

Sanidad vegetal y protección de cultivos**Artículo de investigación científica y tecnológica****Los insectos escama (Hemiptera: Coccomorpha) de raíces de café (*Coffea arabica* L.) en Colombia, con registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en asociación****Scale insects (Hemiptera: Coccomorpha) on coffee roots (*Coffea arabica* L.) in Colombia, with records of associated ants (Hymenoptera: Formicidae)**

Alejandro Caballero,^{1*} Andrea Amalia Ramos-Portilla,² Diana Suárez-González,³
Francisco Serna,⁴ Zulma Nancy Gil,⁵ Pablo Benavides⁶

¹ Estudiante de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Bogotá D.C., Colombia.
Correo: lacaballeror@unal.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8237-4978>

² Investigador PhD, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá D. C., Colombia. Correo: andrea.ramos@ica.gov.co.
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4371-0040>

³ Investigador, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. Bogotá D.C., Colombia.
Correo: dmsuarezg@unal.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8460-931X>

⁴ Profesor asociado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. Bogotá D.C., Colombia.
Correo: fjsernac@unal.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6143-9821>

⁵ Investigador científico II-Entomología, Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). Manizales, Colombia.
Correo: Zulma.Gil@cafedecolombia.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7013-1231>

⁶ Líder Disciplina de Entomología, Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). Manizales, Colombia.
Correo: pablo.benavides@cafedecolombia.com.co. rcid: <https://orcid.org/0000-0003-2227-4232>

Editor temático: Takumasa Kondo (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA])

Fecha de recepción: 09/06/2018

Fecha de aprobación: 29/11/2018

Para citar este artículo: Caballero, A., Ramos-Portilla, A. A., Suárez-González, D., Serna, F., Gil, Z. N., & Benavides, P. (2019). Los insectos escama (Hemiptera: Coccomorpha) de raíces de café (*Coffea arabica* L.) en Colombia, con registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en asociación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 69-92

DOI: 10.21930/rcta.vol20_num1_art:1250



Esta licencia permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando se dé el crédito y se licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

* Autor de correspondencia. Universidad Nacional. Carrera 30 N° 45-03 Edificio 500, Bogotá D.C., Colombia.

Resumen

Los insectos escama asociados a raíces son de interés económico en cultivos como el café. Aunque existen desarrollos notables en el conocimiento sobre la taxonomía alfa de tales insectos, se requiere más información sobre su diversidad. El objetivo de este trabajo fue actualizar la lista de especies de insectos escama huéspedes en raíces de café en Colombia, así como reconocer sus hormigas trofobióticas. Se recolectaron 541 muestras en nueve departamentos de Colombia; se analizaron 4.762 especímenes de insectos escama y 450 hormigas. Los coccomorfos se prepararon en láminas para microscopía y las hormigas, en doble montaje en seco. Asimismo, se examinaron 250 muestras de escamas conservadas en siete colecciones entomológicas de Colombia. Por último, se revisó la literatura relacionada con

registros previos de escamas en café para el país. La presente investigación provee una lista actualizada de especies de insectos escama para el cultivo en el país, incluida su distribución geográfica y hormigas asociadas. Se actualiza la lista de insectos escama asociadas a raíces de café a 61 especies, 52 de ellas obtenidas a partir de las muestras analizadas y nueve por registros de literatura; se hacen 20 nuevos registros de asociación con café y 15 nuevos registros para Colombia. Las especies con mayor presencia en el cultivo fueron *Puto barberi*, *Geococcus coffeae*, complejo *Dysmicoccus texensis*, *Rhizoecus colombiensis* y *Pseudococcus elisae*. Además, se obtuvieron 32 morfoespecies de hormigas, de las cuales 30 se conocen en relaciones trofobióticas facultativas con hemípteros, y dos del género *Acropyga* en trofoforesia.

Palabras clave: asociación hemíptero-hormiga, Coccoidea, insectos dañinos, Neotrópico, Ortheziidae

Abstract

Scale insects (Hemiptera: Coccoomorpha) that feed on roots are considered of economic importance in crops such as coffee. Although noteworthy developments on the knowledge about the alpha taxonomy of such insects exist, more information concerning their diversity is necessary. The aim of this study was to update the list of scale insect species found on coffee roots in Colombia as well as to recognize their trophobiotic ants. Field trips were carried out in nine Colombian departments, where 541 samples were obtained. In total, 4,762 scale insect specimens and 450 ants were analyzed; Coccoomorph specimens were prepared in microscopy-slides and ants were pinned in points and entomological pins. Likewise, 250 scale insect samples preserved in seven Colombian entomological collections were also examined. Lastly, scale insect records associated with coffee in Colombia were also revised based on available

published literature. The current study provides a list of scale insect species on coffee in Colombia, including their geographical distribution and associated ants. The checklist of scale insects associated to coffee roots is updated to 61 species, 52 of which correspond to samples collected in the field and nine from entomological collections; 20 species were recorded for the first time in association with coffee and 15 species are new records for Colombia. *Puto barberi*, *Geococcus coffeae*, the *Dysmicoccus* complex *texensis*, *Rhizoecus colombiensis* and *Pseudococcus elisae*, were the most frequently observed scale insect species on coffee in Colombia. Furthermore, 32 morphospecies of ants were found, of which 30 are known to be in facultative trophobiotic relationships with hemipterans, and two species of the *Acropyga* genus are known for their trophophoresy with scale insects.

Keywords: Coccoidea, hemiptera-ant association, pest insect, Neotropical region, Ortheziidae

Introducción

El café (Rubiaceae: *Coffea* spp.) es uno de los productos de origen vegetal más comercializados en el mundo y genera cerca de 24 billones de dólares por los siete millones de toneladas producidas al año (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2015). El café es el cultivo más importante para Colombia, con el 30% del área sembrada total del país (903.000 ha), seguido por caña (19%), palma africana (16%), cacao (6,6%), entre otros (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016). La importancia económica del cultivo y el interés por mejorar los rendimientos y disminuir los costos de producción derivan en investigaciones de múltiples áreas de la agronomía del café (Waller, Bigger, & Hillocks, 2007). La taxonomía de insectos es una de las áreas de investigación más activa en la caficultura, mediante la cual se busca reconocer las especies insectiles asociadas a este cultivo (Le Pelley, 1973; Waller et al., 2007).

El término *insectos escama* agrupa, de manera general, los insectos que pertenecen al infraorden Coccoomorpha, suborden Sternorrhyncha, orden Hemiptera (Williams & Hodgson, 2014). Son el grupo más diverso del suborden, con tamaño pequeño (< 5 mm), hábito críptico y con diversos procesos reproductivos; asimismo, presentan dimorfismo sexual contrastante, reducida movilidad —principalmente en las hembras adultas— y capacidad de secretar sustancias cerosas que ofrecen protección de las condiciones ambientales y controladores naturales. Estos insectos también presentan relaciones trofobióticas con otros insectos, principalmente hormigas (Ben-Dov & Hodgson, 1997; Gavrillov & Kuznetsova, 2007; Gullan & Cranston, 2005; Gullan & Martin, 2003; Kondo & Gullan, 2010; Kondo, Ramos, & Vergara, 2008; Ramos & Serna, 2004). Se conocen cerca de 8.000 especies de insectos escama agrupadas en 47 familias (32 existentes y 15 extintas), de las cuales 187 especies se registran para café (García-Morales et al., 2016). La riqueza general de Coccoomorpha para Colombia se estima en 244 especies, agrupadas en 14 familias, incluyendo Diaspididae (78 especies), Pseudococcidae (60), Coccidae (46) y Rhizoecidae (22), entre otras

(Ben-Dov, 1994; Caballero, Ramos-Portilla, Gil, & Benavides, 2018; García Morales et al., 2016; Kondo, 2001; Kondo, Rodríguez, Díaz, Dix, & Palacio, 2018); en el país, 45 de estas especies se asocian a plantas del género *Coffea* Linnaeus, 1753 (Balachowsky, 1959; Beardsley, 1970; Caballero et al., 2018; Gallego & Vélez, 1992; García Morales et al., 2016; Granara de Willink, 2009; Hambleton, 1946, 1976, 1977; Kondo, 2001, 2013; Kondo et al., 2008; Murillo, 1931; Posada, 1989; Ramos & Serna, 2004; Ramos-Portilla & Caballero, 2016; Williams & Granara de Willink, 1992).

