

Insectos fitófagos asociados a plantaciones de aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región Caribe colombiana

Phytophagous insects associated with avocado orchards (*Persea americana* Mill.) in the Colombian Caribbean

 YEISON LÓPEZ GALÉ^{1*},  FRANCISCO CARRASCAL-PÉREZ²,
 JOHN ALEXANDER PULGARÍN DÍAZ³,  OSCAR BURBANO-FIGUEROA⁴,
 ÁNGELA ARCILA CARDONA⁵

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, CI Palmira, Colombia. ylopezg@agrosavia.co

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, CI Caribia, Magdalena, Colombia. fcarrascal@agrosavia.co

³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, CI El Nus, Antioquia, Colombia. jpulgarin@agrosavia.co

⁴ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, CI Turipaná, Córdoba, Colombia. oburbano@agrosavia.co

⁵ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, CI Tibaitatá, Cundinamarca, Colombia. aarcila@agrosavia.co

* Autor de correspondencia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -AGROSAVIA, Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la Carrera 36ª con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, C. P. 763531, Colombia. ylopezg@agrosavia.co

Citación sugerida

LÓPEZ-GALÉ, Y.; CARRASCAL-PÉREZ, F.; PULGARÍN-DÍAZ, J. A.; BURBANO-FIGUEROA, O.; ARCILA CARDONA, A. 2022. Insectos fitófagos asociados a plantaciones de aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región Caribe colombiana. 48 (2): e11693. <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11693>

Recibido: 26-Oct-2021

Aceptado: 9-Abr-2022

Publicado: 12-Jul-2022

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0
creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología

SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)

<https://www.socolen.org.co>

Universidad del Valle (Cali, Colombia)

<https://www.univalle.edu.co>

© 2021 Sociedad Colombiana de Entomología - SOCOLEN y Universidad del Valle - Univalle

Resumen: Con el objetivo de determinar la riqueza y composición de los insectos fitófagos asociados a plantaciones de aguacate para la región Caribe colombiana, se realizaron estudios de campo en los tres principales núcleos productivos: Montes de María (MM), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y Serranía del Perijá (SP). El trabajo se realizó en 78 fincas, abarcando 26 municipios de muestreo. Para la captura de insectos fitófagos se utilizó el método de captura manual a nivel de planta y se instalaron trampas de luz color blanco y trampas atrayentes tipo Ecoiapar a nivel de parcelas. Con los datos obtenidos se construyeron curvas de acumulación de especies, análisis Multi Response Permutation Procedure (MRPP) para determinar diferencias en la composición de especies y análisis de especies indicadoras por núcleo productor. Se identificaron 42 especies de insectos fitófagos, agrupadas en siete órdenes y 12 familias. Los grupos taxonómicos más frecuentes fueron termitas (Blattodea: Isoptera), escamas (Hemiptera: Coccothorax) y barrenadores de ramas (Coleoptera: Curculionidae). Se registró entre el 63,4 % y el 84,2 % de la riqueza de especies esperada por núcleo productivo según los estimadores Chao-2 y Jackknife-1. La mayor riqueza de especies se obtuvo en SP (30 especies), seguido de MM (26 especies) y SNSM (16 especies). El análisis MRPP detectó diferencias significativas en la composición de especies entre núcleos productivos ($p \leq 0,05$). Las especies *Nasutitermes* sp. para MM, *Xylosandrus morigerus* para SNSM y *Atta* sp. para SP obtuvieron valores de indicador que difirieron de los esperados al azar.

Palabras clave: Aguacate antillano, análisis MRPP, especies indicadoras, riqueza específica.

Abstract: Field studies were carried out in the three main productive nuclei: Montes de María (MM), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) and Serranía del Perijá (SP), in order to determine the richness and composition of phytophagous insects associated with avocado plantations for the Colombian Caribbean region. The field studies were carried out in 78 farms, covering 26 sampling municipalities. For the capture of phytophagous insects, the manual capture method was used at the plant level, and white light traps and Ecoiapar-type attractive traps were installed at the plot level. With the data obtained, species accumulation curves, Multi Response Permutation Procedure analysis MRPP to determine differences in species composition and analysis of indicator species by productive nucleus were constructed. 42 species of phytophagous insects were identified, grouped in seven orders and 12 families. The most frequent taxonomic groups were termites (Blattodea: Isoptera), scale insects (Hemiptera: Coccothorax), and branch borers (Coleoptera: Curculionidae). Between 63.4 % and 84.2 % of the expected species richness per productive nucleus was recorded according to the Chao-2 and Jackknife-1 estimators. The highest species richness was obtained in SP (30 species), followed by MM (26 species) and SNSM (16 species). The MRPP analysis detected significant differences in the composition of species between productive nuclei ($p \leq 0.05$). The species *Nasutitermes* sp. for MM, *Xylosandrus morigerus* for SNSM and *Atta* sp. for SP they obtained indicator values that differed from those expected at random.

Keywords: Indicator species, MRPP analysis, specific richness, West Indian avocado.

Introducción

Colombia es uno de los cinco países con mayor producción de aguacate *Persea americana* Mill. (Lauraceae) en el mundo (Faostat 2017). En la actualidad el país cuenta con un área establecida de 55.777 ha, una producción estimada de 544.993 t.año⁻¹

y un rendimiento aproximado de 9,77 t.ha⁻¹ (Agronet 2019). Estas áreas de producción están distribuidas en 26 departamentos, con Antioquia, Bolívar, Caldas, Huila, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca que aportan más del 80 % de la producción nacional (Agronet 2019).

La producción de aguacate en el Caribe colombiano se estima en 49.503 t.año⁻¹ con un área de cultivo aproximada de 5.904 ha (Agronet 2019). Esta producción está concentrada básicamente en los núcleos o regiones productoras de Montes de María, Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá (Bernal y Díaz 2013; Burbano-Figueroa *et al.* 2020). Los sistemas de producción en estas regiones presentan escasa tecnificación y mínima utilización de recursos externos al punto que los productores pueden jugar un papel de recolectores de los frutos más que agricultores (Yabrudy 2012; Burbano-Figueroa 2019). Una característica adicional representativa de estas regiones es que la producción de aguacate está asociada a la producción de otras especies vegetales en lo que se conoce como los sistemas agroforestales (Burbano-Figueroa 2019). En estos sistemas agroforestales predomina el uso de variedades locales o landraces de aguacate de la raza Antillana (*Persea americana* var. *americana*) (Yabrudy 2012; Burbano-Figueroa 2019).

Las plantaciones de aguacate en la región Caribe generalmente son utilizadas como sombrero en cultivos de café (*Coffea arabica* L.) o también se pueden encontrar asociados con otras especies de interés agrícola como: cacao (*Theobroma cacao* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), maíz (*Zea mays* L.) y ñame (*Dioscorea* spp.); aunque para algunas zonas, caso particular Montes de María, su producción se ha convertido en un cultivo de primera necesidad debido al arraigo cultural y económico que ha tenido este frutal en la población campesina (Yabrudy 2012; Burbano-Figueroa 2019).

