Agron. Mesoam. 30(1):281-298. Enero-abril, 2019
ISSN 2215-3608, doi:10.15517/am.v30i1.32600
http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso

Revisión bibliográfica

Las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae) y su impacto en el cultivo de Musáceas[1]

Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their impact on the Musaceae crop

Melissa Palma-Jiménez[2], Mónica Blanco-Meneses[3], César Guillén-Sánchez[4]

[1] Recibido: 1 de marzo, 2018. Aceptado: 5 de junio, 2018. Este trabajo formó parte de la tesis de Maestría de la primera autora, Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Laboratorio de Técnicas Moleculares de Fitopatología del Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos (CIPROC). San José, Costa Rica.

[2] Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Programa de Maestría. Apartado postal 2060. melissapal@gmail.com (http://orcid.org/0000-0003-1986-0185).

[3] Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Coordinadora del Laboratorio de Técnica Moleculares de Fitopatología del CIPROC. San José, Costa Rica. Apartado postal 2060. monica.blancomeneses@ucr.ac.cr

[4] Corporación Bananera Nacional S.A. (CORBANA). Departamento de Protección Ambiental y Entomología. Limón, Pococí. Apartado postal 70201. cguillensanchez@gmail.com

Resumen

Introducción. La cochinilla harinosa (Hemiptera: Pseudococcidae) se conoce por su importancia a nivel comercial, ya que puede afectar todas las etapas de desarrollo del cultivo y causar pérdidas de la cosecha. El nombre se deriva de la secreción de cera blanca que presentan las hembras alrededor del cuerpo. **Objetivo.** El objetivo de la presente revisión bibliográfica consistió en sintetizar los principales aspectos relacionados con la taxonomía, biología, daños a las plantas hospedantes, distribución geográfica e impacto de la cochinilla harinosa en las Musáceas. **Desarrollo.** La mayoría de los géneros tienen una amplia distribución a nivel geográfico. Pueden transportarse durante el embarque del cultivo a exportar, escapando a las regulaciones fitosanitarias, con un alto riesgo de introducción como plaga de cultivos de importancia económica de otros países. Para identificar al individuo a nivel de especie se utilizan las hembras adultas, los machos y ninfas carecen de las características necesarias para su clasificación. Dentro de la familia Pseudococcidae sobresale *Pseudococcus elisae* (Borchsenius), como una de las primeras especies identificadas en el cultivo de Musáceas. El Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica, declaró para finales del 2013 e inicios del 2014, emergencia fitosanitaria a causa del aumento de *P. elisae*, sin embargo, existen registros de hasta veinticuatro especies como vectores del virus del estriado del banano, pertenecientes a catorce géneros con distintos orígenes. El período de alimentación donde ocurre la transmisión, está relacionado con la especie de cochinilla harinosa y las condiciones ambientales. A la vez que inyectan toxinas, se secretan líquidos azucarados del floema de la planta, que sirven de medio para el establecimiento de hongos sobre la superficie de los órganos atacados, lo cual provoca daños fisiológicos al cultivo. **Conclusión.** Por esta razón, es de gran importancia considerar los aspectos relacionados con la taxonomía, la biología, las plantas hospedadoras y la distribución geográfica de las diferentes especies de la cochinilla harinosa para desarrollar estrategias apropiadas que controlen la propagación de la plaga.

Palabras claves: cochinilla en banano, cochinilla en plátano, Coccoidea, insectos plaga, taxonomía.

© 2019 Agronomía Mesoamericana es desarrollada en la Universidad de Costa Rica bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escriba a pccmca@ucr.ac.cr, pccmca@gmail.com

Abstract

Introduction. The mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) is known for its importance at commercial level, since it can affect all stages of development on agricultural crops and cause harvest losses. The name is derived from the secretion of white wax that females present around of the body. **Objective.** The aim of this bibliographical review was to synthesize the main aspects related to taxonomy, biology, damage to host plants, geographic distribution and the impact of the mealybug on Musaceae. **Development.** Most of the genres have a wide geographical distribution. Can be transported during the shipment of the crop to be exported, slipping away from the phytosanitary regulations, with a high risk of introduction as a pest of economically important crops to other countries. To identify the individual at species level, adult females are used, males and nymphs lack of the necessary characteristics for their classification. Within the Pseudococcidae family, *Pseudococcus elisae* (Borchsenius) stands out as one of the first species identified in the Musaceae crop. The State Phytosanitary Service (SFE, acronyms in spanish) of the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG, acronyms in spanish) from Costa Rica, declared by the end of 2013 and the beginning of 2014, a phytosanitary emergency due to the increase of *P. elisae*, however there are records of up to twenty-four species as vectors of banana streak virus, belonging to fourteen genera with different origins. The feeding period where the transmission, occurs, is associated with the mealybug species and the environmental conditions. At the same time that they inject toxins, the sugary liquids are secreted from the phloem of the plant, which serves as a means for the establishment of fungi on the surface of the attacked organsthat cause several physiological damages to the crop. **Conclusion.** For this reason, it is of great importance to consider related aspects to taxonomy, biology, host plants and the geographical distribution of the different species of the mealybug to develop appropriate strategies that control the pest propagation.

Keywords: mealybug in banana, mealybug in plantains, Coccoidea, pest insects, taxonomy.

Introducción

Las cochinillas harinosas, piojos harinosos o algodonosos, son insectos que pertenecen al orden Hemiptera y a la familia Pseudococcidae, a la cual corresponden unas 2200 especies alrededor del mundo (Ben-Dov et al., 2013). Se caracterizan por presentar un marcado dimorfismo sexual (Ramos y Serna, 2004); los machos son diminutos (aproximadamente 1 mm) (Gerson y Applebaum, 2015), presentan antenas largas, un par de alas que les confiere alta movilidad, un corto periodo de vida, no se alimentan, su única función es fecundar a las hembras (Guillén et al., 2010). El estudio enfocado a la morfología de los machos es escaso (Bahder et al., 2015), se ha realizado en menos de un 1% de la fauna del mundo (Llorente et al., 2006), razón por la cual la caracterización taxonómica de los distintos grupos de cochinillas se basa en el estudio de los caracteres de la hembra, con base en el número y posición de las estructuras del cuerpo (Gimpel y Miller, 1996). Las hembras son ápteras, cubiertas por una capa de cera, la cual tiene proyecciones laterales en forma de filamentos, y poseen un aparato bucal de tipo chupador que les permite succionar los contenidos nitrogenados de las plantas hospedantes (Williams y Granara-de-Willink, 1992; Ramos y Serna, 2004).