Estos insectos se caracterizan por su hábito fitosuccívoro exclusivo, lo que puede generar problemas fisiológicos directos e indirectos a las plantas, como debilitamiento por extracción de fotoasimilados, transmisión de microorganismos fitopatógenos y, en casos severos, muerte de la planta (Gullan & Martin, 2003). El primer registro de insectos escama en café fue generado probablemente por Nicolás Sáenz en 1893, quien detectó a *Saissetia coffeae* (Walker, 1852) (Coccidae) y a *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti, 1867) (Pseudococcidae), sin registro de afectación económica (Bustillo, 2008). El primer problema fitosanitario originado por escamas en raíces de cafetales colombianos se registró en la década de los treinta, cuando la población de *Puto antioquiensis* (Murillo, 1931) (Putoidae) se incrementó hasta el punto de generar pérdidas económicas (Federación Nacional de Cafeteros, 1932). Posteriormente, en las décadas de los sesenta y setenta se registraron especies como *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky, 1957) y *Rhizoecus coffeae* Laing, 1925 (Rhizoecidae), con daños focalizados en Antioquia y Caldas (Benavides-Gómez & Cárdenas-Murillo, 1977). Desde 2008, este grupo volvió a cobrar importancia económica con el incremento de poblaciones de cochinillas harinosas, principalmente *Puto barberi* (Cockerell, 1895) (Putoidae), *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) y *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel y Miller, 1996 (Pseudococcidae) en zonas del eje cafetero (Gil, Benavides, & Villegas, 2015; Villegas, Benavides, Zabala, & Ramos, 2009; Villegas-García & Benavides-Machado, 2011). En 2013, se registró el primer ataque severo causado por el cóccido *Toumeyella coffeae* Kondo, 2013, en

raíces de cafetales del Norte de Santander (Gil & Benavides, 2017; Gil et al., 2015; Kondo, 2013).

Previamente a la presente investigación, para Colombia se habían registrado 32 especies de insectos escama en asociación con raíces de café: *Toumeyella coffeae* Kondo, 2013 (Coccidae); *Mixorthezia minima* Koczné Benedicty y Kozar, 2004 (Ortheziidae); *Dysmicoccus brevipes*, *D. caribensis* Granara de Willink, 2009, *D. grassii* (Leonardi, 1913), *D. mackenziei* Beardsley, 1965, *D. neobrevipes* Beardsley, 1959, *D. radialis* (Green, 1933), *D. texensis* (Tinsley, 1900), *D. varius* Granara de Willink, 2009, *Phenacoccus solani* Ferris, 1918, *Planococcus citri* (Risso, 1813), *Planococcus minor* (Maskell, 1897), *Pseudococcus elisae* Borchsenius, 1947, *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel y Miller, 1996, *Pseudococcus landoi* (Balachowsky, 1959) (Pseudococcidae); *Puto antioquiensis* y *Puto barberi* (Putoidae); *Capitisetella migrans* (Green, 1933), *Geococcus coffeae* Green, 1933, *Neochavesia caldasiae*, *N. eversi* (Beardsley, 1970), *N. trinidadensis* (Beardsley, 1970), *Pseudorhizoecus proximus* Green, 1933, *Rhizoecus americanus* (Hambleton, 1946), *R. arabicus* (Hambleton, 1976), *R. coffeae*, *R. colombiensis* Ramos y Caballero, 2016, *R. compotor* Williams y Granara de Willink, 1992, *R. mayanus* (Hambleton, 1946), *R. setosus* (Hambleton, 1946) y *Ripersiella andensis* (Hambleton, 1946) (Rhizoecidae) (Balachowsky, 1959; Benavides-Gómez & Cárdenas-Murillo, 1977; Caballero et al., 2018; Granara de Willink, 2009; Hambleton, 1946, 1977; Kondo, 2001, 2013; Kondo et al., 2008; Murillo, 1931; Ramos-Portilla & Caballero, 2016; Villegas et al., 2009; Williams & Granara de Willink, 1992).

Respecto a la asociación de trofobiosis entre insectos escama hipogeos y hormigas (Hymenoptera: Formicidae), Colombia presenta registros de *C. migrans*, *N. trinidadensis* y *Ps. proximus*, atendidas por *Acropyga goeldii* Forel, 1893; *D. brevipes*, atendida por *Prionopelta* sp. y *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804); *D. neobrevipes* y *D. texensis*, por *S. geminata*; *G. coffeae*, por *Solenopsis* sp. y *Tranopelta* sp.; *N. caldasiae*, por *Acropyga fuhrmanni* (Forel, 1914); *P. barberi*, por *Acropyga exsanguis* (Wheeler, 1909), *S. geminata*, *Tranopelta gilva* Mayr, 1886 y *Wasmannia*

auropunctata (Roger, 1863); *R. caladii* y *R. coffeae*, por *A. exsanguis*, y *R. setosus*, por *Acropyga* sp. (Benavides-Gómez & Cárdenas-Murillo, 1977; Kondo et al., 2008; Villegas et al., 2009; Williams, 1998).

Es necesario mantener un inventario actualizado de las especies de insectos escama asociadas al cultivo del café y ampliar su información biológica y ecológica, aspectos en los que se destaca la trofobiosis insectos escama-hormigas. Por esta razón, el objetivo general de esta investigación fue conocer la composición taxonómica de insectos del infraorden Coccoomorpha de la rizósfera del cultivo de café y sus hormigas asociadas en Colombia, de manera tal que se contribuya a la elaboración de planes de manejo integrado.

Materiales y métodos

Las muestras de insectos escama y hormigas asociadas fueron recolectadas manualmente, entre enero de 2015 y julio de 2017, por funcionarios del Servicio de Extensión Rural de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), por funcionarios del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y por los autores AC, AARP, ZNG y PB, en los departamentos de Antioquia, Caldas, Casanare, Cauca, Huila, Nariño, Quindío, Risaralda y Santander. Los predios de donde tomaron las muestras fueron elegidos de manera aleatoria a partir de la información del Sistema de Información Cafetera (SICA) del Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé) y de predios bajo vigilancia el ICA, en plantas de dos años de siembra o menos. Para la recolección de hormigas, se verificó su interacción con los insectos escama, bien sea porque las primeras estuvieran estimulando a las segundas para excreción de miel de rocío o trasportándolas.

Además, se revisaron ejemplares de insectos escama conservados en colecciones entomológicas de varias instituciones de investigación: Museo Entomológico “Universidad Nacional Agronomía Bogotá” (UNAB) y Colección de Artrópodos del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) (Universidad Nacional sede Bogotá); Museo Entomológico “Francisco Luis Gallego” (MEFLG) (Universidad Nacional sede Medellín);

Museo de Entomología de la Universidad Nacional - Sede Palmira (UNCP) (Universidad Nacional sede Palmira); Museo Entomológico Marcial Benavides (MEMB) (Cenicafé, Caldas); Colección Entomológica Luis María Murillo (CTNI) (Agrosavia, Cundinamarca), y Colección entomológica del Centro de Investigación Palmira (MECP) (Agrosavia, Valle del Cauca). La lista se complementó con información recopilada de la literatura científica.

Los ejemplares de insectos escama recolectados y de colecciones entomológicas se conservaron en alcohol al 70% y se prepararon en láminas para microscopía, a partir del protocolo de Sirisena, Watson, Hemachandra y Wijayagunasekara (2013), con modificaciones. Las observaciones macroscópicas se realizaron con estereomicroscopios Nikon MSZ-1 y las microscópicas con microscopio óptico Olympus CX31 y microscopio de contraste de fases Nikon Eclipse E600 y Zeiss Axio Lab A1. La toma y el análisis de fotografías se realizó con la cámara Lumenera 1-5C y el *software* Image Pro Insight 8.0, respectivamente. El proceso de curaduría post-recolección se desarrolló principalmente en el Museo Entomológico UNAB y en el Instituto Superior de Entomología Abraham Willink de la Universidad Nacional de Tucumán (Argentina). Los especímenes se conservan principalmente en la Colección Taxonómica Central del museo UNAB con ejemplares de respaldo en MEMB. La identificación del material se realizó con base en el estudio de la morfología externa de la hembra adulta. Algunas identificaciones de especímenes del género *Rhizoecus* Kunckel d'Herculais, 1878, se apoyaron en el reconocimiento de cámaras genitales. Se emplearon las claves taxonómicas y descripciones de Balachowsky (1959), Cox (1978), Gill (1988), Gill, Nakahara y Williams (1977), Gimpel y Miller (1996), Granara de Willink (2009), Granara de Willink & Szumik (2007), Kondo (2013), Kondo y Williams (2004), Kosztarab (1996), Kosztarab y Kozár (1988), Kozár y Konczné-Benedicty (2007), McKenzie (1967, 1967), Miller

y McKenzie (1971, 1973), Ramos-Portilla y Caballero (2016), Schneider y Lapolla (2011); von Ellenrieder y Watson (2016), Williams (2004a, 2004b), Williams y Granara de Willink (1992), Williams y Watson (1988), Williams y Kosztarab (1972).

Las hormigas se recolectaron y conservaron en alcohol al 70%; posteriormente, se montaron en alfileres entomológicos y su identificación taxonómica se realizó mediante la observación de la morfología de obreras menores y mayores. Se emplearon estereomicroscopios Nikon MSZ-1, con oculares de 10X, 20X y 30X; se usaron las diagnosis y claves taxonómicas de Fernández (2003), Jiménez, Fernández, Arias y Lozano-Zambrano (2007), LaPolla (2004), LaPolla, Brady y Shattuck (2010), LaPolla y Fisher (2014), Longino (2009), Longino y Fernández (2007), Pacheco y Mackay (2013), Sarnat, Fischer, Guénard y Economo (2015), Wild (2007) y Wilson (2003), así como la comparación de los ejemplares con especímenes curados de la Colección Taxonómica Central del Museo entomológico UNAB y recursos digitales como AntWeb¹, AntWiki² y Bolton³.