Hace tres décadas, la región Caribe era el principal productor de aguacate del país. A modo de ejemplo, la región pasó de aportar un poco menos de la mitad (45,4 %) de la producción nacional de aguacate en el año 1992 a menos del 10 % para el año 2018 (Agronet 2019). Esta pérdida en el liderazgo en la producción nacional es atribuida a una combinación de factores económicos, sociales y ambientales. El factor social de mayor relevancia en la pérdida de la capacidad de producción es el desplazamiento forzado y el abandono de los cultivos a mediados de los años 90 como consecuencia del “Conflicto Armado Colombiano” (Yabrudy 2012). La producción regional también ha sido afectada por disminuciones en área y rendimiento de los cultivos de aguacate, entre estos factores se destaca la muerte de árboles por problemas sanitarios, principalmente por pudrición radical causada por *Phytophthora cinnamomi* Rand y *Verticillium* spp. (Tofiño *et al.* 2012; Osorio-Almanza *et al.* 2017) y muerte descendente de ramas asociada con hongos de ambrosía, son causas para la pérdida de áreas del cultivo (Burbano-Figueroa *et al.* 2018, 2020), mientras que los bajos rendimientos son explicados por la avanzada edad de las plantaciones (más de 50 años) (Yabrudy 2012). Finalmente, el aumento significativo de áreas de cultivo en otras regiones del país principalmente de aguacate cv. ‘Hass’ y una preferencia en el mercado por frutas de esta variedad ha disminuido la participación de la región en el mercado nacional (Yabrudy 2012; Osorio-Almanza *et al.* 2017; Agronet 2019; Burbano-Figueroa 2019).

Los trabajos de investigación relacionados con insectos de importancia económica para el cultivo de aguacate están concentrados en las regiones productoras del centro

del país, especialmente en los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca (Saldarriaga 1977; Rubio *et al.* 2009; Kondo *et al.* 2011; 2013; Cruz, *et al.* 2016; Kondo y Muñoz 2016; Mira y Yepes 2019). Estos trabajos describen especies de importancia económica como trips (Thysanoptera: Thripidae), larvas rizófagas y/o escarabajos marceños (Coleoptera: Melolonthidae), chinches (Hemiptera: Pentatomidae), escamas (Hemiptera: Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae), mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae), enrolladores de hojas (Lepidoptera: Tortricidae) y especies de importancia cuarentenarias como los barrenadores de frutos, ramas y tallos (Coleoptera: Curculionidae; Lepidoptera: Elachistidae) que limitan la exportación (Caicedo *et al.* 2010; Manrique *et al.* 2014; Diaz-Grisales *et al.* 2017).

Para la región Caribe colombiana, por el contrario, no existen estudios que permitan conocer cuáles son las especies de insectos que limitan el establecimiento, producción y comercialización de esta fruta. La mayor parte de los reportes previos han concentrado sus esfuerzos en el entendimiento de las enfermedades que afectan los cultivos de aguacate (Tofiño *et al.* 2012; Osorio-Almanza *et al.* 2017; Burbano-Figueroa *et al.* 2018) y en explicar los factores socioeconómicos que afectan la productividad del cultivo (Yabrudy 2012; Méndez-Pra-da 2016; Ramírez y Pérez 2018; Burbano-Figueroa 2019).

Los insectos fitófagos forman comunidades biológicas que se encuentran con frecuencia en sistemas naturales y agroecosistemas (Mattson y Addy 1975). Ocasionalmente algunas de estas especies insectiles incrementan su abundancia (explosión poblacional) al punto de amenazar la estabilidad del sistema productivo al causar eventos masivos de defoliación o destrucción de los árboles (Mattson y Addy 1975). En este sentido, el presente trabajo forma parte del primer estudio faunístico realizado con el objetivo de conocer las especies de insectos fitófagos asociados a plantaciones de aguacate, en los tres principales núcleos productores en la región Caribe colombiana, de modo tal que se convierta en un instrumento básico para el reconocimiento de las plagas asociadas y la conservación del buen estado fitosanitario, así como para el mejor aprovechamiento y rentabilidad de estas plantaciones.

Materiales y métodos

Área de estudio. La región Caribe colombiana está localizada al norte del país, entre los 7°42' y los 12°27' de latitud norte y entre los 76°25' y los 71°06' de longitud oeste, con un área de 1.141.748 km² que representa el 11,6 % del territorio nacional (Meisel y Pérez 2006). El clima de esta región está determinado por el efecto de los vientos alisios del norte y del nordeste, la proximidad al mar Caribe y la presencia de sistemas montañosos como la Sierra Nevada de Santa Marta que ejercen un efecto de regulación climática. Estos elementos generan heterogeneidad en el paisaje y dan como resultado la presencia de climas con una amplia variación en la precipitación anual, desde climas desérticos hasta sabanas húmedas (Aguilera 2013). La precipitación anual promedio es de 1.000 mm, con valores mínimos en el norte del departamento de La Guajira y máximos en algunas zonas de la Sierra Nevada de Santa Marta y el sur del departamento de Bolívar y Córdoba. El patrón de lluvias es bimodal, con mayores registros en los meses de mayo a junio y de septiembre a noviembre. La temperatura ambiental en la región varía entre 24 °C a 30 °C con una humedad relativa entre 75 % y 85 % (IDEAM 2019).

Trabajo de campo. Este trabajo se desarrolló entre junio de 2013 y diciembre de 2014 en los tres principales núcleos productores de aguacate de la región Caribe: Montes de María (MM), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y Serranía del Perijá (SP) (Figura 1). Los 26 municipios donde se llevó a cabo el muestreo fueron priorizados a partir de una encuesta previa de caracterización del sistema productivo (Tabla 1).

Con la finalidad de obtener el mayor número de muestras e insectos de diferentes hábitos, se emplearon métodos de recoleta directa e indirecta. Se priorizaron los métodos que garantizaran la captura de especímenes de especies previamente reportadas de importancia económica en este cultivo y aquellas que se observaron directamente en campo causando daños. En cada municipio productor se seleccionaron tres fincas con árboles en edad productiva (mayor a 5 años) y con predios superiores a una hectárea. En las fincas productoras de Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá el muestreo directo (captura manual) se realizó sobre cuatro árboles seleccionados al azar; mientras que Montes de María el muestreo se realizó sobre seis árboles por finca, esto con el propósito de aumentar el número de registros para el núcleo productivo, debido al reducido número de municipios que lo conforman (4 municipios).

El muestreo directo incluye el método de captura manual y el indirecto los métodos de captura con trampas de luz y trampas atrayentes Ecoiapar.

Captura manual. Los insectos se capturaron manualmente por árbol realizando inspección visual de hojas, tallos, ramas, flores, frutos y raíces por punto cardinal en búsqueda de insectos o daños mecánicos ocasionados por los mismos. Los individuos encontrados se recolectaron con pinces o pinzas suaves y se preservaron en viales con etanol al 70 % debidamente rotulado. Las partes de ramas que presentaron perforaciones o señales de presencia de insectos barrenadores se cortaron y almacenaron en bolsas herméticas marcadas con el nombre de la finca y árbol muestreado. Para la detección de larvas rizófagas se excavó el suelo hasta 10 cm de profundidad en un cuadrante de 30 x 30 cm a una distancia mínima de 2 m de cada árbol ubicando la zona de mayor desarrollo de raíces; los especímenes encontrados se recolectaron y almacenaron en recipientes plásticos con solución Pampel (560 ml etanol 70 %, 300 ml agua purificada, 120 ml formol al 10 % y 20 ml ácido acético). Posteriormente estos se preservaron en etanol al 70 %. Las evaluaciones fueron realizadas por dos personas con esfuerzo de muestreo de 20 minutos por árbol.

