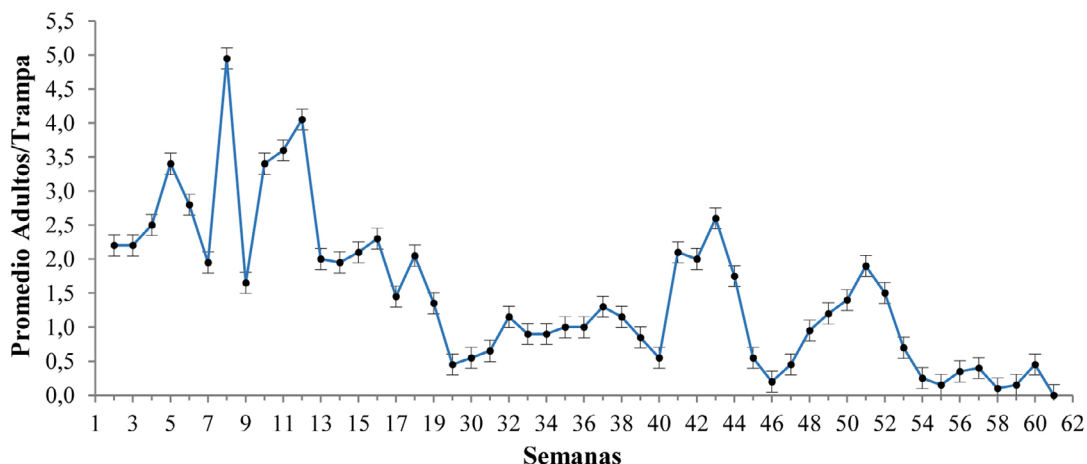


Figura 8. Parcela III, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con lona al piso.

menos tres momentos y sitios. En la semana 28, se reportó el promedio acumulado más alto de lluvias (103 mm) y el incremento en la emergencia de adultos en la semana 29. Un comportamiento similar se observó en las semanas 45-46. El último periodo identificado como de alta emergencia de insectos y alta precipitación fue la semana 48, durante este periodo, las parcelas II y III, registraron incremento en las poblaciones de picudo (Fig. 10).

Variables ambientales y abundancia de adultos de *C. viridivittatus* en follaje. Heterogeneidad fue observada entre las poblaciones de picudo y los valores promedios/semana acumulados de las precipitaciones (mm/día) en las parcelas (Fig. 11). Sin embargo, los resultados mostraron cortos periodos en los cuales después de promedios máximos (acumulados), las poblaciones de adultos presentaron alta abundancia relativa sugiriendo un efecto de la precipitación sobre la fluctuación de adultos. Estas relaciones se pueden observar en las semanas 33-34, donde se presentó un valor acumulado de 103 mm y un rango promedio de capturas entre 2,5 y 5 adultos de *C. viridivittatus* (Fig. 10). Entre las semanas 41-42 se registró un promedio acumulado de lluvias de 48 mm e incrementos de adultos a partir de la semana 43 (parcelas II y III). Similar comportamiento se registró en la semana 47 con un promedio acumulado de lluvia de 50 mm (Fig. 11).

Relaciones entre métodos de monitoreo. Un análisis del número de capturas de adultos entre los métodos trampas de emergencia y lona al piso, mostró diferencias entre métodos y sexo en las cuatro parcelas (Fig. 12). Las mayores poblaciones de adultos se encontraron en el follaje, registrando un mayor número de capturas con lona al piso. El número de adultos emergentes capturados con la trampa de emergencia fue aproximadamente tres veces menor a las capturas obtenidas con lona al piso. La mayoría machos, sin embargo, la proporción de machos y hembras estuvo cercana a 1:1 con los dos métodos de captura en las parcelas III y IV. La parcela IV, fue el único sitio donde, el número de machos y hembras recuperados de las trampas de emergencia superó al número de adultos capturados con lona al piso.

Las series de tiempo de las Figuras 13-16, muestran la distribución de las poblaciones de picudo capturadas con trampas de emergencia y lona al piso en las cuatro parcelas. En la parcela I, se encontró el mayor índice correlación; I.C. = 0,661 (P = 0,0009), seguido de la parcela II; I.C. = 0,6559 (P = 0,0009), parcela IV; I.C. = 0,6104 (P = 0,0009) y la parcela III; I.C. = 0,5047 (P = 0,0008). Los valores de correlación, sugieren que en las parcelas I, II y IV, el crecimiento de las poblaciones de adultos presentes en el follaje, puede ser explicado en un 66 %, por las poblaciones emergentes del suelo.