Resultados y discusión

Coccomorpha

Se analizaron 4.762 especímenes, a partir de 541 muestras recolectadas, y cerca de 250 de las colecciones entomológicas de UNAB y MEMB. Las demás colecciones entomológicas consultadas no conservan especímenes recolectados en raíces de café. A partir de todos los ejemplares estudiados, fueron identificadas 52 especies de coccomorfos en siete familias: Coccidae (4 spp.), Diaspididae (2 spp.), Margarodidae (1 sp.), Ortheziidae (4 spp.), Pseudococcidae (22 spp.), Putoidae (1 sp.), Rhizoecidae (18 spp.) (tabla 1).

¹ <https://www.antweb.org/>

² http://www.antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki

³ <http://antcat.org>

Akermes colombiensis Kondo & Williams, 2004 (Coccidae), *Eurhizococcus colombianus* Jakubski, 1965 (Margarodidae), *Phenacoccus solani* Ferris, 1918 (Pseudococcidae) y *Rhizoecus variabilis* Hambleton, 1978 (Rhizoecidae) se registran por primera vez para café. *Akermes colombiensis* está registrado como huésped en el estrato epigeo de plantas de las familias Lauraceae, Melastomataceae y Myrtaceae (Kondo & Williams, 2004); *E. colombianus* es una especie hipogea y está registrada en raíces de especies vegetales de las familias Apiaceae, Lauraceae, Rosaceae y Vitaceae (Figuroa, 1946; Jakubski, 1965; Kondo & Gómez, 2008); *P. solani* es polífaga (Ben-Dov, 1994, 2005; Chatzidimitriou et al., 2016; Kondo et al., 2008), sin registro preciso de la estructura vegetal que coloniza; el rizoécido está registrado en *Agave* sp. (Asparagaceae), *Musa* sp. (Musaceae) y *Wedelia fruticosa* Jacq. 1760 (Asteraceae) (García Morales et al., 2016; Kondo et al., 2008). Por otra parte, *Mixorthezia neotropicalis* (Silvestri, 1924) (Ortheziidae), *Chorizococcus caribaeus* Williams & Granara de Willink, 1992, *Dysmicoccus mackenziei* Beardsley, 1959, *D. perotensis* Granara de Willink, 2009, *D. quercicolus* Granara de Willink, 2009, *D. sylvarum* Williams & Granara de Willink, 1992,

Ferrisia uzinuri Kaydan & Gullan, 2012, *Phenacoccus parvus* Morrison, 1924, *P. sisalanus* Granara de Willink, 2009, *Spilococcus mamillariae* (Bouche, 1844), *S. pressus* Ferris, 1950 (Pseudococcidae), *Coccidella ecuadorina* Konczné Benedicty & Foldi, 2004, *Rhizoecus atlanticus* (Hambleton, 1946), *R. spinipes* (Hambleton, 1946) y *R. stangei* McKenzie, 1962 (Rhizoecidae) se registran por primera vez en asociación con café, y su distribución se amplía a Colombia.

Rhizoecus cacticans (Hambleton, 1946) y *Rhizoecus caladii* Green, 1933 estaban registradas previamente en Colombia, asociadas a otros hospedantes. *Rhizoecus cacticans* está registrada en Colombia y asociada a *Agave* sp. (Asparagaceae) y *Fragaria* sp. (Rosaceae) (Posada, 1989; Williams & Granara de Willink, 1992); su registro en café corresponde a Guatemala (Williams & Granara de Willink, 1992). *Rhizoecus caladii* Green, 1933 está registrada en el país asociada a raíces de *Andropogon* sp. y *Brachiaria* sp. (Poaceae), y su registro para café corresponde a Surinam (Hambleton, 1976; Williams & Granara de Willink, 1992).

Tabla 1. Listado de especies de Coccoomorpha y sus hormigas asociadas en raíces de café en Colombia

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Coccidae					
<i>Akermes colombiensis</i> Kondo & Williams, 2004 ¹	<i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870, <i>Solenopsis</i> sp., <i>Tapinoma</i> sp., <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cau, Q			
<i>Coccus viridis</i> (Green, 1889)		Cal, Cau, Ri, To			

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Coccidae					
<i>Saissetia coffeae</i> (Walker, 1852)		Cal, Q, Ri			
<i>Toumeyella coffeae</i> Kondo, 2013	<i>Pheidole</i> sp., <i>Tapinoma</i> sp., <i>Wasmannia</i> <i>auropunctata</i> (Roger, 1863)	Cau, Q	VC	3, 10	NS, VC
Diaspididae					
<i>Hemiberlesia</i> sp.	<i>Linepithema</i> sp., <i>Solenopsis</i> complejo <i>geminata</i>	Cal			
<i>Odonaspis</i> sp.		An			
Margarodidae					
<i>Eurhizococcus</i> <i>colombianus</i> Jakubski, 1965 ¹			Cun		
Ortheziidae					
<i>Insignorthezia insignis</i> (Browne, 1887)	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909)	An, Cau, Q, Ri			
<i>Mixorthezia minima</i> Koczné Benedicty & Kozár, 2004	<i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia</i> <i>auropunctata</i> (Roger, 1863)		NS	3	NS
<i>Mixorthezia</i> <i>neotropicalis</i> (Silvestri, 1924) ^{1,2}		To			
<i>Praelongorthezia</i> <i>praelonga</i> (Douglas, 1891)	<i>Nylanderia steinheili</i> (Forel, 1893), <i>Linepithema</i> sp.	Cal, Q, To			
Pseudococcidae					
<i>Chorizococcus</i> <i>caribaeus</i> Williams & Granara de Willink, 1992 ^{1,2}	<i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Pheidole</i> sp., <i>Tranopelta</i> <i>gilva</i> Mayr, 1866	Cal			

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Pseudococcidae					
<i>Dysmicoccus brevipis</i> (Cockerell, 1893)	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Acropyga</i> pos. <i>guianensis</i> , <i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870, <i>Pheidole</i> sp., <i>Prionopelta</i> sp., <i>Solenopsis</i> complejo <i>geminata</i> , <i>Solenopsis</i> sp., <i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cau, Q, Ri, To	NS, Q, VC	3, 4, 11, 13, 15	NS, VC
<i>Dysmicoccus caribensis</i> Granara de Willink, 2009	<i>Acropyga</i> sp., <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Leptanilloides caracola</i> Donosos, Vieira y Wild, 2006, <i>Pheidole</i> sp.	Cal, Hu, Q, To	NS, VC	3, 5	NS, To, VC
<i>Dysmicoccus</i> complejo <i>joannesiae</i>		Cau, To			
<i>Dysmicoccus</i> complejo <i>texensis</i>	<i>Acropyga</i> pos. <i>guianensis</i> , <i>Acropyga</i> sp., <i>Brachymyrmex pictus</i> Mayr, 1887, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Cryptopone holmgreni</i> (Wheeler, 1925), <i>Hypoconera</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Myrmelachista</i> sp., <i>Nylanderia</i> sp., <i>Nylanderia steinheili</i> (Forel, 1893), <i>Odontomachus</i> sp., <i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870, <i>Pheidole subsphaerica</i> Wilson, 2003, <i>Pheidole</i> sp., <i>Prionopelta</i> sp., <i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804), <i>Solenopsis</i> sp., <i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cau, Q, Ri, To	NS, VC		

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución		Distribución	Autor(es)
Pseudococcidae					
<i>Dysmicoccus grassii</i> (Leonardi, 1913)		Cau, Q, To	NS	11	Cau
<i>Dysmicoccus mackenziei</i> Beardsley, 1965 ^{1,2}	<i>Solenopsis</i> complejo <i>geminata</i>	Cal			
<i>Dysmicoccus neobrevipes</i> Beardsley, 1959				3, 15	VC
<i>Dysmicoccus perotensis</i> Granara de Willink, 2009 ^{1,2}		Cal			
<i>Dysmicoccus quercicolus</i> (Ferris, 1918) ^{1,2}	<i>Pheidole</i> sp.	Cal, Cau			
<i>Dysmicoccus radialis</i> (Green, 1933) ^{1,2}					
<i>Dysmicoccus sylvarum</i> Williams & Granara de Willink, 1992 ^{1,2}	<i>Solenopsis</i> complejo <i>geminata</i>	Cal, Cau, To			
<i>Dysmicoccus texensis</i> (Tinsley, 1900)				3, 11, 15	Cal, Cau, Q, To
<i>Dysmicoccus varius</i> Granara de Willink, 2009	<i>Solenopsis</i> complejo <i>geminata</i>	An, Cal, Cau, To	NS	3, 5	NS
<i>Ferrisia uzinuri</i> Kaydan & Gullan, 2012 ^{1,2}		To			
<i>Phenacoccus parvus</i> Morrison, 1924 ^{1,2}	<i>Pheidole</i> sp.	An			
<i>Phenacoccus sisalanus</i> Granara de Willink, 2007 ^{1,2}	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Acropyga</i> sp., <i>Acropyga</i> <i>smithii</i> Forel, 1893, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Pheidole</i> sp., <i>Solenopsis</i> complejo <i>geminata</i>	An, Cal, Q, Ri	VC		