Trampa de luz. Se utilizaron trampas de luz para capturar insectos voladores como polillas, escarabajos marceños (Melolonthidae) y barrenadores de ramas (Curculionidae), insectos que han sido registrados previamente como plagas en plantaciones de aguacate (Kondo *et al.* 2013). Para esto, se instaló

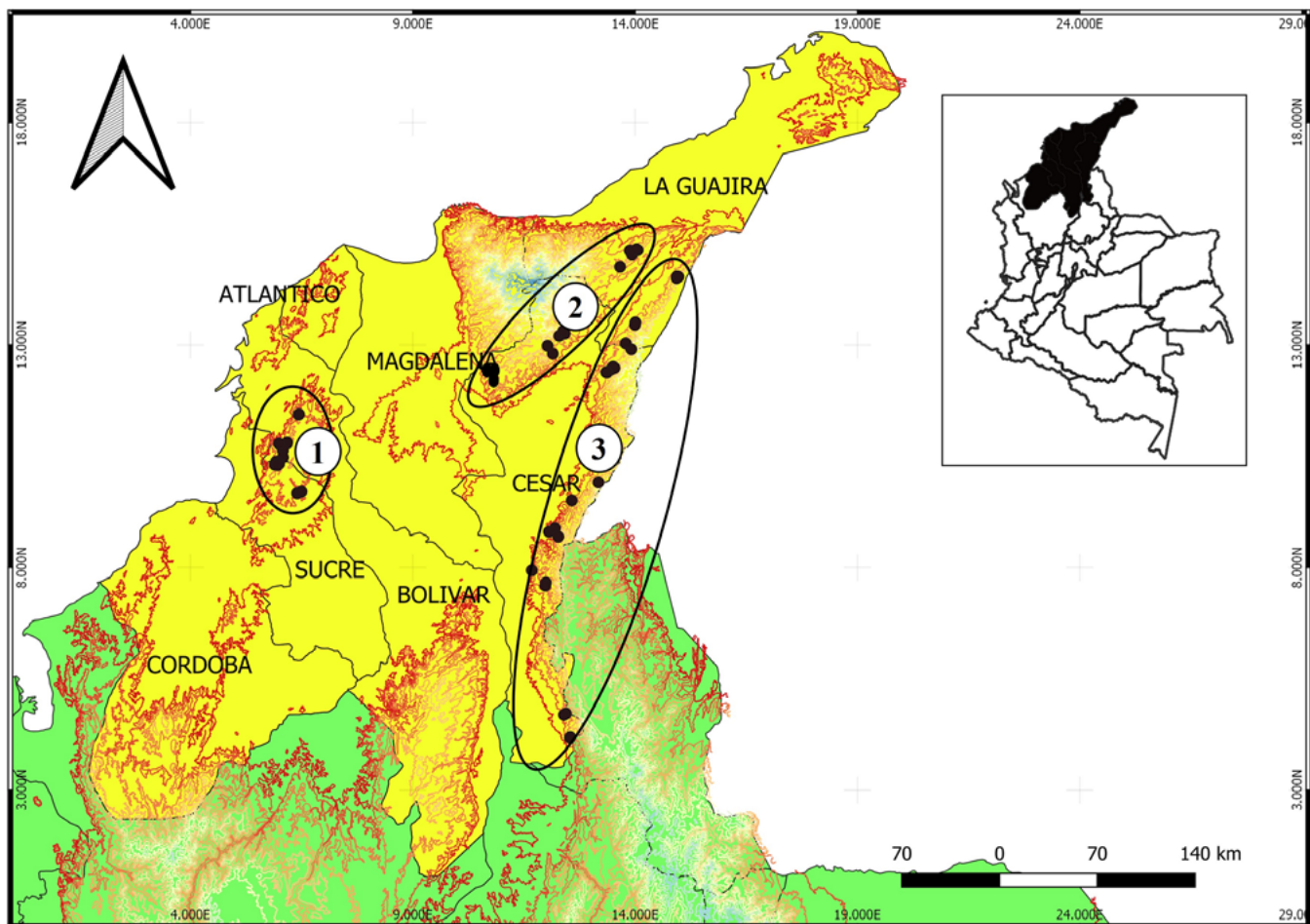


Figura 1. Principales núcleos productores de aguacate para la región Caribe colombiana. (1) Montes de María (MM), (2) Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), (3) Serranía del Perijá (SP). Los puntos negros indican los sitios de muestreo.

Tabla 1. Municipios productores de aguacate priorizados para el muestreo de insectos fitófagos en la región Caribe Colombiana.

Núcleo Productor	Departamento	Municipio
Montes de María (MM)	Bolívar	Carmen de Bolívar
	Bolívar	San Jacinto
	Bolívar	San Juan de Nepomuceno
Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM)	Sucre	Ovejas
	Cesar	El Copey
	Cesar	Valledupar
	Cesar	Pueblo Bello
	Guajira	Distracción
	Guajira	San Juan del Cesar
	Guajira	Riohacha
	Guajira	Barrancas
	Guajira	Urumita
	Guajira	Villa Nueva
Serranía del Perijá (SP)	Guajira	La Jagua del Pilar
	Guajira	Fonseca
	Cesar	Manaure
	Cesar	San Martín
	Cesar	Curumaní
	Cesar	La Jagua de Ibirico
	Cesar	La Paz
	Cesar	San Diego
	Cesar	San Alberto
	Cesar	Pailitas
Cesar	Chiriguana	
Cesar	Becerril	
Cesar	Codazzi	

una trampa de luz de color blanco por municipio a una altura de 1,5 m con relación al suelo en el interior de cada predio, que permaneció activa durante 12 horas desde las 18:00 hasta las 06:00 horas por una sola vez. A las trampas se le adicionó una solución de etanol al 70 % para la preservación de muestras.

Trampa atrayente. Se instaló una trampa tipo Ecoiapar en cada finca a una altura de 1,5 m del suelo para la captura de coleópteros de la subfamilia Scolytinae (Curculionidae) (Barrera *et al.* 2008). Esta consistió en una botella plástica de 2

litros de volumen con una abertura de 20 x 11 cm a 8 cm de la base. En su interior se colocó un recipiente de 10 ml relleno de algodón humedecido con una mezcla de alcohol etílico + metílico en una proporción de 3:1 como atrayente (Barrera *et al.* 2008). Las trampas permanecieron activas durante 48 horas y se emplearon una sola vez.

En la Tabla 2 se presenta el número de árboles muestreados y número de trampas instaladas para cada núcleo productor y municipios. Un listado de los municipios de muestreo se presenta en la Tabla 1.

Análisis de datos. Las muestras de insectos obtenidas en campo fueron separadas por árbol, método de captura, finca y núcleo productor y depositadas en el laboratorio de Entomología del Centro de Investigación Caribía de Agrosavia (Magdalena, Colombia) para su posterior procesamiento e identificación hasta la categoría taxonómica más detallada.

La identificación de los especímenes se realizó a partir de claves taxonómicas (Stehr 1991; Wood *et al.* 1991; Constantino 1999, 2000 2002a; Marvaldi y Lanteri 2005; Triplehorn y Johnson 2005; Wood 2007; Pérez-de la Cruz *et al.* 2009), revisión de material de referencia o consulta con especialistas en casos donde hubo dificultades para su identificación, por ej. Dr. Takumasa Kondo (para Coccothraupidae) y Reginaldo Constantino (para Termitidae). Los especímenes curados se depositaron en la colección entomología del Centro de Investigación Caribía de Agrosavia, la cual se encuentra anexa a la Colección Taxonómica Nacional de Insectos ‘Luis María Murillo’ (CTNI) Agrosavia, C.I. Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca).

Se elaboraron matrices de presencia-ausencia de especie por núcleo productor. Se construyeron curvas de acumulación de especies y se utilizaron los valores medios de los estimadores de riqueza Chao-2 y Jackknife-1 con 100 aleatorizaciones en el programa EstimateS 9.1 (Colwell 2013), para determinar la representatividad de los muestreos. Estos estimadores no paramétricos reducen el sesgo en muestras pequeñas y son adecuados para datos de presencia-ausencia (Moreno 2001). También se elaboraron matrices de abundancia por sitio teniendo en cuenta la frecuencia de captura de una especie empleando como unidad de muestreo cada árbol. Solo se aplicó para aquellos insectos capturados mediante el método manual.