Las cochinillas harinosas se conocen por su importancia a nivel comercial, ya que pueden afectar todas las etapas de desarrollo del cultivo y causar pérdidas de la cosecha, provocando rechazo de la fruta para exportación. Los daños producidos por las cochinillas harinosas se manifiestan como un debilitamiento en la planta, también se puede observar decoloraciones de las hojas, acompañadas de necrosis en los bordes. El tipo de daño y síntomas provocados por estos insectos son característicos en la mayoría de los miembros de la familia Pseudococcidae (SFE, 2015). Algunos individuos de esta familia se conocen por ser plagas y transmisores de patógenos de musáceas tanto en plátano como en banano. Atacan partes de la planta como las axilas, raíces, tallos, puntos de crecimiento y frutos. Estudios indican que, los cultivos de Musáceas se ven afectados principalmente por especies de los géneros

Agron. Mesoam. 30(1):281-298, enero-abril, 2019
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

Pseudococcus spp. y *Dysmicoccus* spp. (Palma-Jiménez y Blanco-Meneses, 2016a; 2016b; 2017); sin embargo, se ha determinado que diferentes especies participan como vectores del virus del estriado del banano (BSV) (Harper et al., 2004; Meyer et al., 2008; Sison et al., 2017). El proceso de transmisión inicia cuando el insecto se alimenta de plantas enfermas; en esta actividad toman los jugos celulares y adquieren el BSV, posteriormente, al repetirlo sobre plantas sanas inoculan el virus (SFE, 2015).

Las instituciones agrícolas de los países importadores, constantemente reiteran el cuidado que se debe tener con el manejo de plagas y patógenos sobre los cultivos de importancia alimentaria. De acuerdo con esto, cada vez más se establecen regulaciones fitosanitarias para prevenir el riesgo de ingreso, dispersión y establecimiento sobre los cultivos agrícolas, ya que el mal manejo en el campo puede causar pérdidas significativas en cualquier territorio si sobrepasa el nivel de protección establecido (FAO, 2001).

Los departamentos responsables de la certificación fitosanitaria, vigilancia y control de plagas, ambos del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), ente adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, garantizan el funcionamiento efectivo del control, vigilancia e inspección para la certificación fitosanitaria en puntos de salida, sitios de producción, empaque de cultivos para exportación y control de plagas reglamentadas y de importancia económica (Jiménez, 2014). Estos departamentos deben cumplir con lo dispuesto en las Medidas Fitosanitarias, como la DSFE-02-06, directriz para el manejo de malezas de importancia económica y cuarentenarias, así como para la producción y exportación. Si al inspeccionar un contenedor de exportación, se verifica la presencia de una plaga reglamentada viva, se ampliará la muestra, si aparece otro espécimen vivo en la muestra ampliada, se rechazará el producto a exportar (Jiménez, 2014). El SFE hace cumplir las regulaciones establecidas en el instructivo CF-I-01, documento que se aplica durante inspecciones de certificación fitosanitaria en puntos de salida de productos reglamentados para exportación. Además, se comprueba si los países de destino requieren declaraciones adicionales de ausencia de plagas (Zúñiga, 2014). Debido a la complejidad reglamentaria, así como la identificación de los especímenes, la correcta detección, por medio de la descripción de caracteres, suele presentarse como un problema, principalmente cuando se deben identificar y discriminar plagas cuarentenarias de las que no lo son (Gimpel y Miller, 1996), a menos que se cuente con la opinión de un experto (Kondo et al., 2008a), o bien, se realicen distintos análisis de identificación complementaria como pruebas morfológicas y de ADN del insecto (Malausa et al., 2010; Abd-Rabou et al., 2012). Tales esfuerzos han permitido identificar nuevas especies alrededor del mundo (Kondo et al., 2005; Kaydan y Gullan 2012; Kondo et al., 2012; Gullan et al., 2013).

El objetivo de la presente revisión bibliográfica consistió en sintetizar los principales aspectos relacionados con la taxonomía, biología, daños a las plantas hospedantes, distribución geográfica e impacto en el cultivo de musáceas de la cochinilla harinosa.

Clasificación taxonómica de la cochinilla harinosa

Escamas (Coccoidea), es el nombre común por el que se conoce a más de 8000 especies, estas pueden ser de tipo duras, suaves o algodonosas y se encuentran distribuidas principalmente en regiones tropicales y subtropicales. Las familias que presentan el mayor número de especies corresponden a: Diaspididae con 2500, Pseudococcidae con 2200 y Coccidae con 1000 (Padilla, 2000; Ben-Dov et al., 2013).

Las cochinillas harinosas presentan la siguiente clasificación taxonómica (Williams y Granara-de-Willink, 1992; NCBI, 2006): orden Hemiptera, Sub orden Sternorrhyncha, superfamilia Coccoidea y familia Pseudococcoidae.

Para la clasificación de las familias, las escamas generalmente se dividen en dos grupos informales, los archaeococcoidos y los neococcoidos. Los segundos se componen de diecisiete familias existentes: Aclerdidae, Asterolecaniidae, Beesoniidae, Cerococcidae, Coccidae, Conchaspididae, Dactylopiidae, Diaspididae, Eriococcidae, Halimococcidae, Kermesidae, Kerriidae, Lecanodiaspididae, Micrococcidae, Phoenicococcidae, Stictococcidae y Pseudococcidae (Koteja y Azar, 2008; Gullan y Martin, 2009).

ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

Existen tres tipos de subfamilias: Phenacoccinae (con 69 géneros), Rhizoecinae (con 5 géneros) y Pseudococcinae (con 201 géneros) (Downie y Gullan, 2004; Gullan y Cook, 2007; Hardy et al., 2008). Los Pseudococcinae se agrupan en las tribus Pseudococcini (para *Pseudococcus*, *Dysmicoccus*), Planococcini (*Planococcus* y *Planococcoides*), Trabutinini (*Amonostherium*, *Antonina*, *Balanococcus*, *Nipaecoccus* y *Paracoccus*) y Ferrisia (*Ferrisia y Anisococcus*) (Downie y Gullan, 2004; Hardy et al., 2008).

Se han identificado cochinillas de acuerdo con el tamaño de su cola (Metcalf y Flint, 1962). Las de cola larga se reproducen por huevo, todos los filamentos sobre el cuerpo son casi de igual longitud, ninguno de ellos supera un cuarto de la longitud del cuerpo; y las de cola corta paren ninfas, tienen cuatro filamentos largos en la punta de su abdomen que pueden ser tan largos como su cuerpo.