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Pseudococcidae					
<i>Phenacoccus solani</i> Ferris, 1918	<i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Pheidole</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp., <i>Tranopelta</i> <i>gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cau, Q, Ri, To	VC	3	VC
<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)				11	Cau
<i>Planococcus</i> complejo <i>citri-minor</i>	<i>Solenopsis</i> complejo <i>geminata</i>	Cal	Cau, VC		
<i>Planococcus minor</i> (Maskell, 1897)				3	VC
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	<i>Acropyga</i> pos. <i>guianensis</i> , <i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Acropyga</i> sp., <i>Brachymyrmex pictus</i> Mayr, 1887, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Carebara</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Pheidole</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp., <i>Tapinoma</i> sp., <i>Tranopelta</i> <i>gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cau, Q, Ri, To	VC, NS	3	VC, NS
<i>Pseudococcus</i> <i>jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	<i>Acropyga</i> sp., <i>Pheidole</i> sp., <i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia auro-</i> <i>punctata</i> (Roger, 1863)	Cal, Cau, Ri, Q	Q	15	¿?
<i>Pseudococcus landoi</i> (Balachowsky, 1959)	<i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Brachymyrmex</i> <i>pictus</i> Mayr, 1887	An, Cal, Q, Ri, To	VC	3	VC
<i>Spilococcus</i> <i>mamillariae</i> (Bouche, 1844) ^{1,2}		Q			
<i>Spilococcus pressus</i> Ferris, 1950 ^{1,2}		Cau, Ri			

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Putoidae					
<i>Puto antioquiensis</i> (Murillo, 1931)				4, 9, 12	An
<i>Puto barberi</i> (Cockerell, 1895)	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Acropyga</i> pos. <i>guianensis</i> , <i>Acropyga</i> <i>smithii</i> Forel, 1893, <i>Acropyga</i> sp., <i>Brachymyrmex</i> <i>aphidicola</i> Forel, 1909, <i>Brachymyrmex pictus</i> Mayr, 1887, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Carebara</i> sp., <i>Crematogaster</i> sp., <i>Cryptopone holmgreni</i> (Wheeler, 1925), <i>Cyphomyrmex</i> sp., <i>Hypoponera</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Nylanderia</i> sp., <i>Odontomachus</i> sp., <i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870, <i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884, <i>Pheidole</i> sp., <i>Prionopelta</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp., <i>Strumigenys</i> sp., <i>Tapinoma</i> sp., <i>Tranopelta</i> <i>gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cas, Cau, Hu, Na, Q, Ri, Sa, To	An, B, Cal, NS, VC	3, 11, 13, 15	An, Cal, Cun, NS, Q, Ri, Sa, To, VC
Rhizoecidae					
<i>Capitisetella</i> <i>migrans</i> (Green, 1933)				8, 9, 11	¿?
<i>Coccidella</i> <i>ecuadorina</i> Konczné Benedicty & Foldi, 2004 ^{1,2}		Cau	Na		

(Continúa)

Los insectos escama (Hemiptera: Coccoomorpha) de raíces de café (*Coffea arabica* L.) en Colombia, con registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en asociación

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent. Información literatura		
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Rhizoecidae					
<i>Geococcus coffeae</i> Green, 1933	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Acropyga pos. guianensis</i> , <i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Acropyga</i> sp., <i>Azteca</i> sp., <i>Brachymyrmex aphidicola</i> Forel, 1909, <i>Brachymyrmex pictus</i> Mayr, 1887, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Carebara</i> sp., <i>Hypoconera</i> sp., <i>Leptanilloides caracola</i> Donoso, Vieira y Wild, 2006, <i>Linepithema</i> sp., <i>Odontomachus</i> sp., <i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884, <i>Pheidole</i> sp., <i>Prionopelta</i> sp., <i>Pseudomyrmex</i> sp., <i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804), <i>Solenopsis</i> sp., <i>Strumigenys</i> sp., <i>Tapinoma</i> sp., <i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cau, Q, Ri, To	NS, VC	3, 9, 11, 15, 16	Cau, NS, To, VC
<i>Neochavesia caldasiae</i> (Balachowsky, 1957)	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Brachymyrmex aphidicola</i> Forel, 1909, <i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868, <i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884, <i>Solenopsis</i> sp.	An, Cal, Ri	VC	1, 3, 4, 9, 11, 13, 15, 16	VC
<i>Neochavesia eversi</i> (Beardsley, 1970)				2, 11, 15, 16	¿?
<i>Neochavesia trinidadensis</i> (Beardsley, 1970)				11, 16	¿?

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Rhizoeciadae					
<i>Pseudorhizoecus bari</i> Caballero & Ramos-Portilla 2018			NS	3	NS
<i>Pseudorhizoecus proximus</i> Green, 1933				8, 11, 16	¿?
<i>Rhizoecus americanus</i> (Hambleton, 1946)	<i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Pheidole</i> sp.	An, Cau, Q, Ri	NS, VC	3, 11, 15, 16	VC
<i>Rhizoecus arabicus</i> (Hambleton, 1976)	<i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Acropyga</i> sp., <i>Azteca</i> sp., <i>Brachymyrmex aphidicola</i> Forel, 1909, <i>Brachymyrmex pictus</i> Mayr, 1887, <i>Linepithema</i> sp., <i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870, <i>Pheidole</i> sp., <i>Pseudomyrmex</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp.	An, Cal, Cau, Q, Ri, To		7, 11, 16	Cal
<i>Rhizoecus atlanticus</i> (Hambleton, 1946) ^{1,2}		Ri			
<i>Rhizoecus cacticans</i> (Hambleton, 1946)	<i>Brachymyrmex pictus</i> Mayr, 1887, <i>Carebara</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Pheidole</i> sp., <i>Pseudomyrmex</i> sp., <i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866	An, Cal, Cau, Ri, To	Na		
<i>Rhizoecus caladii</i> Green, 1933		An	Cal		
<i>Rhizoecus coffeae</i> Laing, 1925			NS	3, 4, 6, 11, 13	NS

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Rhizoecidae					
<i>Rhizoecus colombiensis</i> Ramos & Caballero, 2016	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Azteca</i> sp., <i>Brachymyrmex</i> <i>aphidicola</i> Forel, 1909, <i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868, <i>Brachymyrmex</i> <i>pictus</i> Mayr, 1887, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Hypoconera</i> sp., <i>Linepithema</i> sp., <i>Odontomachus</i> sp., <i>Pheidole biconstricta</i> Mayr, 1870, <i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884, <i>Pheidole</i> sp., <i>Prionopelta</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp., <i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1866, <i>Wasmannia</i> <i>auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Cau, Q, Ri, To	VC	3, 14	Cal, VC
<i>Rhizoecus compotor</i> Williams & Granara de Willink, 1992		Ri		16	Cal
<i>Rhizoecus mayanus</i> (Hambleton, 1946)	<i>Acropyga</i> sp., <i>Azteca</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp.	Cal		11	Cal
<i>Rhizoecus setosus</i> (Hambleton, 1946)	<i>Solenopsis</i> sp., <i>Wasman-</i> <i>nia auropunctata</i> (Roger, 1863)	Cau, Ri, To	Cun	11, 13	To
<i>Rhizoecus spinipes</i> (Hambleton, 1946) ^{1,2}	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Acropyga</i> <i>smithii</i> Forel, 1893, <i>Acropyga</i> sp., <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Hypoconera</i> sp., <i>Odontomachus</i> sp., <i>Pheidole</i> <i>radoszkowskii</i> Mayr, 1884, <i>Pheidole</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp., <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cau, Q, Ri, To			

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Taxón	Recolección		Col. Ent.	Información literatura	
	Hormigas asociadas	Distribución	Distribución	Autor(es)	Distribución
Rhizoecidae					
<i>Rhizoecus stangei</i> McKenzie, 1962 ^{1,2}		To			
<i>Rhizoecus variabilis</i> Hambleton, 1978 ¹		An, Q, To			
<i>Ripersiella andensis</i> (Hambleton, 1946)	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909), <i>Acropyga smithii</i> Forel, 1893, <i>Brachymyrmex</i> <i>patagonicus</i> Mayr, 1868, <i>Brachymyrmex</i> <i>pictus</i> Mayr, 1887, <i>Brachymyrmex</i> sp., <i>Hypoponera</i> sp., <i>Odontomachus</i> sp., <i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884, <i>Pheidole</i> sp., <i>Solenopsis</i> sp., <i>Wasmannia</i> <i>europunctata</i> (Roger, 1863)	An, Cal, Q, Ri, To	Cal, VC	3, 6, 13	An, Cun, VC

Nota: Se presenta información discriminada por taxón y fuente de obtención de los especímenes (recolección en campo, ejemplares de colecciones entomológicas y literatura). Para aquellos especímenes recolectados, se indican las especies asociadas y la distribución por departamentos. Para los ejemplares hallados en colecciones entomológicas se muestran los departamentos donde se recolectaron. Para las especies listadas a partir de literatura, se cita la bibliografía y la localización geográfica que se indica en la publicación.