Para determinar diferencias en la composición de especies entre los núcleos productivos, los datos de muestreo directo (captura manual) se analizaron empleando la técnica no paramétrica Multi Response Permutation Procedure (MRPP) con el programa PC-ORD® versión 4,0 (McCune y Mefford 1999). Este procedimiento permite probar la hipótesis de no diferencia entre dos o más grupos (definidos *a priori*) con base en variables múltiples, de la misma forma que un análisis discriminante, pero sin que los datos tengan que cumplir con

Tabla 2. Esfuerzo de muestreo por núcleo productor para el muestreo de insectos fitófagos de *Persea americana* Mill. en región la Caribe colombiana.

Núcleo productor	Número de municipios	Muestreo directo		Muestreo indirecto*
		Árboles muestreados	Trampas de luz	Trampas atrayentes (Ecoiapar)
Montes de María (MM)	4	72	4	12
Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM)	6	72	6	18
Serranía del Perijá (SP)	16	192	16	48

*Se instaló una trampa de luz color blanco por municipio y una trampa atrayente tipo Ecoiapar por finca (3 fincas por municipio).

supuestos de normalidad multivariada y homogeneidad de varianzas. El estadístico A (Acuerdo intragrupal sin el efecto del azar), reportado por este análisis describe la homogeneidad intragrupal comparada con lo que se esperaría al azar (McCune y Mefford 1999). Posteriormente, se aplicó análisis de especies indicadoras (Dufrêne y Legendre 1997) para indicar las especies características por núcleo productivo. Los valores del indicador (IV) obtenidos fueron sometidos a prueba empleando la técnica de Monte Carlo.

Resultados y discusión

Se registraron 573 muestras de insectos fitófagos asociados a los árboles de aguacate para los tres núcleos productivos. Se identificaron 42 especies agrupadas en siete órdenes y 12 familias (Tabla 3). Las muestras estuvieron compuestas principalmente por termitas, escamas y barrenadores de ramas, que en conjunto constituyeron el 79 % de las especies encontradas (Figura 2).

Tabla 3. Insectos fitófagos asociados a tres núcleos productores de *Persea americana* Mill. en la región Caribe colombiana. (MM) Montes de María, (SNSM) Sierra nevada de Santa Marta, (SJ) Serranía del Perijá, (CM) Captura manual, (TL) Trampas de luz, (TA) Trampas atrayentes tipo Ecoiapar.

Taxón	Núcleo productor			Método de muestreo
	MM	SNSM	SP	
Blattodea (Isoptera)				
Termitidae				
<i>Amitermes foreli</i> Wasmann, 1902	1*	0	1	CM
<i>Anoplotermes</i> sp. 1	3	0	5	CM
<i>Anoplotermes</i> sp. 2	1	0	3	CM
<i>Cornitermes walkeri</i> Snyder, 1929	1	0	0	CM
<i>Grigiotermes</i> sp.	0	1	0	CM
<i>Microcerotermes arboreus</i> Emerson, 1925	10	3	15	CM
<i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky, 1855)	3	0	1	CM
<i>Nasutitermes ephratae</i> (Holmgren, 1910)	0	0	1	CM
<i>Nasutitermes guayanae</i> (Holmgren, 1910)	0	0	6	CM
<i>Nasutitermes nigriceps</i> (Haldeman, 1854)	1	0	2	CM
<i>Nasutitermes</i> sp.	8	0	0	CM
<i>Nasutitermes similis</i> Emerson, 1935	0	0	2	CM
<i>Rhynchotermes bulbinasus</i> Scheffrahn, 2010	0	1	1	CM
<i>Termes</i> sp.	1	0	0	CM
Rhinotermitidae				
<i>Coptotermes crassus</i> Snyder, 1922**	1	2	6	CM
<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen, 1858)	0	0	4	CM
Coleoptera				
Curculionidae				
<i>Heilipus</i> sp.	0	1	0	CM
<i>Micrapate</i> sp.	0	1	0	CM
<i>Pagiocerus punctatus</i> Eggers, 1928c	1	0	0	CM
<i>Pagiocerus</i> sp.	2	0	0	CM
<i>Premnobius ambitiosus</i> Wood & Bright, 1992	0	0	1	CM
<i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878b	0	0	1	CM
<i>Xyleborus ferrugineus</i> Wood & Bright, 1992	2	3	1	CM, TA
<i>Xyleborus</i> sp.	0	0	1	CM
<i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, J.C., 1794)	0	0	1	CM
<i>Xylosandrus morigerus</i> Reitter, 1913	1	9	2	CM, TA, TL
Melolonthidae				
<i>Phyllophaga</i> sp.	1	3	8	CM, TL
Hemiptera				
Diaspididae				
<i>Chrysomphalus aonidum</i> (Linnaeus, 1758)	37	26	67	CM
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan, 1889)	1	0	0	CM
<i>Hemiberlesia lataniae</i> (Signoret, 1869)	2	2	4	CM
<i>Hemiberlesia palmae</i> (Cockerell, 1893)	0	0	1	CM
<i>Mycetaspis personata</i> (Comstock, 1883)	1	0	0	CM
<i>Pseudischnaspis acephala</i> Ferris, 1941	5	2	4	CM
<i>Selenaspidus articulatus</i> (Morgan, 1889)	36	35	87	CM
Coccidae				
<i>Ceroplastes rubens</i> Maskell, 1893	1	0	0	CM
<i>Protospulvinaria pyriformis</i> (Cockerell, 1894)	11	0	7	CM

Taxón	Núcleo productor			Método de muestreo
	MM	SNSM	SP	
Cicadellidae				
<i>Agrosoma cruciata</i> (Signoret, 1853)	0	0	1	CM
Pyrrhocoridae				
<i>Dysdercus (Dysdercus) obscuratus</i> Distant, 1883	2	0	2	CM, TL
Lepidoptera				
Tortricidae				
<i>Platynota</i> sp.	2	1	5	CM
Megalopygidae				
<i>Megalopyge lanata</i> Stoll, 1780	3	5	0	CM
Hymenoptera				
Formicidae				
<i>Atta</i> sp.	7	2	21	CM
Apidae				
<i>Melipona</i> sp.	0	0	1	CM

* Número de árboles sobre el cual fue registrado el insecto fitófago. **En este estudio registramos a *Coptotermes crassus*, sin embargo, de acuerdo con Scheffrahn *et al.* (2015), para Colombia solo se registra *C. testaceus*.

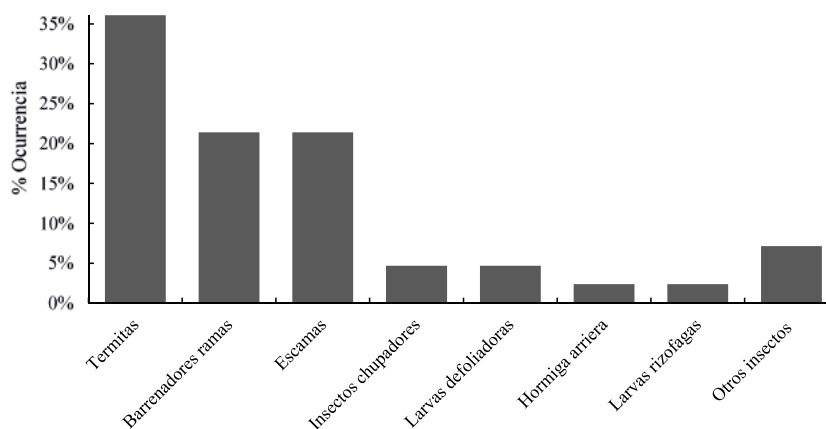


Figura 2. Porcentaje de ocurrencia por grupos de especies de insectos fitófagos asociados a *Persea americana* Mill. en la región Caribe colombiana.