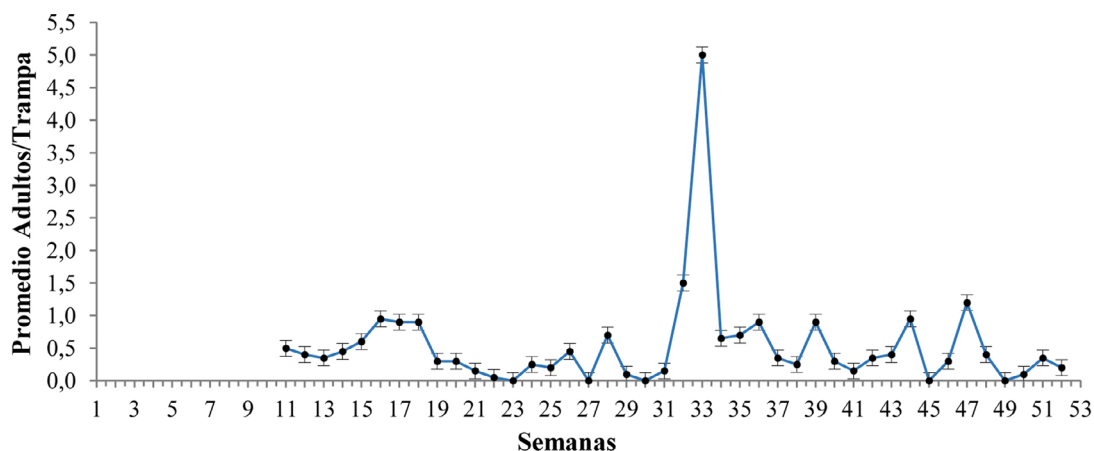


Figura 9. Parcela IV, promedio (ES) de adultos de *C. viridivittatus* capturados con lona al piso.

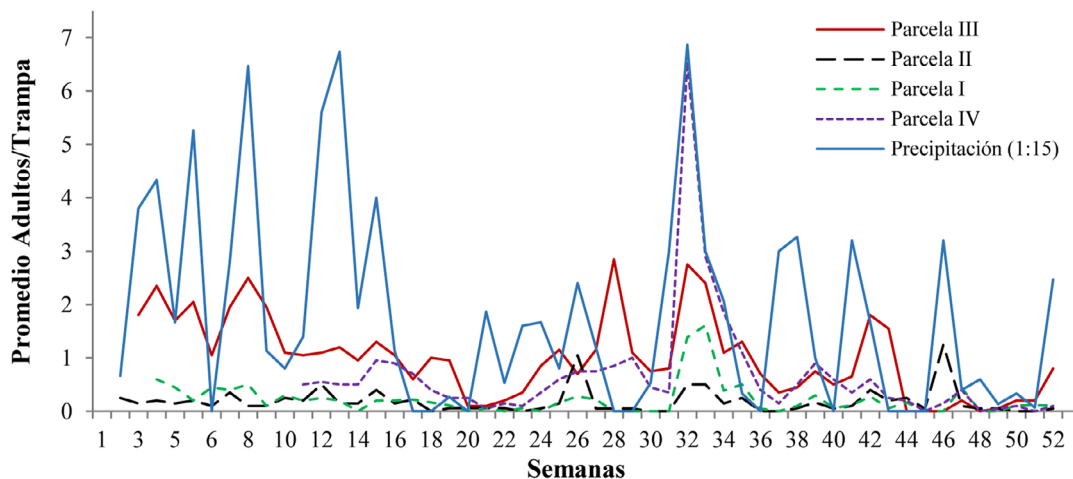


Figura 10. Variación entre el promedio de capturas de adultos de *C. viridivittatus* con trampas de emergencia y promedio semanal acumulado de precipitaciones, escala (1:15). Parcelas I, II, III, IV.