Abreviaciones: (Col. Ent.) colecciones entomológicas, (An) Antioquia, (B) Boyacá, (Cal) Caldas, (Cas) Casanare, (Cau) Cauca, (Cun) Cundinamarca, (Hu) Huila, (Na) Nariño, (NS) Norte de Santander, (Q) Quindío, (Ri) Risaralda, (Sa) Santander, (To) Tolima, (VC) Valle del Cauca. Autores citados: (1) Balachowsky (1957); (2) Beardsley (1970); (3) Caballero et al. (2018); (4) Gallego & Vélez (1992); (5) Granara de Willink (2009); (6) Hambleton (1946); (7) Hambleton (1976); (8) Hambleton (1977); (9) Kondo (2001); (10) Kondo (2013); (11) Kondo et al. (2008); (12) Murillo (1931); (13) Posada (1989); (14) Ramos-Portilla y Caballero (2016); (15) Villegas et al. (2009); (16) Williams y Granara de Willink (1992). Superíndices 1 = Nuevo registro para *Coffea arabica* y 2 = Nuevo registro para el país.

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los cóccidos *Coccus viridis* (Green, 1889) y *Saissetia coffeae* (Walker, 1852), y los orthezíidos *Insignorthezia insignis* (Browne, 1887) y *Praelongorthezia praelonga* (Douglas, 1891) cuentan con registros previos en café para Colombia, pero solo en órganos aéreos de la planta (Ben-Dov, 1994; Kondo, 2001; Posada, 1989). Este es el primer registro que los asocia a raíces para Colombia. De Lotto (1965) registró *S. coffeae* asociada a raíces de café en Kenia.

Con respecto a la familia Diaspididae, se encontraron especímenes pertenecientes a los géneros *Odonaspis* (Leonardi, 1897) y *Hemiberlesia* (Cockerell, 1897). Los especímenes del género *Odonaspis* se registran asociados exclusivamente a raíces de plantas hospedantes distribuidas en diez familias (principalmente Poaceae), en las que no está incluida Rubiaceae (Aono, 2009; Ben-Dov, 1988). Este es el primer registro de asociación con *Coffea arabica*, específicamente en la variedad Geisha. En contraste, *Hemiberlesia* es un género del cual no se tiene registro de hábito hipogeo y con la información aquí consignada se amplía el conocimiento en la biología del género.

Corrección de identificaciones previas

Especímenes identificados por Caballero et al. (2018), como *Dysmicoccus radialis* (Green, 1933), fueron corregidos como *Dysmicoccus grassii* (Leonardi, 1913); por esta razón, la distribución de *D. radialis* se restringe a Quindío y Risaralda, mientras que la de *D. grassii* comprende Cauca y Norte de Santander. Asimismo, especímenes determinados como *Dysmicoccus mackenziei* Beardsley, 1959, por estos mismos autores, se corrigieron como *D. varius*, de tal manera que la distribución de *D. mackenziei* queda restringida al departamento de Caldas.

Relación insectos escama/hormigas

La trofobiosis entre hormigas y escamas es un fenómeno en el que la hormiga se alimenta de la excreción azucarada de la escama o de la escama en sí misma (Gullan, 1997; Ramos & Serna, 2004). Dado el potencial alimenticio que representa una

población de insectos escama para una colonia de hormigas, es entendible que desde hace millones de años este último grupo de insectos incremente las probabilidades de supervivencia de insectos coccómorfos, trasportándolos y protegiéndolos de enemigos naturales (Johnson et al., 2001).

Esta investigación presenta un avance importante en cuanto a registros de nuevas asociaciones entre insectos escama y hormigas, registrando 170 asociaciones para Colombia (tabla 1). En este país, *Acropyga fuhrmanni* (antes *Rhyzomyrma fuhrmanni*) se registra como la “Hormiga de Amagá”, asociada con la escama *Neochavesia caldasiae* (antes *Eumyrmococcus* sp.) (Serna, Mera-Rodríguez, Ramírez, & Gaigl, en prensa; Villegas et al., 2009). *Acropyga fuhrmanni* no se encontró en ninguna de las 32 morfoespecies de hormigas recolectadas en los nueve departamentos visitados. En contraste, se encontraron las hormigas *A. exanguis* y *A. cercana* a *guianensis*. Considerando el volumen de muestras (541), estos resultados permiten concluir que la “Hormiga de Amagá” podría corresponder a una de estas especies y no a *A. fuhrmanni*. Existen además dos registros de *P. proximus* y *R. caladii* con “*Acropyga paramaibensis*” (sic) según Williams (1998), pero esta especie es un sinónimo junior de *A. exanguis*.

Contexto agronómico

La figura 1 muestra la distribución de los insectos escama asociados a raíces de café, con base en el estudio de ejemplares provenientes de recolecciones de campo, revisión de material conservado en colecciones entomológicas y revisión de literatura.

Gil et al. (2015), Villegas et al. (2009) y Villegas-García y Benavides-Machado (2011) mencionan que las especies más importantes para la caficultura colombiana, por el daño económico que generan, son *D. brevipes*, *D. texensis* / *D. neobrevipes* (aquí referenciadas como *Dysmicoccus* complejo *texensis*), *G. coffeae*, *N. caldasiae*, *P. jackbeardsleyi* y *Pu. barberi*. De estas especies, las que tienen mayor distribución geográfica son *Pu. barberi* (14 departamentos), *G. coffeae* (nueve departamentos), *D. brevipes* y *D. complejo texensis* (siete departamentos cada una).

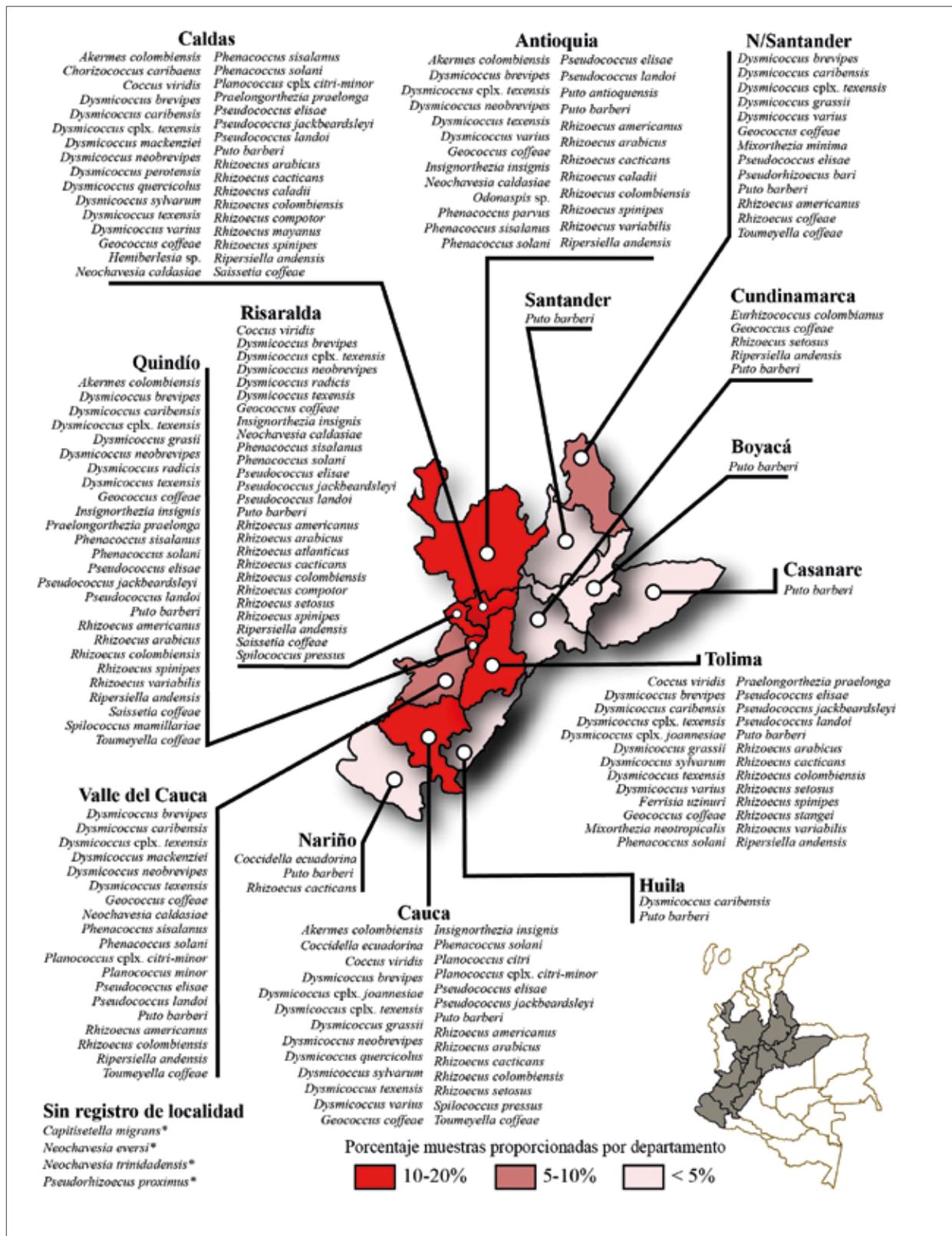


Figura 1. Mapa de distribución por departamentos con lista de insectos escama de Colombia asociados a raíces de café y porcentaje de muestras entregada por departamento. Los nombres con asterisco (*) indican que solo se tiene registro de literatura.