El método que contribuyó con un mayor número de especies fue la captura manual, el cual permitió registrar el 100 % de las especies citadas, mientras que las trampas de luz solo capturaron tres especies (*Dysdercus obscuratus* Distant, 1883; *Phyllophaga* sp.; *Xylosandrus morigerus* Reitter, 1913 y las trampas tipo Ecoiapar dos especies (*Xyleborus ferrugineus* Wood & Bright 1992; *X. morigerus*).

La mayor riqueza de especies se observó en la Serranía del Perijá (30 especies), esto debido posiblemente al mayor número de municipios y árboles muestreados para este núcleo productor, seguido por Montes de María (26 especies) y Sierra Nevada de Santa Marta (16 especies) (Figura 3). La riqueza estimada también fue mayor para Serranía del Perijá y Montes de María comparado con Sierra Nevada de Santa Marta (Tabla 4).

El inventario de insectos fitófagos alcanzó a registrar entre el 63,4 % y el 84,2 % de la riqueza de especies estimada para cada núcleo productivo. El estimador de riqueza Chao-2 mostró que la mayor representatividad de especies de insectos fitófagos se obtuvo en Sierra Nevada de Santa Marta (84,2 %) y la menor en Montes de María (63,4 %); mientras que el estimador Jackknife-1 mostró mayor representatividad en Serranía del Perijá (73,1 %) y menor en Montes de María (68,4 %).

El grado de riqueza de especies fitófagas asociadas a los tres sistemas agroforestales de aguacate para la región Caribe colombiana fue relativamente bajo en comparación con lo informado por Saldarriaga (1977) y Kondo *et al.* (2013), en estudios desarrollados en monocultivos de aguacate de la región Andina colombiana, quienes registraron 77 y 49 especies

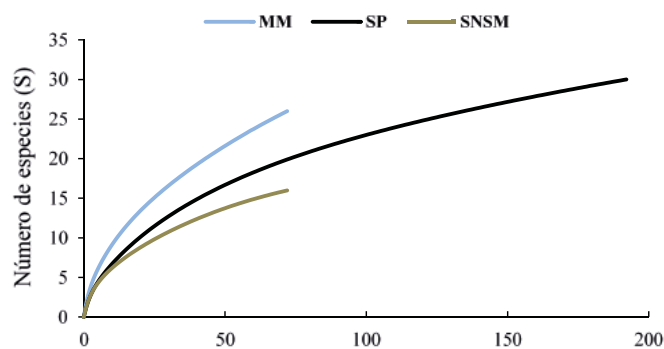


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de insectos fitófagos para tres núcleos productores de *Persea americana* Mill. en la región Caribe colombiana. (MM) Montes de María, (SP) Serranía del Perijá, (SNSM) Sierra Nevada de Santa Marta.

Tabla 4. Riqueza estimada (Chao-2, Jackknife-1) de insectos fitófagos para tres núcleos productores de aguacate en la región Caribe colombiana. (MM) Montes de María, (SP) Serranía del Perijá, (SNSM) Sierra Nevada de Santa Marta.

Centro Productor	Número de especies observadas	Riqueza de especies estimada	
		Chao-2	Jackknife-1
MM	26	41 (63,4 %)*	38 (68,4 %)
SNSM	16	19 (84,2 %)	22 (72,27 %)
SP	30	43 (69,7 %)	41 (73,1 %)

(*) Porcentaje de especies observadas con respecto al número predicho por el estimador.

fitófagas, respectivamente. Gonzáles-Herrera (2003), en un estudio exploratorio realizado en plantaciones de aguacate nativo de las regiones del Pacífico Central y Pacífico Norte de Costa Rica registró 127 especies, donde el 69 % de las muestras evaluadas pertenecieron a los órdenes Coleoptera y Lepidoptera. Equihua *et al.* (2007) para el estado de Michoacán en México reportaron 72 especies, siendo los barrenadores de ramas (Coleoptera) y los trips (Thysanoptera) los grupos de mayor frecuencia. En contraste, este estudio más allá de presentar un listado taxonómico de especies explora cómo la riqueza y composición de especies está estructurada por núcleo productor.

Las especies más frecuentes para los tres sitios fueron las escamas *Chrysomphalus aonidum* (Linnaeus, 1758) y *Selespidius articulatus* (Morgan 1889) (Diaspididae) (Tabla 2). Estas altas frecuencias pueden obedecer más al método de muestreo (presencia/ausencia por árbol) y no a la presencia de altos tamaños poblacionales que puedan estar ocasionando daños considerables. Estas escamas se registraron asociadas a hojas y a primordios apicales. Najarro y Sánchez (2016), encontraron que *C. aonidum* se asociaba al haz de las hojas, preferiblemente en aquellas ubicadas en el tercio medio de la copa en árboles de aguacate. Kondo y Muñoz (2016), también registraron a *S. articulatus* en el haz de las hojas en cultivos de aguacate Lorena y Santana en el Valle del Cauca (Colombia).

El análisis MRPP reveló diferencias altamente significativas en la composición de especies entre los tres núcleos productivos (MRPP; A = 0,021; $p = 0,0003$). Esto permite inferir que en las matrices estudiadas puede existir un marcado efecto de sitio, lo cual indicaría que la riqueza y composición de insectos fitófagos en los núcleos productores podría estar influenciada por la historia de manejo de las plantaciones, los reguladores naturales (depredadores, parasitoides y entomopatógenos) y/o las características climáticas locales, como por ej. la precipitación. Burbano-Figueroa *et al.* (2020), en un estudio realizado en las mismas localidades de muestreo, encontraron que, el núcleo productor de Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá presentan límites inferiores de 100 mm de precipitación en el trimestre más seco del año, mientras que Montes de María recibe lluvias trimestrales por encima de este umbral, esto a pesar de que los tres núcleos pertenecen a la misma zona de vida de Bosque Seco Tropical (BST), lo cual podría indicar que la precipitación sea un factor ambiental importante que condicione la riqueza y abundancia de las especies fitófagas asociadas a cada sitio.

Los núcleos productivos con mayor similitud en cuanto a la composición de especies fueron Montes de María y Sierra Nevada de Santa Marta, con 11 especies compartidas; mientras que el más disímil fue Serranía del Perijá donde se

registró el mayor número de especies exclusivas (9 especies) (Figura 4). Esta exclusividad puede estar determinada por una mayor dispersión geográfica de los puntos de muestreo para este núcleo productor.

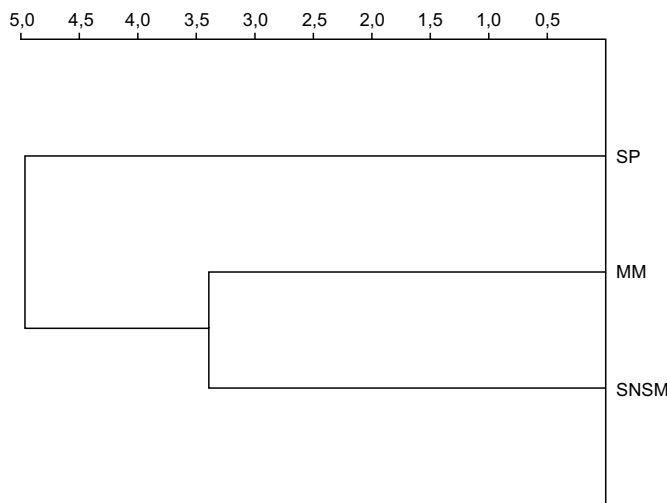


Figura 4. Dendrograma de similitud para la composición de especies de insectos fitófagos para tres núcleos productores de *Persea americana* Mill. en la región Caribe colombiana (Distancia Euclídeana y método de agrupamiento de varianza mínima de Ward). (MM) Montes de María, (SP) Serranía del Perijá, (SNSM) Sierra Nevada de Santa Marta.