A pesar de tales diferencias en relación al fenotipo de estos insectos, la clasificación taxonómica sigue siendo un reto para muchos investigadores (Kondo et al., 2008a). Estudios a nivel molecular se presentan como una opción conjunta con las técnicas de clasificación convencional, sin embargo, se han identificado distintos patrones evolutivos al comparar la región 18S y 28S ribosomal, el factor de elongación-1α y el gen mitocondrial del citocromo oxidasa subunidad I (Palma-Jiménez y Blanco-Meneses, 2016a; 2016b; 2017). Tales hallazgos a nivel molecular, complementan el estudio de la cochinilla harinosa y se sugiere realizar investigación considerando el estudio de la microbiota bacteriana (Thao et al., 2002), pasando por la citogenética (Prantera y Bongiorni, 2012), tipo de hábitat, la biología del insecto, observaciones *in situ* de apareamiento, morfometría y geografía (Ramos-Portilla, 2006). El uso de algunas o todas estas combinaciones tendrá éxito de acuerdo con la calidad de datos y naturaleza de los ejemplares, acuñando el término de "taxonomía integrativa" (Will et al., 2005).

Descripción de la cochinilla harinosa

El nombre común de la cochinilla harinosa deriva de la secreción de cera blanca, en polvo o harinosa, que cubre el cuerpo de las ninfas y las hembras adultas de la mayoría de las especies (Cooman, 2009), las cuales se alimentan succionando la savia de la planta. Las hembras en su estadio adulto se asemejan a los estados inmaduros por la ausencia de alas; pueden poner los huevos en una bolsa u ovisaco y presentar una secreción filamentosa o ser ovovivíparas (que se reproducen por huevos, pero que no salen del cuerpo materno hasta que está muy adelantado su desarrollo embrionario) y carecen de la secreción filamentosa. Presentan un collar ligeramente rígido alrededor de la parte inferior de cada uno de los ojos con presencia de poros discoidales pequeños o ausencia de estos. Las tibias posteriores son uniformes en toda su longitud en la mayoría de las muestras, otras difieren en tamaño (Beardsley, 1986; Williams y Granara-de-Willink, 1992; Miller et al., 2005; CABI, 2013).

La cochinilla hembra adulta presenta un cuerpo de consistencia blanda, el tamaño y color del cuerpo varían de acuerdo con la especie; la forma puede ser alargada, ovoide o casi circular. Sobre la superficie tergal puede verse la segmentación del cuerpo, pero no se nota una diferencia entre cabeza, tórax y abdomen (Figura 1A). Sin embargo, en casi la totalidad de las especies es fácil observar un par de antenas y tres pares de patas. De acuerdo con Mani y Shivaraju (2016), la cochinilla harinosa hembra adulta puede llegar a medir hasta 8-9 mm de longitud, aunque autores como Kaydan et al. (2015) mencionaron una longitud de menos de 5 mm. Otros autores indican tamaños de aproximadamente 2,8 mm de longitud y 1,5 mm de ancho, cuando presentan forma de óvalo (Al-Helal et al., 2012); sin embargo, en otro estudio se han reportado medidas de 2,2 mm de longitud y 2 mm de ancho, que corresponde a cochinillas de forma redondeada (Palma-Jiménez y Blanco-Meneses, 2017). Para identificar al individuo a nivel de especie se utilizan las hembras adultas; los machos y ninfas carecen de las características de diagnóstico que utilizan la mayoría de las claves y guías para su clasificación (Saccaggi et al., 2008).

La cochinilla macho adulta es parecida a un insecto con un tamaño de aproximadamente 0,51 mm a 1,15 mm de longitud, presenta el cuerpo dividido en tagmas (cabeza, tórax y abdomen) y pueden ser alados o ápteros. El

Agron. Mesoam. 30(1):281-298, enero-abril, 2019
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

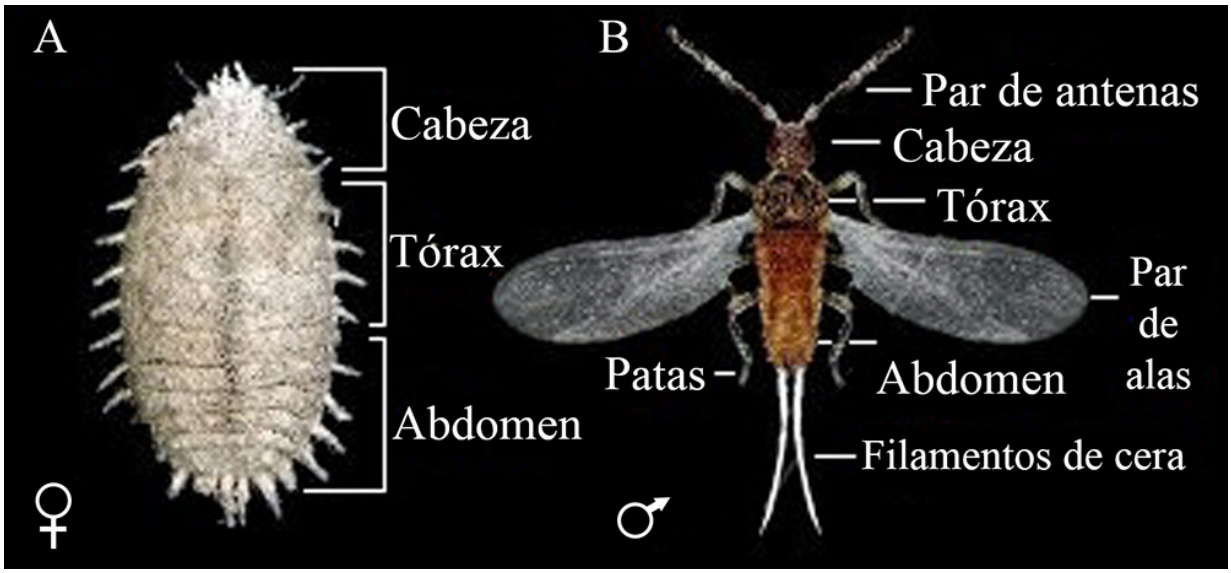


Figura 1. Comparación de la cochinilla harinosa hembra y el macho *Planococcus citri* (modificado de Protasov, 2017). A. Vista dorsal del cuerpo de la hembra adulta donde se observa la segmentación del cuerpo (cabeza, tórax y abdomen). B. Superficie tergal del cuerpo de la cochinilla macho adulta donde se observa un par de antenas, la cabeza, el tórax, un par de alas, el abdomen, tres pares de patas y un par de dos filamentos de cera.