Fuente: Elaboración propia

Neochavesia caldasiae y *Ps. jackbeardsleyi* solo se presentan en tres departamentos. *Geococcus coffeae* es la especie con mayor frecuencia en las 541 muestras analizadas, apareciendo en el 37,9% de las muestras; le sigue *Pu. barberi* (33,3%) y *D. complejo texensis* (24%). *Dysmicoccus brevipes* (5,9%), *N. caldasiae* (2,4%) y *P. jackbeardsleyi* (0,7%) presentan una ocurrencia baja.

En contraste, se registra una ocurrencia mayor de especies no mencionada en literatura como dañinas

para el cultivo, como *R. colombiensis* (15,2%), *P. elisae* (9,6%) y *R. arabicus* (8,9%); esas tres especies, en términos de distribución, se presentan en seis, siete y cinco departamentos, respectivamente.

En ese contexto, según los datos de distribución y frecuencia de ocurrencia proporcionados en esta investigación, se puede decir que en la actualidad las especies potencialmente más importantes son *Puto barberi*, *Geococcus coffeae*, *Dysmicoccus complejo texensis*, *Rhizoecus colombiensis* y *Pseudococcus elisae*.

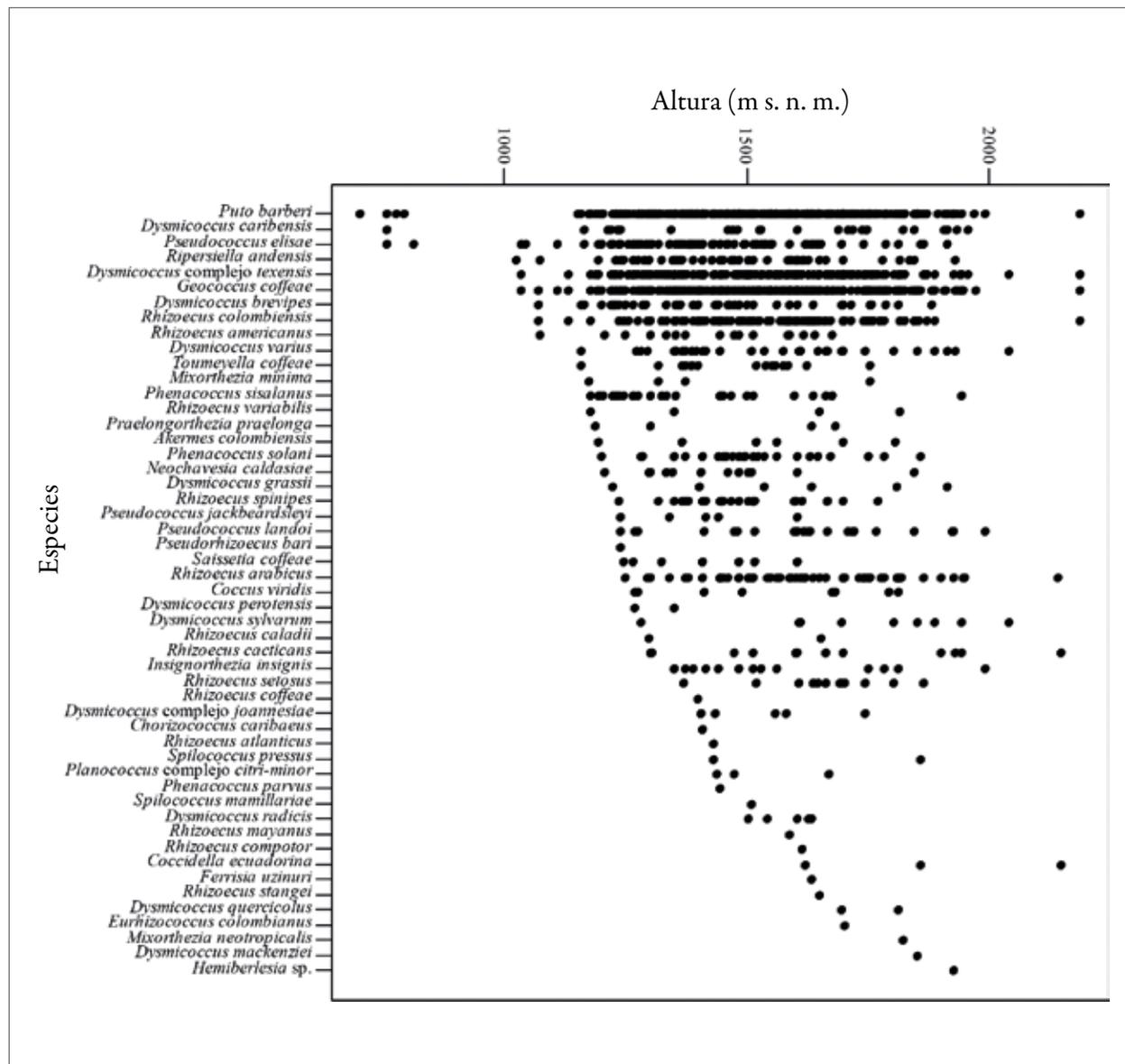


Figura 2. Intervalo de cota de altimetría de las especies de insectos escama asociadas a raíces de café en Colombia. Fuente: Elaboración propia

Esta afirmación es respaldada al observar la distribución altitudinal para cada especie (figura 2). Las cinco especies antes mencionadas presentan el mayor intervalo altitudinal de todo el grupo de especies encontradas, cubriendo cerca de 1.200 m de elevación. *Puto barberi* presenta el mayor rango de distribución (700-2.185 m), *P. elisae* se presenta entre los 760 a 1.900 m s. n. m., mientras que *D.* complejo *texensis*, *G. coffeae* y *R. colombiensis* se presentan entre los 1.000 y 2.200 m s. n. m. Se presentan entonces tres grupos: *Puto barberi* es la especie con mayor capacidad de adaptación altitudinal, lo que le permite estar en cultivos de café de clima cálido, templado y frío; *P. elisae* puede colonizar cultivos establecidos en clima cálido y templado, mientras que *Dysmicoccus* complejo *texensis*, *G. coffeae* y *R. colombiensis* hacen lo inverso, colonizan cultivos establecidos en clima templado y frío. Vale la pena destacar que *D. caribensis*, aunque no es una especie con alta recurrencia en las muestras (0,7%), tiene un intervalo altitudinal tan amplio como *P. elisae* y, por lo tanto, debe ser una especie tenida en cuenta dentro de los monitoreos de insectos escama en raíces de café.

Otro criterio ecológico que toma valor en el aspecto agronómico es el de la relación insecto escama-hormiga, dado que es la forma no antropogénica más común y efectiva para la dispersión de insectos escama (Gullan, 1997; Johnson et al., 2001). Las cinco especies de insectos escama que aquí se proponen como foco de atención y vigilancia fitosanitaria presentan múltiples asociaciones trofobióticas: *Puto barberi* se asocia, al menos, con 24 especies de hormigas; *Geococcus coffeae*, con 23; *Dysmicoccus* complejo *texensis*, con 19; *Rhizoecus colombiensis*, con 16 y *Pseudococcus elisae*, con 12 (tabla 1, columna 2 "Hormigas asociadas"). En este aspecto, cabe resaltar que *D. brevipes* está asociada al menos con 13 especies de hormigas.

Conclusiones

Esta es la primera investigación enfocada exclusivamente en la diversidad de Coccoomorpha asociada a raíces de café para Colombia, además de considerar

su trofobiosis con hormigas. Se genera un avance en el conocimiento taxonómico de insectos escama por medio de nuevos registros geográficos y de hospedantes. La nueva información que presenta este manuscrito aumenta los registros de especies asociadas a raíces de café, de 32 a 61 especies, e incluso el registro general que se tenía de escamas asociadas a café en el país (45 especies). Es importante ampliar el muestreo a provincias biogeográficas donde la investigación es nula, como la zona norte y sur del país. Considerando la diversidad de agroecosistemas de las regiones donde no se hicieron muestreos y de las cuales no existe material conservado en colecciones entomológicas, la diversidad de especies que falta por registrar asociadas al café puede ser mayor. En ese sentido, se recomienda continuar con el proceso de recolección de muestras a lo largo del país para profundizar en el conocimiento de la diversidad de insectos escama y sus hormigas asociadas.

Se evidenció que los insectos escama asociados a raíces son un grupo poco estudiado y carecen de material físico (ejemplares curados, conservados en colecciones entomológicas), que pueda ser utilizado en estudios de morfología, taxonomía y biodiversidad. El aporte de material curado que generó este estudio apunta a contribuir a que el país cuente con evidencia física de la "megadiversidad" de fauna con la que cuenta.

Los resultados taxonómicos de este trabajo tienen un impacto a futuro en el manejo fitosanitario del cultivo. Por una parte, se definen *Dysmicoccus* complejo *texensis*, *Geococcus coffeae*, *Pseudococcus elisae*, *Puto barberi* y *Rhizoecus colombiensis* como las especies con mayor potencialidad de convertirse en plagas. Se recomienda realizar estudios en los que se establezca si son plagas y, si lo son, definir los niveles de daño y los correspondientes umbrales económicos.

En esta misma línea, desde la perspectiva del control químico, la actualización de la lista de especies asociadas a café obliga a reevaluar las opciones que existen para el manejo químico de estas especies. Actualmente, solo existen tres moléculas aprobadas

por el ICA para manejo de cochinillas harinosas (Pseudococcidae y Putoidae) en café: Tiametoxam (neonicotinoide), Lambdacialotrina (piretroide) y Chlorpyrifos (organofosforado) (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2018). Se recomienda comenzar ensayos de eficacia de insecticidas para ampliar el registro de especies blanco que incluyan una porción grupo más amplia del grupo de especies y familias que se listaron en este manuscrito.