Un prerequisite para implementar un programa exitoso de manejo de poblaciones de insectos plaga es el desarrollo de un método de monitoreo, en lo posible seguro, simple y de bajo costo, que permita su adopción por los asistentes técnicos y productores. La investigación demostró que el uso de los métodos de lona al piso y trampas tipo cono para el monitoreo de adultos presentes en el follaje y tenerales de *C. viridivittatus*, son eficientes y eficaces. No obstante, Nigg *et al.* (2002), sugieren que el método de trampas de emergencia cuando se usa para el monitoreo de *D. abbreviatus* tiene limitaciones porque provee información sobre el número absoluto de adultos que emergen en el área que cubre la trampa, mostrando, la necesidad de ampliar su número para alcanzar una mayor información (Nigg *et al.* 2002).

La variabilidad encontrada en la abundancia de adultos entre sitios, obtenidos con trampa de emergencia, sugiere que la heterogeneidad entre número de adultos y los patrones de emergencia puede estar determinados por factores bióticos y abióticos de cada parcela, además, de factores relacionados con el tipo de suelo, interacción patrón/variedad, la edad del cultivo y las prácticas de manejo.

La trampa tipo cono, mostró ser un método eficiente, al registrar una muestra promedio representativa de la población total capturada, alcanzando un 40 % de adultos emergentes, concentrados en pocas semanas. La mayor emergencia de nuevos adultos estuvo asociada a periodos de mayor precipitación, hecho que demuestra el rol que puede jugar el contenido de humedad en el suelo, convirtiéndose en un factor significativo al momento explicar el comportamiento poblacional de emergencia de adultos de *C. viridivittatus* en cultivos de cítricos.

Análisis de los registros de capturas en el tiempo obtenidos con el método de lona al piso, sugieren que el método, se podría considerar también de control, resultado de los altos promedios de captura que se obtienen cada semana. Los análisis de los datos revelaron alta correlación serial en las parcelas, mostrando, interdependencia de los datos registrados cada semana. Estos resultados fueron consistentes con los encontrados por Cano (2000), quien registra una disminución en el número de adultos de *C. viridivittatus* a través del tiempo, cuando se empleó este método.

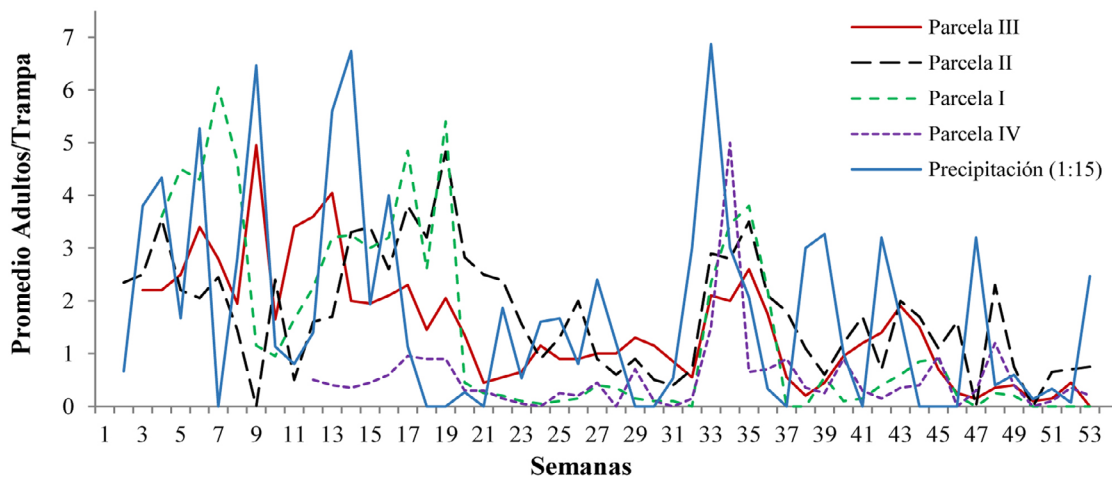


Figura 11. Variación entre el promedio de capturas de adultos de *C. viridivittatus* con lona al piso y promedio semanal acumulado de precipitaciones, escala (1:15). Parcelas I, II, III, IV.