Figure 1. Female and male *Planococcus citri* mealybug comparison (modified from Protasov, 2017). A. Dorsal view of female adult body where the body segmentation is observed (head, thorax, and abdomen). B. Tergal body surface of the adult male where a pair of antennae, the head, the thorax, a pair of wings, the abdomen, three pairs of legs and a pair of two wax filaments are observed.

macho alado tiene dos alas, dos pares de ojos simples (Hardy et al., 2008), un par de antenas y tres pares de patas (Gerson y Applebaum, 2015) (Figura 1B). El aparato bucal está atrofiado, por esta razón presenta una vida de corta duración; su función principal es aparearse (Williams, 1991).

Se menciona la importancia de los especímenes macho como material adicional para explicar las relaciones filogenéticas dentro de la familia Pseudococcidae (Beardsley, 1962), pero no hay información reciente que incorpore su estudio para tal comprensión. Esta falta de información es debido a la dificultad de captura, ya que al aire libre no son visibles; usualmente presentan vida corta, de 2-4 días a temperatura ambiente, y carecen de caracteres definidos (Mendel et al., 2012).

Biología de la cochinilla harinosa

Todas las cochinillas tienen una forma de vida similar, solo difieren ligeramente en morfología, de acuerdo con la especie (Gullan, 2000). Predomina la reproducción sexual, aunque algunas especies son partenogenéticas (provenientes de células sexuales femeninas sin fecundación). Las cochinillas hembra presentan cuatro estadios de desarrollo, mientras que los machos presentan cinco (incluyendo el estadio adulto). Ambos sexos tienen tres estadios larvarios y las hembras no forman ovisaco hasta que son adultas (Metcalf y Flint, 1962; Miller et al., 2002; Gullan y Martin, 2009), los machos adicionalmente tienen un estadio pupal (Figura 2).

Las cochinillas ponen de 300 a 600 huevos en un periodo de aproximadamente una o dos semanas, que eclosionan las ninfas entre los seis y nueve días, lo que incrementa rápidamente su población. Su desarrollo ocurre

ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

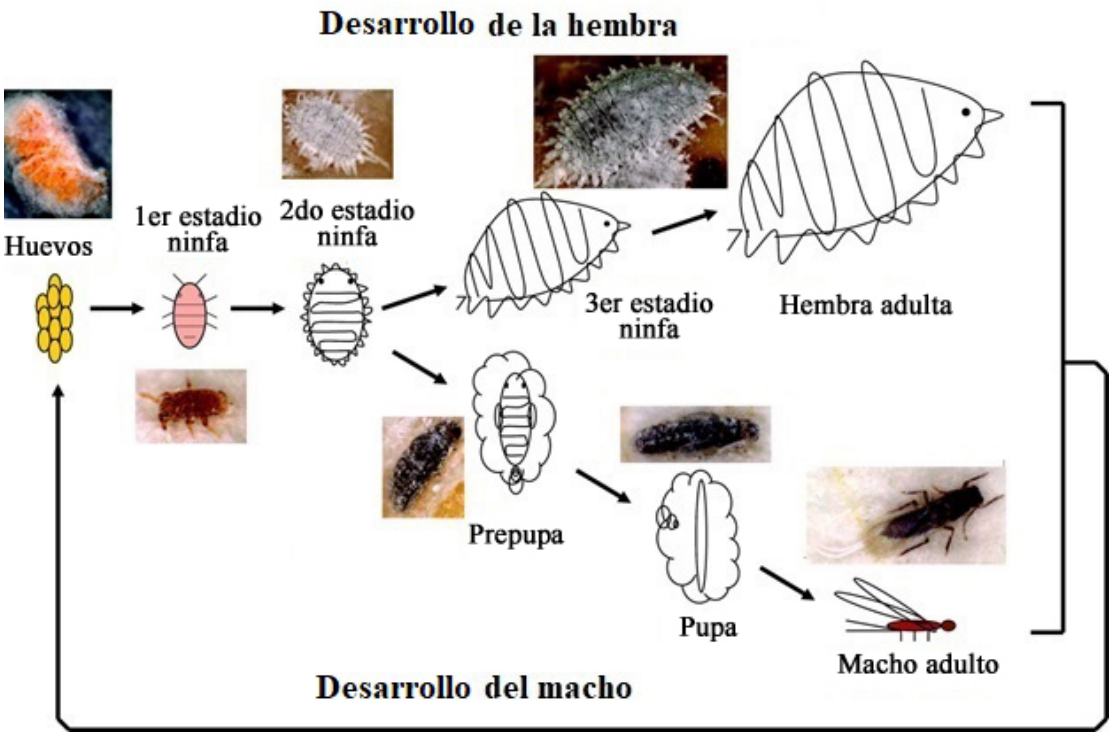


Figura 2. Ciclo de desarrollo de las cochinillas harinosas hembra y macho a partir de la formación de los huevos producto de la reproducción. La cochinilla hembra presenta cuatro estadios de desarrollo: tres estadios de ninfa y el estadio de hembra adulta. El macho presenta cinco estadios de desarrollo: dos estadios de ninfa, formación de la prepupa, formación de la pupa y el estadio de macho adulto (modificado de Kono et al., 2008).

Figure 2. Life cycle of female and male mealybugs from the eggs formation resulting of the reproduction. Female mealybug presents four developmental stages: three nymph stages and an adult female stage. Male mealybug has five stages of development: two nymph stages, the prepupa formation, the pupa formation and an adult male stage (modified from Kono et al., 2008).

dentro de un saco de tipo algodonoso y cera debajo de su abdomen esternal. Estos sacos de huevos generalmente los depositan en la base de tallos ramificados y hojas de las plantas. Las ninfas permanecen en el saco durante un día o dos después de la eclosión, antes de trasladarse sobre la planta en busca de alimentos. Poco después de la producción de huevos, la cochinilla hembra muere (Mani, 1988; Cooman, 2009). Factores como la temperatura y el tipo de especie, influyen en el tiempo en que se desarrolla una generación (de huevo a adulto), algunos autores mencionan que tarda aproximadamente un mes. Las cochinillas tienen de una a nueve generaciones por año, dependiendo de las condiciones climáticas y la especie de esta plaga (Metcalf y Flint, 1962; Miller et al., 2002).

Las ninfas presentan un color más claro respecto al estado adulto, seis patas, cuerpos suaves de forma ovalada y aplanada. Cuando se encuentran en el primer estadio no se puede distinguir a la hembra del macho (Mani y Shivaraju, 2016). Una vez que ha comenzado la alimentación, las hembras fisiológicamente son capaces de secretar un material blanco de cera que cubre su cuerpo y produce aproximadamente 36 filamentos a su alrededor; solo cambian ligeramente de aspecto cuando pasan del estado de ninfa a la etapa adulta. Las hembras se convierten en adultas después de la última muda y los machos lo logran luego de pasar por una fase de pupa. Solo los machos pupan (Mau y Kessing, 2000) y solo se alimentan en su primer y segundo estadio ninfal; en su estadio de prepupa

Agron. Mesoam. 30(1):281-298, enero-abril, 2019
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

forman un saco ceroso (Williams, 1991) y luego pasan al estadio pupal en el cual no se alimentan, antes de emerger como adulto (Williams y Hodgson, 2013). Ellos mueren poco después de que se han apareado, suelen sobrevivir por no más de un día (Mau y Kessing, 2000).