El análisis de especies indicadoras mostró que, de las 42 especies analizadas, tres obtuvieron valores de indicador (IV) que difirieron significativamente de los esperados al azar. Estas especies fueron: *Xylosandrus morigerus* para la Sierra Nevada de Santa Marta, *Nasutitermes* sp. para Montes de María y *Atta* sp. para la Serranía del Perijá (Tabla 5). Estas especies al tener valor de indicador (VI) y al encontrarse altamente correlacionadas con condiciones ambientales particulares pueden ser muy sensibles a los cambios que favorezcan el crecimiento deliberado de sus poblaciones (Dufrière y Legendre 1997). En consecuencia, su monitoreo es un instrumento fundamental en el manejo de un potencial incremento poblacional.

Los insectos perforadores de tallos y ramas (Coleoptera: Curculionidae) son considerados un grupo de insectos que causan daños de importancia económica en plantaciones de aguacate debido principalmente a su difícil control, a la propagación de enfermedades y finalmente a la muerte de árboles (Saldarriaga 1977; Equihua *et al.* 2007, Rubio *et al.* 2009; Moreno 2018). Nueve especies de barrenadores de ramas (Coleoptera: Curculionidae), todas ellas pertenecientes a la subfamilia Scolytinae se encuentran en la región Caribe. La especie más frecuente fue *X. morigerus*, la cual ataca principalmente ramas apicales jóvenes menores a 2 cm de diámetro,

Tabla 5. Resultado de análisis de especies indicadoras Dufrière y Legendre (1997) para insectos fitófagos asociados a *Persea americana* Mill. en los tres núcleos productores de la región Caribe colombiana. (MM) Montes de María, (SP) Serranía del Perijá, (SNSM) Sierra Nevada de Santa Marta.

Especie	Núcleo productor	Valor indicador (IV)	$p \leq 0,05$
<i>Nasutitermes</i> sp.	MM	28,3	0,0004
<i>Xylosandrus morigerus</i>	SNSM	25,2	0,0032
<i>Atta</i> sp.	SP	14,7	0,0065

por lo que puede comprometer el estado productivo de los árboles. El aspecto externo del daño ocasionado por *X. morigerus* en aguacate es muy similar al daño provocado por esta especie en plantas de café (Saldarriaga 1977) y al provocado por cuatro especies del género *Xyleborus* en plantaciones de *Acacia mangium* Willd. (Lores y Pinzon-Florian 2011). El daño se detecta por perforaciones en la corteza con presencia de aserrín o de un anillo necrótico alrededor del orificio de entrada del insecto.

Los curculiónidos de la subfamilia Scolytinae contiene especies que cultivan y consumen hongos, una simbiosis nutricional altamente evolucionada llamada simbiosis ambrosía. Varios reportes en cultivos de aguacate y otros cultivos en Colombia describen simbiosis de este tipo. La simbiosis *X. morigerus* con el hongo *Ambrosiaemyces zeylanicus* fue reportada como causante de muerte de ramas en cultivos de café (Vélez 1972). *Xyleborus ferrugineus* Wood & Bright 1992, en asociación con el hongo *Ceratocystis fimbriata* ha sido descrito como la causa de muerte de árboles aparentemente sanos en cultivos de cacao (Cibrián *et al.* 1995). *Xyleborus volvulus* (Fabricius 1794), al igual que *X. ferrugineus* son considerados como vectores potenciales del patógeno causante de la marchitez de las lauráceas *Raffaelea lauricola* (Carrillo *et al.* 2014). En la zona productora de la Serranía del Perijá en Colombia se reportó la asociación de *X. volvulus* y *Premnobius* sp. con el hongo *Bionectria pseudochroleuca* causante de muerte de ramas de aguacate (Burbano-Figueroa *et al.* 2018, 2020).

Este estudio reveló la presencia 16 especies de termitas colonizadoras de tejidos muertos en fuste, ramas, y raíces de aguacate. Dentro de este grupo, los géneros *Amitermes*, *Coptotermes* y *Heterotermes* son los de mayor importancia debido al hábito subterráneo (hipógeos) de sus nidos, lo que dificulta su manejo (Constantino 2002b; Arcila *et al.* 2013). La colonización de termitas en aguacate puede ser facilitada por el debilitamiento previo de los árboles ante el ataque de enfermedades, presencia de heridas, estrés hídrico, deficiencias nutricionales y daños mecánicos y en muchas ocasiones la magnitud del daño solo es apreciable posterior a la caída de árboles (Constantino 2002b; Arcila *et al.* 2013).

Evidencia previa sugiere una conexión entre los daños por termitas en las raíces y la pudrición radical causada por *P. cinnamomi* (Keast y Walsh 1979). Las heridas provocadas por la termita *Nasutitermes exitiosus* (Hilla, 1925) en plantas de *Eucalyptus marginata* favorece la entrada de clamidosporas viables de *P. cinnamomi* a través de su tracto digestivo (Keast y Walsh 1979). La abundancia y riqueza de las termitas del género *Nasutitermes* reportadas en este estudio, y la presencia de *P. cinnamomi* en los tres núcleos productores (Yabrudy 2012; Tofiño *et al.* 2012; Osorio-Almanza *et al.* 2017; Burbano-Figueroa 2019), sugiere que podría existir un nexo entre estas dos limitantes sanitarias que explicarían el rápido declive y muerte de árboles observado en las últimas décadas en las regiones productoras de aguacate del Caribe colombiano. Sin embargo, esta connotación debe ser corroborada.

Los insectos defoliadores también representan un problema económico en los núcleos productivos, especialmente los ataques por hormiga arriera (*Atta* sp.). Estos insectos pueden causar defoliaciones de tallos y hojas reduciendo el potencial productivo de árboles durante la aparición de botones florales (Howard 1988; Arcila *et al.* 2013; Kondo *et al.* 2013). Se observó durante las evaluaciones de campo que las hormigas arrieras pueden ocasionar defoliaciones completas de los árboles de aguacate. Defoliaciones de esta magnitud reducen la

capacidad fotosintética y aumentan la posibilidad de muerte en periodos de bajas precipitaciones (Howard 1988).

Otras especies de insectos también fueron observadas, pero su frecuencia y magnitud de daño no sugieren importancia económica. Daños esporádicos y limitados de insectos chupadores, larvas defolioradoras del orden Lepidoptera y larvas rizófagas fueron observados en los tres núcleos productivos durante la época en que se llevó a cabo el estudio.

Conclusiones

El grado de heterogeneidad presente en los sistemas agroforestales de aguacate para la región Caribe colombiana puede ser un factor determinante en la regulación de las poblaciones de insectos fitófagos que se asocian a estos sistemas de producción.

Los tipos de hábitat que existen en las matrices de estudio pueden ser muy importantes para el desplazamiento de organismos benéficos a través de ellas y determinan la probabilidad de que ciertas especies registradas en otros estudios como plaga mantengan sus poblaciones por debajo del nivel de daño económico.

Los ataques ocasionados por termitas, hormiga arriera y barrenadores de ramas en los sitios estudiados, son motivo de atención por las consecuencias directas sobre la productividad y sobre las plantaciones de aguacate, ya que se desconoce cómo puede ser el comportamiento posterior de la especie en cuanto a su tolerancia a problemas insectiles, debido a la escasa información con que se cuenta actualmente.