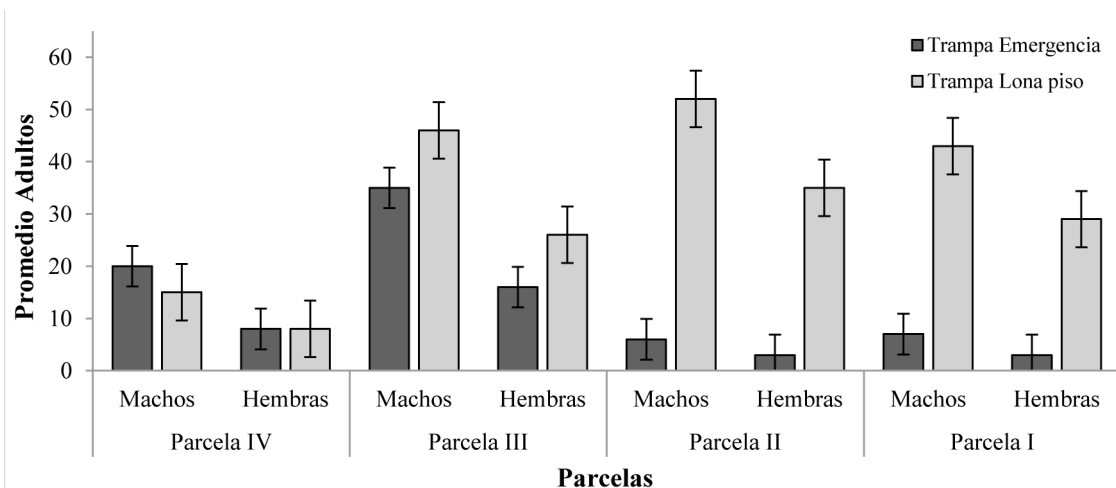


Figura 12. Promedio de individuos de machos y hembras de *C. viridivittatus* capturados con trampas emergencia y lona al piso por parcela.

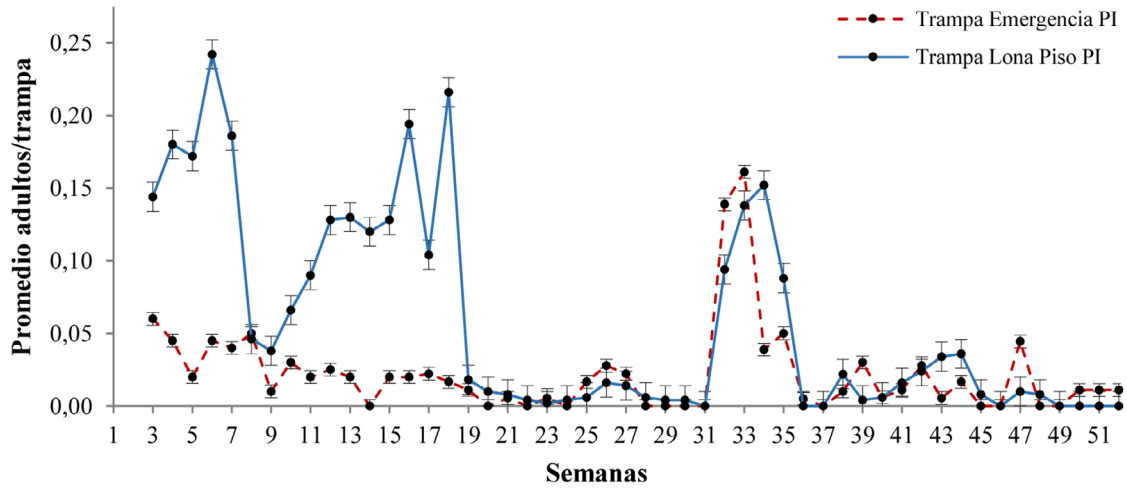


Figura 13. Parcela I, comparación de las variaciones poblacionales de *C. viridivittatus* en trampa de emergencia y lona piso.