La edad fisiológica de los machos adultos de cochinillas harinosas fue determinada por Mendel et al. (2012) en relación con el alargamiento del par de dos filamentos de cera secretados por la bolsa glandular, localizada en los segmentos VII y VIII del abdomen (Figura 1B). La longitud de estos filamentos varía según la especie y se ha determinado que alcanzan su longitud máxima en un rango mínimo de tiempo de 29 h en la especie *Planococcus vovae* (Nasonov) y un máximo de 47 h para la especie *Nipaecoccus viridis* (Newstead).

Debido a que la cochinilla harinosa hembra es un insecto de naturaleza sedentaria, resulta más fácil localizarla, sin embargo, no es fácil obtener su erradicación. Se ha determinado que presenta una variedad de enemigos naturales, como avispas Chalcidoidea, en particular Encyrtidae e insectos de la familia Coccinellidae. Otros enemigos naturales incluyen hongos, crisopas y ácaros (Ramos y Serna, 2004; CABI, 2013). Como parasitoides específicos de la cochinilla harinosa se indica a *Anagyrus kamali* Moursi y a *Gyranusoidea indica* Shafee (Hymenoptera: Encyrtidae) (Evans et al., 2012).

Daños en plantas hospedantes

Las cochinillas se alimentan de la savia de las plantas y provocan daños a las mismas por ser vectores de patógenos (Hardy et al., 2008; Kono et al., 2008; Vijay y Suresh, 2013). La extracción de savia se lleva a cabo por las ninfas y hembras adultas en su proceso de alimentación. A la vez inyectan una toxina, transmiten virus o excretan ligamaza (líquido azucarado) que sirve de medio para el establecimiento de hongos (fumaginas) sobre la superficie de los órganos atacados. Los síntomas causados por la infestación de los diferentes órganos son los siguientes: deformaciones de las yemas terminales y axilares, secamiento y caída de flores, frutos pequeños y deformes, los cuales sufren caída por el impacto de las toxinas inyectadas; por último, el hospedero severamente infectado puede morir (Mani y Krishnamoorthy, 2001; Gullan y Martin, 2009; Villegas-García et al., 2009).

Plantas hospedantes

Las cochinillas harinosas pueden infectar un amplio ámbito de plantas, desde ornamentales hasta cultivos agrícolas (Gullan y Martin, 2009). En países como República Dominicana, Ecuador y Colombia, la plaga se ha encontrado en plantas de las siguientes familias: Aizoaceae, Arecaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Cactaceae, Cannaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Crassulaceae, Cruciferae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Fabaceae, Liliaceae, Malvaceae, Musaceae, Nyctaginaceae, Portulacaceae, Proteaceae, Rutaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Verbenaceae (Williams y Granara-de-Willink, 1992; Ramos y Serna, 2004; Ben-Dov et al., 2013).

En países como Jamaica y Kiribati se han identificado cochinillas harinosas en *Acacia* sp. (acacia) y *Mangifera indica* (mango) (Beardsley, 1986). En Papua Nueva Guinea, las Filipinas y Tailandia se han registrado en *Manihot esculenta* (yuca) y *Musa* sp. (Williams, 1988). El mismo autor reporta como plantas huésped los cultivos de *Lycopersicum esculentum* (tomate) y *Solanum tuberosum* (papa) en Kiribati, Tuvalu, Indonesia, Borneo y Malasia.

De acuerdo con el estudio realizado por Beardsley (1986), en la Isla Gilbert se identificaron cochinillas harinosas en *Acalypha* sp. (mimosa), *Brassica oleracea* (Col), *Lycopersicon esculentum* (tomate) y *Pluchea odorata* (orégano). Asimismo, en Hawaii fueron identificadas en *Alpinia purpurata* (jengibre rojo) y *Aglaonema* sp. (aglaonema). En Perú en *Musa* spp. (plátano, banano) y *Citrus limonum* (citrus). Otras plantas hospedantes reportadas son: *Acalypha setosa* (hierba aserradilla), *Cissus sicyoides* (bejuco de parra), *Physalis pubescens*

ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

(farolillo chino), *Piper tuberculatum* (cordoncillo), *Rivinia humilis* (chilacuaco), *Urera elata* (ortiga) y *Zingiber officinale* (jengibre) (Williams y Granara-de-Willink, 1992).

En el caso particular del género *Pseudococcus* se han encontrado especímenes en plantaciones de banano en localidades de Centroamérica como Costa Rica, Guatemala, Honduras y Panamá (Williams y Granara-de-Willink, 1992; Palma-Jiménez y Blanco-Meneses, 2016a; 2016b).

Distribución geográfica

La mayoría de los géneros tienen una amplia distribución a nivel geográfico (Ben-Dov et al., 2013). Este grupo incluye a las especies nativas de Australasia (Williams y Watson, 1988), del Neártico (McKenzie, 1967), del Paleártico, de la región Oriental (Williams, 2004) y Neotropical (Williams y Granara-de- Willink, 1992); alguna estructuración geográfica se registró con la inclusión de un grupo formado por taxones nativos de Nueva Zelanda, otro grupo de especies nativas de Australia y un tercer grupo de taxones de las Américas (Gavrilov-Zimin y Гаврилов-Зимин, 2015).

Se conocen especies de cochinillas establecidas en la Región Neotropical (incluye la región tropical y subtropical, desde América Central hasta el norte de América del Sur), aunque sus centros de origen están localizados en otros lugares, entre estas se encuentran: *Antonina graminis* (Maskell), *Brevennia rehi* (Lindinger), *Chaetococcus bambusae* (Maskell), *Geococcus coffeae* (Green), *Planococcus* sp., *Pseudococcus calceolariae* (Maskell), *Pseudococcus comstocki* (Kuwana), *Pseudococcus cryptus* (Hempel), *P. longispinus*, *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn), *P. longispinus*, *Rhizoecus falcifer* (Künckel d'Herculais) y *Sacharicoccus sacchari* (Cockerell) (Ben-Dov et al., 2013). Mientras que las especies originadas en el continente americano que han sido establecidas en otras regiones geográficas son: *Chorizococcus rostellum* (Lobdell), *Dysmicoccus alazon* (Williams), *Dysmicoccus neorevipes* (Beardsley), *Ferrisia consobrina* (Williams y Watson), *Ferrisia virgata* (Cockerell), *Phenacoccus madeirensis* (Green), *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, *Phenacoccus parvus* (Morrison), *Pseudococcus elisae* (Borchsenius) y *Pseudococcus importatus* (McKenzie) (Williams y Granara-de-Willink, 1992). Otras especies reportadas en la región del Neártico (que corresponde a los Estados Unidos) incluye cochinillas como *Paradoxococcus mcdanieli* (McKenzie) (Ben-Dov et al., 2013). Cabe mencionar la presencia de los géneros *Dysmicoccus* y *Pseudococcus* en casi todas las regiones geográficas (Downie y Gullan, 2004).