Literatura citada

- AGRONET. 2019. Sistema de Estadísticas Agropecuarias SEA. <http://www.agronet.gov.co/www/html3b/ReportesAjax/VerReporte.aspx> [Fecha de revisión: 14 noviembre 2020].
- AGUILERA DÍAZ, M. 2013. Montes de María: una subregión de economía campesina y empresarial. Documento de trabajo sobre economía regional. Banco de la República, Cartagena, Colombia, N° 195, 93 p. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_195.pdf
- ARCILA CARDONA, A. M.; ABADÍA LOZANO, J. E.; ACHURY MORALES, R. A.; CARRASCAL PÉREZ, F. F.; YACOMELLO HERNÁNDEZ, M. J. 2013. Manual para la identificación y manejo de termitas y otros insectos plaga de los cítricos en la región Caribe colombiana. CORPOICA, Bogotá, Colombia. 68 p. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13429>
- BARRERA, J.; HERRERA, J.; CHIU, M.; GÓMEZ, J.; VALLE, J. 2008. La trampa de una ventana (Ecoiapar) captura más broca del café *Hypothenemus hampei* que la trampa de tres ventanas (Etotrap). *Entomología Mexicana* 7: 619-624. <https://docplayer.es/53862166-La-trampa-de-una-ventana-ecoiapar-captura-mas-broca-del-cafe-hypothenemus-hampeii-que-la-trampa-de-tres-ventanas-etotrap-1.html>
- BERNAL, J.; DÍAZ, C. 2013. Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. CORPOICA, Medellín, Colombia. 410 p. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>
- BURBANO-FIGUEROA, O. 2019. West Indian avocado agroforestry systems in Montes de María (Colombia): a conceptual model of the production system. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 25 (2): 75-102. <http://dx.doi.org/10.5154/r.chsh.2018.09.018>
- BURBANO-FIGUEROA, O.; ARCILA, A.; VÁSQUEZ, A.; CARRASCAL, F.; SALAZAR-PERTUZ, K.; MORENO-MORAN, M.; ROMERO-FERRER, J.; PULGARIN, J. 2018. First report of *Bionectria pseudochroleuca* causing dieback and wilting on

- avocado in the Serranía de Perijá, Colombia. *Plant Disease* 102 (1): 238. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-17-0010-PDN>
- BURBANO-FIGUEROA, O.; OSORIO-ALMANZA, L.; ARCILA, A. M. A. 2020. Spatial distribution of avocado branch dieback and wilting (ABDW) vectored by ambrosia beetles in the Caribbean South America. *Tropical Plant Pathology* 45: 363-375. <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00352-x>
- CAICEDO, L.; VARÓN DEVIA, E.; BACCA, T.; CARABALÍ, A. 2010. Daños ocasionados por el perforador del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Tolima (Colombia). *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11 (2): 129-136. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1132
- CARRILLO, D.; DUNCAN, R. E.; PLOETZ, J. N.; CAMPBELL, A. F.; PLOETZ, R. C.; PEÑA, J. E. 2014. Lateral transfer of a phytopathogenic symbiont among native and exotic ambrosia beetles. *Plant Pathology* 63: 54-62. <https://doi.org/10.1111/ppa.12073>
- CIBRIÁN TOVAR, D.; MÉNDEZ MONTIEL, J. T.; CAMPOS BOLAÑOS, R.; TATES, H. O.; FLORES LARA, J. E. 1995. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 453 p.
- CONSTANTINO, R. 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis avulsos de Zoologia* 40 (25): 387-448. https://mapadeterminas.org/uploads/library/LIB_89B0DF-B45D94-9AA042-F4348A-27AD01-A5EA6D.pdf
- CONSTANTINO, R. 2000. Key to the soldiers of South American *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). *Insect Systematics and Evolution* 31 (4): 463-472. <https://pasiontermite.com/wp-content/uploads/2020/04/key-heterotermes.pdf>
- CONSTANTINO, R. 2002a. An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa* 67 (1): 1-40. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.67.1.1>
- CONSTANTINO, R. 2002b. The pest termites of South America: Taxonomy, distribution, and status. *Journal of Applied Entomology* 126 (7-8): 355-365. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00670.x>
- COLWELL, R. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1. <http://purl.oclc.org/estimates>
- CRUZ CASTIBLANCO, G. N.; VARÓN DEVIA, E. H.; QUIROGA ROJAS, L. F.; MONJE ANDRADE, B.; SIERRA BAQUERO, P. V. 2016. Factores relacionados con la población de *Paraleyrodus* sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate. *Revista Colombiana de Entomología* 42 (2): 103-109. <https://doi.org/10.25100/socolen.v42i2.6679>
- DIAZ-GRISALES, V.; CAICEDO VALLEJO, A. M.; CARABALÍ MUÑOZ, A. 2017. Ciclo de vida y descripción morfológica de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Colombia. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 33 (2): 231-242. <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3321063>
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(1997\)067\[0345:SAAI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067[0345:SAAI]2.0.CO;2)
- EQUIHUA, A.; ESTRADA, E.; GONZALEZ, H.; GASCA, L.; SALINAS, A.; GONZÁLEZ, J. et al. 2007. Plagas (p. 135-168). En: TÉLIZ, D.; MORA, A. (eds.). *El aguacate y su manejo integrado*. Segunda edición. Mundi Prensa, México. 321 p.
- FAOSTAT. (2017). Estadísticas de producción mundial de aguacate del año 2016. <http://faostat3.fao.org/home/E>
- GONZÁLES-HERRERA, A. 2003. Artrópodos asociados al cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Costa Rica. En: F. Pliego (Presidencia). V Congreso Mundial del Aguacate, Granada-Málaga, España.
- HOWARD, J. J. 1988. Leaf cutting and diet selection: Relative influence of leaf chemistry and physical factors. *Ecology* 69 (1): 250-260. <https://doi.org/10.2307/1943180>
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). 2019. Tiempo y clima región Caribe colombiana. Disponible en <http://www.siac.gov.co/web/tiempo-y-clima/region-caribe> [Fecha revisión 16 octubre 2019].
- KEAST, D.; WALSH, L. G. 1979. Passage and survival of chlamydospores of *Phytophthora cinnamomi* Rands, the causal agent of forest dieback disease, through the gastrointestinal tracts of termites and wild birds. *Applied and Environmental Microbiology* 31 (3): 661-664. <https://doi.org/10.1128/aem.37.3.661-664.1979>
- KONDO, T.; MUÑOZ, J. 2016. Scale insects (Hemiptera: Coccoidea) associated with avocado crop, *Persea americana* Mill. (Lauraceae) in Valle del Cauca and neighboring departments of Colombia. *Insecta Mundi* 465: 1-24. <https://journals.flvc.org/mundi/article/view/0465>
- KONDO, T.; MUÑOZ, J.; LÓPEZ, R.; REYES, J.; MONSALVE, J.; MESA, NORA. 2011. Insectos escama y ácaros comunes del aguacate en el Eje cafetero y el Valle del Cauca, Colombia. CORPOICA, Palmira, Colombia. 20 p. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2322>
- KONDO, T.; CARABALÍ MUÑOZ, A.; CAICEDO VALLEJO, A. M.; VARÓN DEVIA, E. H.; LONDOÑO ZULUAGA, M. E.; 2013. Insectos y ácaros (p. 228-284). En: BERNAL, J.; DÍAZ, C. (eds). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. CORPOICA, Medellín, Colombia. 410 p. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>
- LORES MEDINA, A.; PINZON-FLORIAN, O. 2011. Insectos fitófagos en plantaciones comerciales de *Acacia mangium* Willd. en la Costa Atlántica y la Orinoquia colombiana. *Revista Forestal* 14 (2): 175-188. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.2.a04>
- MARVALDI, A.; LANTERI, A. 2005. Key to higher taxa of South American weevils based on adult characters (Coleoptera, Curculionoidea). *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 65-87. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-078X200500010006&script=sci_abstract&tlng=en
- MANRIQUE B, M. B.; CARABALÍ, A.; KONDO, T.; BACCA, T. 2014. Biología del pasador del fruto de aguacate *Stenomaculifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) y búsqueda de sus posibles enemigos naturales. *Boletín Científico del Centro de Museos de Historia Natural* 18 (2): 79-92. <https://revistasoj.s. ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4116>
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M. 2002. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Versión 4.0. MjM software design, Oregon, U.S.A. <https://bmccune.weebly.com/software.html>
- MEISEL ROCA, A.; PÉREZ V, G. J. 2006. Geografía física y poblamiento en la Costa Caribe colombiana. Documento de trabajo sobre economía regional. Banco de la República, Cartagena, Colombia, N° 73. 82 p. <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-73.pdf>
- MÉNDEZ-PRADA, M. C. 2016. Estrategias competitivas del eslabón primario en la cadena productiva del aguacate de los Montes de María. *Revista de Economía y Administración* 13 (1): 95-110. <https://revistas.uao.edu.co/ojs/index.php/REYA/article/view/11>
- MIRA TABORDA, Y.; YEPES R, F. C. 2019. Chisas (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al aguacate (*Persea americana* Mill.) en municipios del Oriente antioqueño. *Revista Metroflor* 93: 8-12. <https://www.metroflorcolombia.com/chisas-coleoptera-melolonthidae-asociadas-al-aguacate-persea-americana-mill-en-municipios-del-oriente-antioqueño/>
- MATTSON, W. J.; ADDY, N. D. 1975. Phytophagous insects as regulators of forest primary production. *Science* 190 (4214): 515-522. <https://doi.org/10.1126/science.190.4214.515>
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, España. 84 p. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