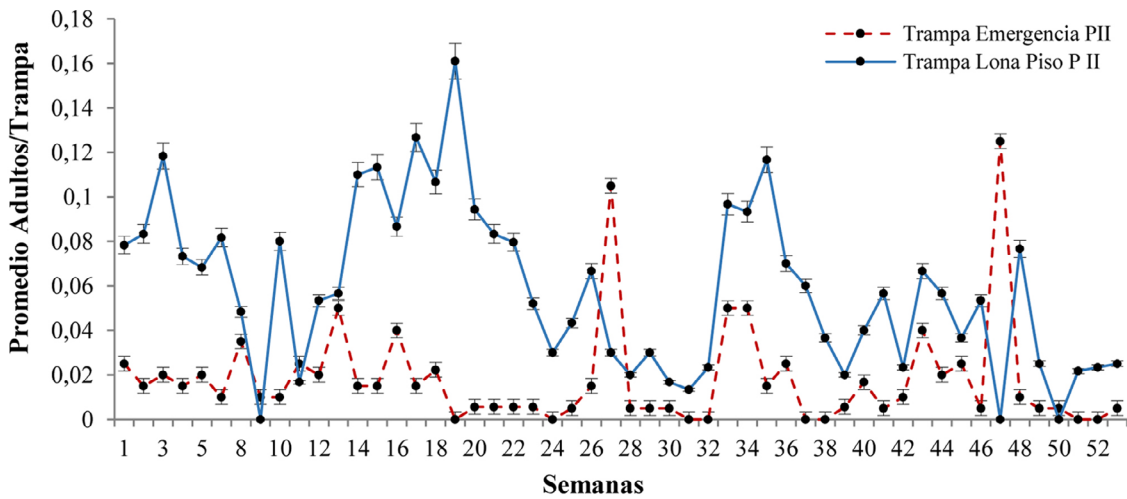


Figura 14. Parcela II, comparación de las variaciones poblacionales de *C. viridivittatus* en trampa de emergencia y lona piso.

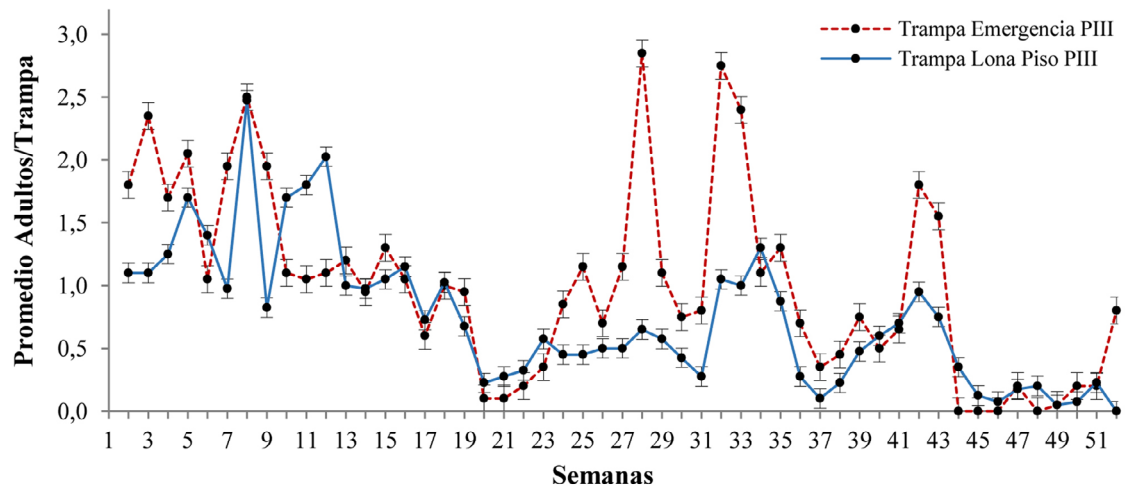


Figura 15. Parcela III, comparación de las variaciones poblacionales de *C. viridivittatus* en trampa de emergencia y lona piso.