Al ser las cochinillas insectos con capacidad de movilizarse con el viento, generalmente se trasladan de planta en planta, inclusive se ha reportado casos donde la corriente las ha llevado a través del mar bajo condiciones meteorológicas adecuadas (de 18 a 30ºC de temperatura y alta humedad) (Meissner et al., 2009). Estos aspectos permiten comprender la facilidad de la migración de estos insectos hacia otras regiones del mundo, ya que existen registros de especies oriundas de otros continentes en determinadas regiones geográficas (Kondo et al., 2001).

En las regiones de América Central y del Sur de la región Atlántica, se comparten bordes de tierra que limitan entre países. Las fronteras de estas tierras a menudo pueden ser cruzadas sin alguna inspección por los trabajadores agrícolas, comerciantes y otros migrantes, y fácilmente pueden propagarse plagas de plantas en zonas agrícolas. La facilidad humana para transportar una plaga dentro de la región Atlántica por asuntos de embarque, junto con un insuficiente nivel de garantías fitosanitarias, garantiza un alto riesgo de introducción de plagas de cultivos agrícolas de importancia económica de otros países (Meissner et al., 2009).

Cochinillas harinosas como plaga de impacto en el cultivo de banano

Dentro de la familia Pseudococcidae sobresale la cochinilla harinosa *P. elisae*, como una de las primeras especies identificadas en el cultivo de banano (Williams y Granara-de-Willink, 1992). Según Borchsenius (1948),

Agron. Mesoam. 30(1):281-298, enero-abril, 2019
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

P. elisae fue descrita a partir de muestras de plátanos interceptados en Leningrado, en la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (USSR, por sus siglas en inglés). En 1959 fue colectada en las islas de Hawai, específicamente en Honolulu y es conocida como la cochinilla de banano (Nakahara, 1981). Durante 1967 se hallaron especímenes de una cochinilla que infestaba fuertemente el banano en plantaciones de América Central. En 1968, en la Universidad de Davis, California, se llegó a la conclusión de que los holotipos (ejemplares únicos) usados en la descripción original de *P. elisae* en América Central, eran congéneres (mismo género) dentro del cultivo de banano y se asociaron a esta especie (Beardsley, 1986).

Debido a su similitud morfológica, *P. elisae* ha sido confundida con *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Beardsley), esta fue descubierta por Gimpel y Miller (1996) para separarla de *P. elisae*. Ambas especies poseen un gran número de poros discoidales asociados con el ojo (entre 7 a 9) que se encuentran en un borde esclerotizado. *P. elisae* tiene un rango de 3 a 8 ductos tubulares con anillo oral en el abdomen tergal y ninguno está presente en el segmento VII, presenta más de veinte poros multiloculares en el segmento III del abdomen esternal, la tibia suele ser más corta o de la misma longitud que el tarso del par posterior de las patas. *P. jackbeardsleyi* se diferencia por tener un rango de 14 a 27 ductos tubulares con anillo oral en el abdomen tergal y uno presente en el segmento VII, característica que se considera distintiva entre ambas especies (Figura 3). Presenta menos de quince poros multiloculares en el segmento III del abdomen esternal y la tibia ligeramente más larga que el tarso posterior (Gimpel y Miller, 1996; Palma-Jiménez y Blanco-Meneses, 2016a).

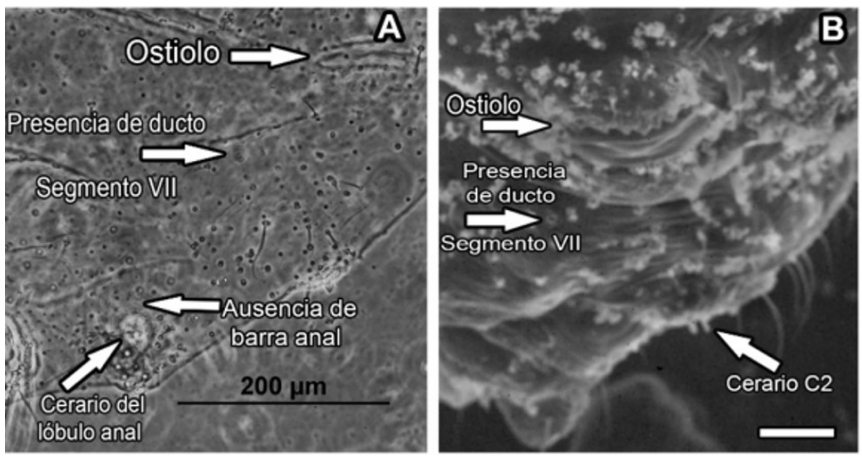


Figura 3. Ducto tubular con anillo oral contiguo al segmento VII, junto al ostiolo, que identifica la cochinilla harinosa *Pseudococcus jacksbearlsleyi* del cultivo de banano, colectado de la finca Siquirreña, región Atlántica de Costa Rica, 2012.
A. Mediante la técnica de microscopía óptica, se observó la ausencia de la barra anal en el lóbulo anal del cerario, así como la presencia del ducto. **B.** Por la técnica de microscopía electrónica de barrido se verificó la presencia del ducto tubular con anillo oral cerca del segmento VII. Escala: 36,4 µm (B); (modificado de Palma-Jiménez y Blanco-Meneses, 2016b).

Figure 3. Oral rim tubular duct contiguous to the segment VII, next to ostiole, which identifies the mealybug *Pseudococcus jacksbearlsleyi* from banana crop, collected from the Siquirreña Farm, Atlantic region, Costa Rica, 2012.
A. Through light microscopy technique, the lack of anal bar in the anal lobe cerarii, as well as the presence of the duct were observed. **B.** The oral rim tubular duct presence was verified by Scanning electron microscopy technique nearby the segment VII. Scale: 36,4 µm (B); (modified from Palma-Jiménez and Blanco-Meneses, 2016b).