- MORENO GAVIRIA, J. 2018. Biología y demografía de perforador del tallo y ramas de aguacate *Copturomimus hustachei* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae: Conoderinae). Tesis Maestría Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76309>
- NAJARRO, R.; SÁNCHEZ, G. 2016. Fluctuación poblacional invierno-primavera de *Pinaspis aspidistrae* (Signoret), *Fiorinia fioriniae* (Targioni Tozzetti), *Chrysomphalus aonidum* (Linnaeus) (Hemiptera: Diaspididae) y sus parasitoides, en palto, La Molina, Lima, Perú. *Ecología Aplicada* 15 (1): 19-26. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i1.579>
- OSORIO-ALMANZA, L.; BURBANO-FIGUEROA, O.; ARCILA, A.; VÁSQUEZ A.; CARRASCAL-PÉREZ, F.; ROMERO, J. 2017. Distribución espacial del riesgo potencial de marchitamiento del aguacate causado por *Phytophthora cinnamomi* en la subregión de Montes de María, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 11 (2): 273-285. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.7329>
- PÉREZ-DE LA CRUZ, M.; EQUIHUA-MARTÍNEZ, A.; ROMERO-NÁPOLES, J.; VALDEZ-CARRASCO, J.; DE LA CRUZ-PÉREZ, A. 2009. Claves para la identificación de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) asociados al agroecosistema cacao en el sur de México. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 10 (1): 14-29. <http://hdl.handle.net/10893/730>
- RAMÍREZ GARCÍA, A. G.; PÉREZ PERALTA, C. M. 2018. Competitividad en las organizaciones de productores de aguacate en Sucre, Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural, Colombia* 15 (81): 1-23. <https://doi.org/10.11144/javeriana.cdr15-81.copa>
- RUBIO, J. D.; POSADA, F.; OSORIO, O.; VALLEJO, L. F.; LÓPEZ, J. C. 2009. Primer registro de *Heilipus elegans* Guérin-Méneville (Coleoptera: Curculionidae) atacando el tallo de árboles de aguacate en Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* 12 (1): 59-68. <https://doi.org/10.31910/rudca.v12.n1.2009.642>
- SALDARRIAGA, A. 1977. Plagas del aguacate y su control. Separata del curso de frutales. Compendio No 20. Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Regional No 4. Antioquia, Colombia. 45-70 p.
- SCHEFFRAHN, R. H.; CARRIJO, T. F.; KŘEČEK, J.; SU, N.; SZALANSKI, A. L.; AUSTIN, J. W.; CHASE, J. A.; MANGOLD, J. R. 2015. A single endemic and three exotic species of the termite genus *Coptotermes* (Isoptera, Rhinotermitidae) in the New World. *Arthropod Systematics and Phylogeny* 73: 333-348. https://www.zobodat.at/pdf/Arthropod-Systematics-Phylogeny_73_0333-0348.pdf
- STEHR, F. 1991. Immature insects. Department of Entomology, Michigan State University. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque. 930 p
- TOFIÑO, A.; CABAL, D.; GIL, L. 2012. Análisis de componentes del sistema productivo de aguacate, con incidencia probable de *Phytophthora* en el Cesar, Colombia. *Avances en Investigación Agropecuaria* 16 (2): 63-90. <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2012/mayo/5.pdf>
- TRIPLEHORN, C.; JOHNSON, N. 2005. *Borrer and De Long's introduction to the study of insects*. Seventh edition. Thomson Books/Cole. EE. UU. 864 p.
- VÉLEZ ANGEL, R. 1972. Aguacate y Sauce: nuevos hospederos del pasador del café, *Xylosandrus (Xyleborus) morigerus* Bland. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 27 (2): 78-81.
- WOOD, S. L.; STEVENS, G. C.; LEZAMA, H. J. 1991. Scolytidae (Coleoptera) de Costa Rica II. Clave para la subfamilia Scolytinae, tribus: Scolytini, Ctenophorini, Micracini, Ipini, Dryocoetini, Xyleborini y Cryphalini. *Revista de Biología Tropical* 39 (2): 279-306. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24877>
- WOOD, S. 2007. Bark and ambrosia beetles of south America (Coleoptera: Scolytidae). Monte L. Bean Life Science Museum, Brigham Young University, Provo, Utah, EE. UU. 909 p.
- YABRUDY, J. 2012. El aguacate en Colombia: estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe colombiano. Documentos de trabajo sobre economía regional. Banco de la república, Cartagena, Colombia. 45 p. <https://www.banrep.gov.co/es/node/27797>

Origen y financiación

Este manuscrito fue originado con resultados de investigación del proyecto “Estrategias de prevención y manejo de limitantes fitosanitarios del aguacate en Colombia”, en la meta “Caracterización del estado fitosanitario del cultivo de aguacate en la región Caribe y estudio de la epidemiología de Phytophthora cinnamomi y la peca en el departamento del Tolima”, agenda AGROSAVIA (antes Corpoica) 2013 - 2014, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

Contribución de los autores

Yeison López Galé: registro de información en campo, construcción de bases de datos, análisis de información y elaboración de manuscrito; Francisco Carrascal Pérez: registro de información en campo, construcción de bases de datos, análisis de información y elaboración de manuscrito; John Pulgarín Díaz: identificación taxonómica de especímenes (Scolytinae), análisis de información y elaboración de manuscrito. Oscar Burbano Figueroa: elaboración de proyecto para acceso a recursos económicos, diseño de metodologías, registro de información en campo, supervisión de actividades, análisis de información y elaboración de manuscrito. Ángela Arcila Cardona: elaboración de proyecto para acceso a recursos económicos, diseño de metodologías, registro de información en campo, supervisión de actividades, análisis de información y elaboración de manuscrito.

Conflictos de interés

Los autores que participaron en esta publicación hicieron contribuciones significativas al manuscrito; todos los autores están de acuerdo y expresan que no hay conflictos de intereses en este estudio.