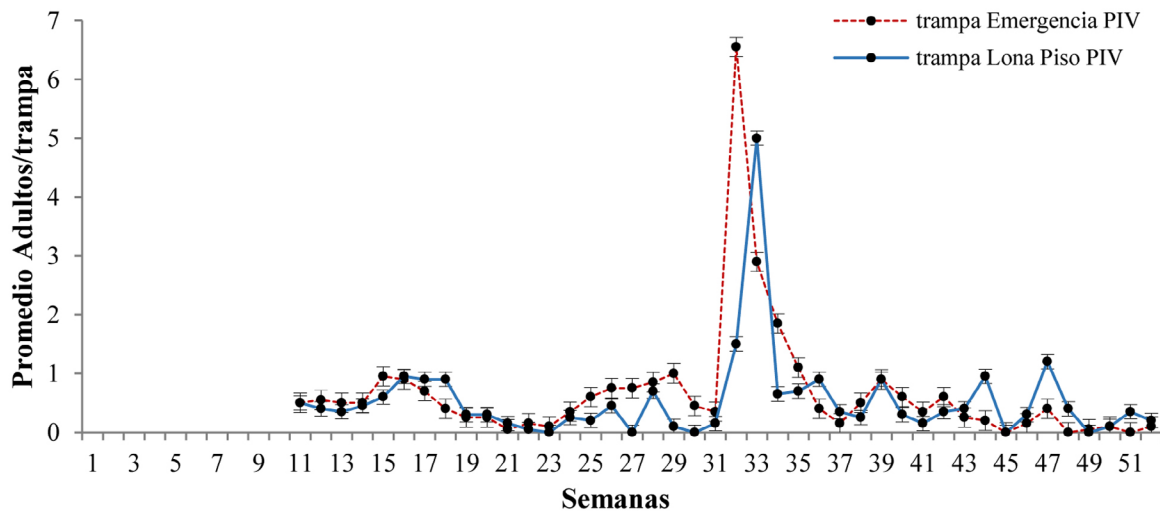


Figura 16. Parcela IV, Comparación de las variaciones poblacionales de *C. viridivittatus* en trampa de emergencia y lona piso.

Se registró alta variabilidad entre parcelas en los promedios de captura de adultos de *C. viridivittatus* con la técnica de lona al piso. Sin embargo, se identificaron periodos que presentan una tendencia similar. La variación en la abundancia de adultos con el método de lona al piso no está relacionada con los cambios que experimentan los regímenes de lluvias, no obstante, el estudio no descarta por completo la influencia de este factor en los datos de abundancia de esta especie.

El modelo lineal generalizado corrobora que los adultos capturados en los árboles no se encuentran relacionados con factores como las lluvias y que la ubicación geográfica de las parcelas no representa una determinante en este fenómeno. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cano (2000), quien no encontró asociación entre el número de adultos capturados con la técnica y factores ambientales, como temperatura, humedad relativa, brillo solar y precipitaciones. Al comparar los datos de captura de los dos métodos de monitoreo, se demostró que existe correlación en cada sitio del estudio, por lo tanto, se afirma que el uso de cualquiera de estos métodos refleja positivamente los cambios poblacionales de adultos del picudo de los cítricos. Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por Nigg *et al.* (2002), quienes demostraron que existe una correlación significativa entre el número de adultos de *D. abbreviatus* registrados con la técnica de lona al piso y el número de adultos de las trampas de emergencia.

Conclusión

En conclusión, los hallazgos de la presente investigación muestran por primera vez que la abundancia de adultos del picudo de los cítricos *C. viridivittatus* registrada con las trampas de lona al piso está relacionada con el número de nuevos adultos que se encontrarían en los árboles. El estudio sugiere que los resultados del uso independiente y/o combinando de los métodos pueden ser usados como criterios en la toma de decisiones sobre el tipo de alternativa a implementar para la reducción de las poblaciones del picudo. Además, subraya la importancia de poner a disposición de los productores y asistentes técnicos dos métodos de monitoreo de adultos de *C. viridivittatus*, prerequisite para el establecimiento de planes de vigilancia sanitaria y manejo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR. A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. Especial agradecimiento a los productores de fincas de cítricos de la región de Caicedonia (Valle del Cauca). A los evaluadores y editores por las sugerencias al manuscrito.