Los registros de *P. elisae* reportan a la especie en la región de América Central, América del Norte y del Sur (Ben-Dov et al., 2013; CABI, 2013) y pocos países en el sur de Asia (Williams y Watson, 1988). *P. jackbeardsleyi* ha sido reportada en: Aruba, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, China, Taiwán, Colombia, Costa Rica, Cuba,

ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Martinica, Micronesia, Estados Federados de las Islas Carolinas, Nicaragua, Panamá, Filipinas, Puerto Rico, Singapur, Tailandia, Trinidad y Tobago, Venezuela y Estados Unidos en los estados de Florida, Texas e Islas Virginia (Gimpel y Miller, 1996; Ben-Dov et al., 2013).

La identificación errónea entre las especies *P. elisae* y *P. jackbeardsleyi*, fue mostrada por Gimpel y Miller (1996), información registrada en varias de las publicaciones anteriores al año 1996 (García et al., 2016). Por lo tanto, las descripciones e ilustraciones de la hembra adulta con el nombre de *P. elisae* corresponden a *P. jackbeardsleyi*: *P. elisae* Beardsley (1986); *P. elisae* Williams (1988); *P. elisae* Williams y Watson (1988); *P. elisae* Lit et al. (1990), en parte; *P. elisae* Williams y Granara-de-Willink (1992), en parte; *P. elisae* Ben-Dov (1994), en parte; y *P. elisa*e Lit y Calilung (1994), en parte. Ambas especies presentes en el cultivo de musáceas (CABI, 2013).

Otras especies de cochinilla harinosa han sido reportadas en el cultivo de musáceas por Kondo et al. (2008b), quienes mencionaron además de *P. jackbeardsleyi*, *D. brevipes*, *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky); Villegas-García et al. (2009) a *D. neobrevipes*, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley), *Pseudococcus landoi* (Balachowsky), *Pseudococcus peregrinabundus* (Borchsenius), *Pseudorhizoecus proximus* (Green), *Ferrisia* sp., *Neochavesia eversi* (Beardsley), *Paraputo ingrandi* (Beardsley), *Paraputo larai* (Williams), *Ripersiella andensis* (Hambleton). Mientras tanto Blanco et al. (2003), mencionaron para *Musa* spp. a *D. alazon*, *Dysmicoccus bispinosus* (Beardsley), *D. brevipes*, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley), *Planococcus minor* (Markell) y *S. sacchari*. Por su parte Williams y Matile-Ferrero (1999) reportaron varias especies de cochinilla harinosa que se han identificado en plantaciones de banano en Etiopía correspondientes a: *Planococcus citri* (Risso), *D. brevipes*, *Dysmicoccus grassii* (Leonardi), *F. virgata*, *Paracoccus burnerae* (Brain), *Paraputo anomalies* (Newstead), *Planococcus ficus* (Signoret), *Planococcus musae* Matile-Ferrero & Williams, *Rastrococcus iceryoides* (Green), *Rastrococcus invadens* Williams y *Paraputo ensete* (Williams y Matile-Ferrero, 1999).

En Sri Lanka, ubicado al sureste de India en Asia, encontraron infestadas grandes plantaciones de bananos comerciales y hasta huertos familiares con la cochinilla harinosa *D. neobrevipes*, llamada comúnmente como la cochinilla de la anona o piña gris. Esta cochinilla es una grave amenaza para la producción agrícola rentable, ya que afecta el valor estético de las plantas y está por convertirse en un problema grave en los próximos períodos, debido a su modo de dispersión y las condiciones ecológicas imperantes (Muthulingam et al., 2013).

El Servicio Fitosanitario del Estado del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, declaró para finales del 2013 e inicios del 2014, emergencia fitosanitaria en este país a causa del aumento de poblaciones de la cochinilla harinosa *P. elisae*, la cual provocó daños severos en el cultivo de banano, redujo su calidad como producto de exportación nacional y provocó un gran impacto económico (Rodríguez, 2013), se estimó que la zona afectada alcanzó unas 24 000 ha. Se mencionó que este incremento fue causado por los cambios de clima en la vertiente Caribe, desde Talamanca hasta Sarapiquí.

Se realizó una investigación de las cochinillas harinosas presentes en distintas fincas productoras de banano de la región Atlántica de Costa Rica, con el objetivo de identificar y comprender las relaciones morfológicas y moleculares de dichos individuos. La investigación contó con el apoyo del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic) y el Laboratorio de Fitopatología Molecular del Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC), ambos de la Universidad de Costa Rica. En dicha investigación se reportaron por primera vez secuencias moleculares para las especies de *P. elisae*, *P. jackbeardsleyi*, así como *D. brevipes,* como plagas presentes en el cultivo de Musáceas (Palma-Jiménez y Blanco-Meneses, 2016a; 2016b; 2017).

Agron. Mesoam. 30(1):281-298, enero-abril, 2019
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

Virus transmitidos por las cochinillas harinosas al cultivo de Musáceas

Virus del estriado del banano (Banana streak *virus*, BSV)

Las plantas son infectadas por dos tipos de ADN: virus de cadena simple tipo Geminiviridae; y virus de cadena doble tipo Caulimoviridae (géneros Caulimovirus y Badnavirus). Las tres principales especies del género Badnavirus correspondientes al virus del estriado del banano (BSV, del inglés Banana streak virus) e identificados en Musáceas. son: el virus del rayado MY del banano (BSMYV, del inglés Banana streak Mysore virus), el virus del rayado GF del banano (BSGFV, del inglés Banana streak GF virus) y el virus del rayado OL del banano (BSOLV, del inglés Banana streak OL virus). La erradicación de los BSV es muy rara, debido a la integración en el genoma de las Musáceas (Remans et al., 2007). Este se caracteriza por ser circular tipo bicatenario, encapsidados en partículas baciliformes (Frison y Sharrock, 1998; Manzo-Sánchez et al., 2014). El virus es altamente variable tanto serológicamente como genómicamente (Harper et al., 2004), existen formas episomales y endógenas conocidas por su distribución mundial (Kumar et al., 2015). La forma integrada permanece latente por varios años hasta antes de que la replicación viral inicie y los síntomas aparezcan (Manzo-Sánchez et al., 2014).