Por otra parte, se comprueba que la ocurrencia y frecuencia de aparición de las especies de insectos escama es dinámica y cambiante, por lo que el continuo muestreo y la identificación taxonómica son necesarias para hacer viable los planes de manejo integrado de insectos escama y, además, se demuestra que dentro de la dinámica poblacional de insectos escama están involucradas muchas más especies de las que se pensaba hace apenas 10 años.

En la presente investigación no se hallaron hormigas de las especies *Acropyga fubrmanni* y *A. goeldii*. Teniendo en cuenta el amplio muestreo adelantado en las zonas cafeteras de Colombia, se puede considerar que la presencia de estas dos especies para el café en este país es dudosa. En cambio, las especies *A. exsanguis*, *A. smithii* y *A. cercana* a *guianensis* presentan distribución amplia en las zonas cafeteras de Colombia. Asimismo, las especies *Linepithema angulatum* (Emery, 1894), *Brachymyrmex aphidicola* Forel, 1909, *B. patagonicus* Mayr, 1868, *B. pictus* Mayr, 1887, *Pheidole biconstricta* Mayr, 1870 y *P. radoszkowskii* Mayr, 1884 son de distribución amplia en el país, con asociaciones facultativas con hemípteros (Serna et al., en prensa).

La información obtenida en la presente investigación podría ser tenida en cuenta como punto de partida para el manejo agronómico de hormigas y proporciona información base para posteriores investigaciones dirigidas a la interacción insectos escama-hormiga.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal del Servicio de Extensión Rural de la Federación Nacional de Cafeteros y del Instituto Colombiano Agropecuario por la toma de muestras; a Andrés David Meneses por la identificación de hormigas del género *Brachymyrmex*; a los curadores John Alveiro Quiroz del museo entomológico Francisco Luis Gallego, a Erika Vergara del Museo Entomológico UNAB y colección entomológica Luis María Murillo CTNI; a Juan Carlos de la colección entomológica Marcial Benavides. Por último, agradecemos a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por la infraestructura y equipos para desarrollo de la investigación. A los revisores pares por sus aportes al manuscrito.

Descargos de responsabilidad

Este trabajo fue financiado por Colciencias (Programa Nacional de Ciencias Básicas, código 110165843233, contrato FP44842-004-2015), museo entomológico UNAB (Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá) y la Federación Nacional de Cafeteros. Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Aono, M. (2009). Taxonomic study on Odonaspidini, with particular reference to sexual dimorphism in the second instar (Sternorrhyncha: Coccoidea: Diaspididae). *Insecta Matsumurana. Series Entomology. New Series*, 65, 1-92.
- Balachowsky, A. S. (1957). Sur un nouveau genre aberrant de cochenille radicole myrmécophile nuisable au caféier en Colombie. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France*, 36(1), 157-164.
- Balachowsky, A. S. (1959). Nuevas cochinillas de Colombia I. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 10(41), 337-361.
- Beardsley, J. W. (1970). Three new species of *Chavesia* Balachowsky from Tropical America (Homoptera: Coccoidea). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 20, 509-520.
- Benavides-Gómez, M., & Cárdenas-Murillo, R. (1977). Hormigas de Amagá y de la Esperanza. *Cenicafé Avances Técnicos*, 69, 123-126.
- Ben-Dov, Y. (1988). A taxonomic analysis of the armored scale tribe Odonaspidini of the World (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). *United States Department of Agriculture Technical Bulletin*, 1723, 1-142.
- Ben-Dov, Y. (1994). *A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta, Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae and Putoidae): with data on geographical distribution, host plants, biology, and economic importance*. Andover, Reino Unido: Intercept Limited.
- Ben-Dov, Y. (2005). The solanum mealybug, *Phenacoccus solani* Ferris (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae), extends its distribution range in the Mediterranean Basin. *Phytoparasitica*, 33(1), 15-16. doi:10.1007/BF02980920.
- Ben-Dov, Y., & Hodgson, C. J. (1997). *Soft scale insects their biology, natural enemies and control. Volumen 7A*. Ámsterdam, Países Bajos: Elsevier Science Publishers.
- Bustillo, Á. E. (2008). *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana*. Chinchiná, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Caballero, A., Ramos-Portilla, A. A., Gil, Z. N., & Benavides, P. (2018). Insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) en raíces de café de Norte de Santander y Valle del Cauca, Colombia y descripción de una nueva especie. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 120-128. doi:10.25100/socolen.v44i1.6757.
- Chatzidimitriou, E., Simonato, M., Watson, G. W., Martínez-Sañudo, I., Tanaka, H., Zhao, J., & Pellizzari, G. (2016). Are *Phenacoccus solani* Ferris and *P. defectus* Ferris (Hemiptera: Pseudococcidae) distinct species? *Zootaxa*, 4093(4), 539-551. doi:10.11646/zootaxa.4093.4.5.
- Cox, J. M. (1978). Revision of the *Rhizoecus* species (Homoptera: Pseudococcidae) known from New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 5, 623-638.
- De Lotto, G. (1965). On some Coccidae (Homoptera), chiefly from Africa. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 16(4), 175-239.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *3er Censo Nacional Agropecuario. Hay campo para todos. Tomo 2*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>.
- Federación Nacional de Cafeteros. (1932). *Manual del Cafetero Colombiano*. Bogotá, Colombia: Litografía Colombia.
- Fernández, F. (2003). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá, Colombia: Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Figueroa, A. (1946). Catálogo inicial de las cochinillas del Valle del Cauca (Homoptera-Coccoidea). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 6, 196-220.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2015). *FAO Statistical Pocketbook Coffee 2015*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4985e.pdf>.
- Gallego, F. L., & Vélez, R. (1992). *Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- García-Morales, M., Denno, B., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y., & Hardy, N. B. (2016). ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. *Database*, 2016. doi:10.1093/database/bav118.
- Gavrilov, I. A., & Kuznetsova, V. G. (2007). On some terms used in the cytogenetics and reproductive biology of scale insects (Homoptera: Coccinea). *Comparative Cytogenetics*, 1(2), 169-174.
- Gil, Z. N., & Benavides, P. (2017). Descripción de la escama de la raíz del café *Toumeyella coffeae* Kondo (Hemiptera: Coccidae). *Revista Cenicafé*, 68(1), 7.
- Gil, Z. N., Benavides, P., & Villegas, C. (2015). Manejo integrado de las cochinillas de las raíces del café. *Cenicafé Avances Técnicos*, 459, 1-8.
- Gill, R. J. (1988). *The scale insects of California Part 1: The soft scales (Homoptera: Coccoidea: Coccidae)*. Sacramento, EE. UU.: California Department of Food and Agriculture.
- Gill, R. J., Nakahara, S., & Williams, M. L. (1977). A review of the genus *Coccus* Linnaeus in America North of Panama (Homoptera: Coccoidea: Coccidae). *Occasional Papers of the Bureau of Entomology*, 24, 1-47.
- Gimpel, W. F., & Miller, D. R. (1996). Systematic analysis of the mealybugs in the *Pseudococcus maritimus* complex (Homoptera: Pseudococcidae). *Contributions on Entomology, International*, 2(1), 1-163.
- Granara de Willink, M. C. (2009). *Dysmicoccus* de la Región Neotropical (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 68(1-2), 11-95.