Literatura citada

- AMÓRTEGUI-FERRO, I.; CAPERA DUCUARA, E.; GODOY, J. V. 2001. El cultivo de los cítricos módulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad de un rural. Corporación para la proporción del desarrollo rural y agroindustrial del Tolima. El Poiral editores e impresores S. A. 6 p.
- BLACKWELDER, R. E. 1944. Checklist of the Coleopterous Insects of Mexico, Central America, The West Indies, and South America, part 2. United States National Museum Bulletin 189-341. <https://doi.org/10.5479/si.03629236.185.2>
- CANO, D. M. 2000. Biología, comportamiento y enemigos nativos del picudo de los cítricos (*Compsus* sp.) (Coleoptera: Curculionidae) en la zona central cafetera. En: Seminario Nacional sobre el picudo de los cítricos (2000: Pereira) Memorias del Seminario Nacional sobre el Picudo de los Cítricos. Pereira: Comité de Cafeteros de Risaralda, 1-17 p.
- CANO, D. M.; BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS, R.; OROZCO, L. 2002. Biología y enemigos nativos del picudo de los cítricos *Compsus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología 28 (1): 43-52.
- CARABALÍ, M. A. 2015. Recomendaciones de manejo *Compsus viridivittatus* y ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* y *Phyllocoptruta oleivora*) en cultivos de naranja y lima acida Tahiti. Informe Final, MADR-CORPOICA. 61 p.
- DANE - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. 2016. Encuesta Nacional Agropecuaria- ENA. Área en uso agrícola. Boletín técnico, 26 p.
- DUNCAN, L. W.; MCCOY, C. W.; STANSLY, P. A.; GRAHAM, J. H.; MIZELL, R. F. 2001. Estimating the relative abundance of adult citrus root weevils (Coleoptera: Curculionidae) with modified tedders traps. Environmental Entomology 30 (5): 939-946. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.5.939>
- ESPINAL G., C. F.; MARTÍNEZ C., H. J.; PEÑA M., Y. 2005. La cadena de cítricos en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo No.

66. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrociencias, Colombia, 59 p.
- FIGUEROA P., A. 1977. Insectos y acarinos de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional, Palmira, Colombia, 685 p.
- LEÓN, A. G. 2005. La diversidad de insectos en cítricos y su importancia en los programas de manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 74: 85-93.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA - IICA. 2000. Acuerdo de competitividad de la cadena productiva de los cítricos. Colección de Documentos IICA. Serie competitividad. Bogotá, Colombia. 80 p.
- MCCOY, C. W.; ROGERS, M. E.; FUTCH, S. H.; GRAHAM, J. H.; DUNCAN, L. W.; NIGG, H. N. 2007. Florida citrus pest management guide: Citrus root weevils web site. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/cg006> [Fecha revisión: 18 enero 2018].
- NIGG, H. N.; SIMPSON, S. E.; HALL, D. G.; RAMOS, L. E.; REHMAN, S. U.; BAS, B.; CUYLER, N. 2002. Sampling methods as abundance indices for adult *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in *Citrus*. *Journal of Economic Entomology* 95 (4): 856-861. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.4.856>
- O'BRIEN, C. W.; PEÑA, J. 2012. Two species of *Compsus* Schoenherr, new citrus pests from Colombia (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae). *Insecta Mundi* 0227: 1-13.
- PEÑA, J. E.; BENNETT, F. D. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the Neotropics. *Florida Entomologist* 78 (2): 329-349. <https://doi.org/10.2307/3495906>
- PEÑALOZA C., M. C.; DÍAZ R., G. 2004. Así se maneja y controla el picudo de los cítricos *Compsus* sp. Material divulgativo Instituto Colombiano Agropecuario ICA, seccional Cundinamarca. Produmedios, Bogotá, 30 p.
- POSADA, O. L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Boletín Técnico No. 43. Produmedios, Bogotá. 662 p.
- STATGRAPHICS. 2007. Centurion XV version 15.2.06. Disponible en: <http://www.statgraphics.com>.
- WIBMER, G. J.; O'BRIEN, C. W. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae *sensu lato* of South America Coleoptera: Curculionidae). *Memoirs of the American Entomological Institute* 34: 54-77.
- WOODRUFF, R. E. 1985. Citrus weevils in Florida and the West Indies. Preliminary report on systematics, biology, and distribution (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist* 68 (3): 370-379. <https://doi.org/10.2307/3495121>

Origen y financiación

Esta publicación es el resultado del proyecto de investigación "Alternativas sostenibles para el manejo del picudo de los cítricos Compsus n. sp. en Antioquia y Valle del Cauca" cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, con código 2008L4419.

Contribución de los autores

Arturo Carabalí: diseño del estudio, análisis e interpretación de datos, redacción y aprobación de versión final del manuscrito.
David Andrés Cardona: seguimiento a ensayos en campo y análisis de datos.