- Granara de Willink, M. C., & Szumik, C. (2007). Phenacoccinae de Centro y Sudamérica (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae): Sistemática y Filogenia. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 66(1-2), 29-129.
- Gullan, P. J. (1997). Relationships with ants. En Y. Ben-Dov & C. J. Hodgson (Eds.), *Soft Scale Insects - Their Biology, Natural Enemies and Control* (Vol. 7, pp. 351-373). Amsterdam, Países Bajos: Elsevier Science. doi:10.1016/S1572-4379(97)80065-6.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2005). *The insects: An outline of entomology* (3rd ed.). Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Gullan, P. J., & Martin, J. (2003). Sternorrhyncha (Jumping Plant Lice, Whiteflies, Aphids, and Scale Insects). En V. H. Resh & R. T. Cardé (Eds.), *Encyclopedia of Insects* (pp. 1079-1089). Cambridge, EE. UU.: Academic Press.
- Hambleton, E. J. (1946). Studies of hypogeic mealybugs. *Revista de Entomologia. Rio de Janeiro*, 17(1), 1-77.
- Hambleton, E. J. (1976). A revision of the New World mealybugs of the genus *Rhizoecus* (Homoptera: Pseudococcidae). *United States Department of Agriculture Technical Bulletin*, 1522, 1-88.
- Hambleton, E. J. (1977). A review of *Pseudorhizoecus* Green, with a description of a related new genus (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Washington Academy of Sciences*, 67(1), 38-41.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2018). *Plaguicidas Químicos*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Regulacion-y-Control-de-Plaguicidas-Quimicos.aspx>
- Jakubski, A. W. (1965). *A critical revision of the families Margarodidae and Termitococcidae (Hemiptera, Coccoidea)*. Londres, Reino Unido: Trustees of the British Museum (Natural History).
- Jiménez, E., Fernández, F., Arias, T., & Lozano-Zambrano, F. (2007). *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Johnson, C., Agosti, D., Delabie, J. H., Dumpert, K., Williams, D. J., Tschirnhaus, M. V., & Maschwitz, U. (2001). *Acropyga* and *Azteca* ants (Hymenoptera: Formicidae) with scale insects (Sternorrhyncha: Coccoidea): 20 million years of intimate symbiosis. *American Museum Novitates*, 3335(1), 1-18. doi:10.1206/0003-0082(2001)335<0001:AAAAHF>2.0.CO;2.
- Kondo, T. (2001). Las cochinillas de Colombia (Hemiptera: Coccoidea). *Biota Colombiana*, 2(1), 31-48.
- Kondo, T. (2013). A new species of *Toumeyella* Cockerell (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae) on coffee roots, *Coffea arabica* L. (Rubiaceae), from Colombia and Venezuela. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 39-51.
- Kondo, T., & Gullan, P. J. (2010). The Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) of Chile, with descriptions of three new species and transfer of *Lecanium resinatum* Kieffer & Herbst to the Kerriidae. *Zootaxa*, 2560(1), 1-15.
- Kondo, T., Ramos, A. A., & Vergara, E. (2008). Updated list of mealybugs and putoids from Colombia (Hemiptera: Pseudococcidae and Putoidae). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 9(1), 29-53.
- Kondo, T., Rodríguez, J. M., Díaz, M. F., Dix, O. J., & Palacio, E. (2018). Description of two new species of *Cryptinglisia* Cockerell (Hemiptera: Coccoomorpha: Coccidae) associated with rosemary, *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) in Colombia. *Zootaxa*, 4420(3), 379. doi:10.11646/zootaxa.4420.3.4.
- Kondo, T., & Williams, M. L. (2004). A new species of myrmecophilous soft scale insect from Colombia in the genus *Akermes* Cockerell (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 30(2), 137-141.
- Kondo, T., & Gómez, C. (2008). La perla de tierra, *Eurhizococcus colombianus*, una nueva plaga de la vid, *Vitis labrusca* L. en el Valle del Cauca. *Novedades Técnicas Corpoica*, 9(10), 34-40.
- Kosztarab, M. (1996). *Scale Insects of Northeastern North America: Identification, Biology and Distribution* (3a ed.). Martinsville, EE. UU.: Virginia Museum of Natural History.
- Kosztarab, M., & Kozár, F. (1988). *Scale Insects of Central Europe*. Budapest, Hungría: Dr. W. Junk Publishers.
- Kozár, F., & Konczné-Benedicty, Z. (2007). *Rhizoecinae of the World*. Budapest, Hungría: Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Science.
- LaPolla, J. (2004). *Acropyga* (Hymenoptera: Formicidae) of the world. *Contributions of the American Entomological Institute*, 33(3), 1-130.
- LaPolla, J., Brady, S., & Shattuck, S. (2010). Phylogeny and taxonomy of the *Prenolepis* genus-group of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology*, 35(1), 118-131. doi:10.1111/j.1365-3113.2009.00492.x.
- LaPolla, J., & Fisher, B. (2014). Then there were five: a reexamination of the ant genus *Paratrechina* (Hymenoptera: Formicidae). *ZooKeys*, 422, 35-48. doi:10.3897/zookeys.422.7779.
- Le Pelley, R. H. (1973). Coffee insects. *Annual Review of Entomology*, 18, 121-142. doi:10.1146/annurev.en.18.010173.001005.
- Longino, J. (2009). Additions to the taxonomy of New World *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*, 2181, 1-90.
- Longino, J., & Fernández, F. (2007). Taxonomic review of the genus *Wasmannia*. En R. Snelling, B. Fisher, & P. Ward (Eds.), *Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson - 50 years of contributions* (pp. 271-289). Gainesville, EE. UU.: American Entomological Institute.
- McKenzie, H. L. (1967). *Mealybugs of California with taxonomy, biology and control of North American species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae)*. Berkeley, EE. UU.: University of California Press.
- Miller, D. R., & McKenzie, H. L. (1971). Sixth taxonomic study of North American mealybugs, with additional species from South America (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). *Hilgardia*, 40(17), 565-602. doi:10.3733/hilg.40n17p565.

- Miller, D. R., & McKenzie, H. L. (1973). Seventh taxonomic study of North American mealybugs (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). *Hilgardia*, 41(17), 489-542. doi:10.3733/hilg.v41n17p489.
- Murillo, L. M. (1931). Los parásitos del café en el departamento de Antioquia. *Revista Cafetera de Colombia*, 3(1), 943-949.
- Pacheco, J., & Mackay, W. (2013). *The systematics and biology of the new world thief ants of the genus Solenopsis (Hymenoptera: Formicidae)*. Lewiston, EE. UU.: Edwin Mellen Press.
- Posada, L. (1989). *Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia*. Boletín Técnico 43 (4ª ed.). Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Ramos, A. A., & Serna, F. J. (2004). Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*, 57(2), 2383-2412.
- Ramos-Portilla, A. A., & Caballero, A. (2016). *Rhizoecus colombiensis* Ramos & Caballero, a new species of hypogean mealybug (Hemiptera: Cocomorpha: Rhizoecidae) and a key to the species of *Rhizoecus* from Colombia. *Zootaxa*, 4092(1), 55-68. doi:10.11646/zootaxa.4092.1.3.
- Sarnat, E., Fischer, G., Guénard, B., & Economo, E. (2015). Introduced *Pheidole* of the world: taxonomy, biology and distribution. *ZooKeys*, 543, 1-109. doi:10.3897/zookeys.543.6050.
- Schneider, S. A., & Lapolla, J. S. (2011). Systematics of the mealybug tribe Xenococcini (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae), with a discussion of trophobiotic associations with *Acropyga* Roger ants. *Systematic Entomology*, 36(1), 57-82. doi:10.1111/j.1365-3113.2010.00546.x.
- Serna, F., Mera-Rodríguez, D., Ramírez, K., & Gaigl, A. (en prensa). Capítulo 34. Hormigas de mayor impacto en la agricultura colombiana. En F. Fernández, T. Delsinne, & R. Guerrero (Eds.), *Hormigas de Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Sirisena, U. G., Watson, G. W., Hemachandra, K. S., & Wijayagunasekara, H. N. (2013). A modified technique for the preparation of specimens of Sternorrhyncha for taxonomic studies. *Tropical Agricultural Research*, 24(2), 139-149.
- Villegas, C., Benavides, P., Zabala, G., & Ramos, A. A. (2009). Cochinillas harinosas asociadas a las raíces del café: descripción y biología. *Cenicafé Avances Técnicos*, 386, 8.
- Villegas-García, C., & Benavides-Machado, P. (2011). Identificación de cochinillas harinosas en las raíces de café en departamentos cafeteros de Colombia. *Revista Cenicafé*, 62(1), 48-55.
- Von Ellenrieder, N., & Watson, G. (2016). A new mealybug in the genus *Pseudococcus* Westwood (Hemiptera: Cocomorpha: Pseudococcidae) from North America, with a key to species of *Pseudococcus* from the New World. *Zootaxa*, 4105(1), 65-87. doi:10.11646/zootaxa.4105.1.3.
- Waller, J. M., Bigger, M., & Hillocks, R. J. (2007). *Coffee pests, diseases and their management*. Oxford, Reino Unido: CAB International.
- Wild, A. (2007). *Taxonomic revision of the ant genus Linepithema (Hymenoptera: Formicidae)* (Vol. 126). Berkeley, EE. UU.: University of California Press.
- Williams, D. J. (1998). Mealybugs of the general *Eumyrmococcus* Silvestri and *Xenococcus* Silvestri associated with the ant genus *Acropyga* Roger and a review of the subfamily Rhizoecinae (Hemiptera, Coccidae, Pseudococcidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, 67(1), 1-152.
- Williams, D. J. (2004a). A synopsis of the subterranean mealybug genus *Neochavesia* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae: Rhizoecinae). *Journal of Natural History*, 38(22), 2883-2899. doi:10.1080/00222930310001657856.
- Williams, D. J. (2004b). *Mealybugs of southern Asia*. Kuala Lumpur, Malasia: Southdene Sdn. Bhd.
- Williams, D. J., & Granara de Willink, M. C. (1992). *Mealybugs of Central and South America*. Londres, Reino Unido: CAB International.
- Williams, D. J., & Hodgson, C. J. (2014). The case for using the infraorder Cocomorpha above the superfamily Coccoidea for the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha). *Zootaxa*, 3869(3), 348-350. doi:10.11646/zootaxa.3869.3.9.
- Williams, D. J., & Watson, G. W. (1988). *The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region. Pt. 1. The Armoured Scales (Diaspididae)*. Wallingford, Reino Unido: CAB International.
- Williams, M. L., & Kosztarab, M. (1972). *Morphology and systematics of the Coccidae of Virginia with notes on their biology (Homoptera: Coccoidea)*. Blacksburg, EE. UU.: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Wilson, E. (2003). *Pheidole in the new world: A dominant, hyperdiverse ant genus*. Cambridge, EE. UU.: Harvard University Press.