El BSV es el virus que más ampliamente se distribuye y que infecta a las Musáceas en todo el mundo (Lockhart y Jones, 2000). Fue descrito por primera vez en Costa de Marfil en 1958, posteriormente se detectó en Asia y Australia, así como en algunos países de América Latina y el Caribe (Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Puerto Rico, Venezuela y en Florida, Estados Unidos). Su daño no está bien definido, ya que en algunas áreas aparenta ser un problema leve, mientras que en otras, como en Costa de Marfil, puede causar hasta el 90% de pérdidas (Frison y Sharrock, 1998). Los síntomas característicos de la infección por BSV son rayas cloróticas o necróticas continuas o discontinuas en las hojas. Los síntomas adicionales a veces pueden incluir la necrosis del pseudotallo y el retraso en el crecimiento, y la infección a veces conduce a la muerte de la planta (Harper et al., 2004). La enfermedad también reduce el vigor y crecimiento del cultivo, disminuye el peso del racimo y ocasiona distorsión de los frutos (Manzo-Sánchez et al., 2014).

Existen dos formas infecciosas del BSV: la forma episomal, resultante de la infección de células de las plantas después de la transmisión por cochinillas harinosas, y la forma endógena, que corresponde a secuencias del BSV integradas en el genoma B (Geering et al., 2005). Las partículas infecciosas de ambos orígenes son típicamente transmitidas por cochinillas de la familia Pseudococcidae (Kubiriba et al., 2001). Se conocen veinticuatro especies de cochinillas pertenecientes a catorce géneros que son vectores de *Badnavirus* en Musáceas (Cuadro 1). Las observaciones de campo sugieren que los síntomas provocados por el virus se van presentando de forma lenta (Daniells et al., 2001).

Se ha determinado que las especies de cochinillas harinosas *D. brevipes*, *Pl. citri*, *Pl. ficus* y *P. longispinus*, presentan capacidad para transmitir el episomal de la raya del banano (BSOLV) al banano cv. Williams (subgrupo Cavendish, AAA) (Meyer et al., 2008). Se evidenció que en invernadero el BSV es transmitido por la cochinilla harinosa de los cítricos *Pl. citri;* y la cochinilla harinosa *S. sacchari* es transmisora del virus *Badnavirus baciliforme* de la caña de azúcar (SCBV) al banano; ambas identificadas en Uganda (Harper et al., 2004). De acuerdo con lo descrito por Meyer et al. (2008), se identificó la transmisión del BSV por medio de *Dysmicoccus* spp. en África Occidental y América del Sur; *Pl. musae* en Nigeria, *F. virgata* en India, *D. brevipes*, *Pl. ficus* y *P. burnerae* en Sur África. La transmisión experimental de BSV también se ha obtenido con la cochinilla harinosa *Pseudococcus comstoki* (Kuwana). La transmisión del BSV en Filipinas por medio de las cochinillas harinosas *P. elisae* y *D. brevipes,* fue reportada por Sison et al. (2017); las plantas de prueba inoculadas exhibieron síntomas típicos de

Cuadro 1. Especies de cochinillas harinosas que son vectores del virus del estriado del banano, género *Badnavirus* en Musáceas.
Table 1. Mealybugs species that are vectors of the banana streak virus, genus *Badnavirus* in Musaceae.

Especie vector	Forma de virus reportada	Referencia
Cataenococcus ensete (Williams & Matile-Ferrero)	BSV	Williams y Matile-Ferrero, 1999; Watson y Kubiriba, 2005
Dysmicoccus near *bispinosus* (Beardsley)	BSV	Armijos, 2008
Dysmicoccus brevipes (Cockerell)	BSOLV	Kubiriba et al., 2001; Meyer et al., 2008
Dysmicoccus grassii (Leonardi)	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Dysmicoccus texensis (Tinsley)	BSV	Espinosa, 2010
Ferrisia virgata (Cockerell)	BSMYV	Selvarajan et al., 2006; Tripathi et al., 2016
Geococcus coffeae Green	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Maconellicoccus hirsutus (Green)	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Nipaecoccus nipae (Maskell)	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Paracoccus burnerae (Brain)	BSV	Muturi et al., 2013; Watson y Kubiriba, 2005
Paraputo anomalus (Newstead)	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Phenacoccus parvus Morrison	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Planococcus citri (Risso)	BSOLV, BSGFV	Lockhart et al., 1992; Kubiriba et al., 2001; Meyer et al., 2008
Planococcus ficus (Signoret)	BSOLV, BSGFV	Meyer et al., 2008
Planococcus minor (Markell)	BSV	González et al., 2002
Planococcus musae (Matile-Ferrero & Williams)	BSV	Watson y Kubiriba, 2005; Tripathi et al., 2016
Planococcoides njalensis (Laing)	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Pseudococcus elisae (Borchsenius)	BSV	Armijos, 2008
Pseudococcus longispinus (Targioni Tozzetti)	BSV	Kubiriba et al., 2001
Pseudococcus comstocki (Kuwana)	BSV	Su, 1998
Pseudococcus cryptus Hempel	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Rastrococcus iceryoides (Green)	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Rastrococcus invadens Williams	BSV	Watson y Kubiriba, 2005
Saccharicoccus sacchari (Cockerell)	BSV	Lockhart et al., 1992; Kubiriba et al., 2001

BSV a los 115 y 267 días después de la inoculación, y una sola infección de BSMYV provocó los síntomas más graves. Como vector del BSV del banano, Muturi et al. (2013) reportaron a *P. burnerae* y González et al. (2002) a *Pl. minor.* Varias especies de cochinillas se han mencionado como vectores del virus del racimo del banano (Banana bunchy top virus, BBTV) en Filipinas: *D. brevipes*, *D. neobrevipes*, *R. invadens*, *N. nipae* y *Planococcus* sp. (Navasero, 2008)

El período de alimentación donde ocurre la adquisición del BSV está asociado con las especies de cochinillas harinosas y con las condiciones ambientales (Muturi et al., 2013). Los periodos varían entre 5 min a 24 h en especies de *Pseudoccocus* spp. y *Dysmicoccus* sp. (Kubiriba, 2005). Sin embargo, un estudio realizado en Taiwán por Su (1998), sugirió que la especie *Pl. citri* solo adquirió el BSV después de 24 h, además, mencionó que la adquisición del virus tuvo mayor éxito durante la temporada de invierno que durante la temporada de verano. Aunado a lo anterior, Muturi et al. (2013) explicaron que la temperatura tiene efecto durante la alimentación y la inoculación del BSV. En los días calurosos el estilete no alcanza el floema donde se encuentra el virus, de esta forma no lo puede adquirir, por lo que se requiere un periodo prolongado de alimentación. De acuerdo con el autor, en Kenia, la especie *P. burnerae* no pudo adquirir el BSV durante los días calurosos (24-30 ºC) y la adquisición fue exitosa solo durante los días fríos (9-20 ºC) o por la noche (8-13 ºC).

Agron. Mesoam. 30(1):281-298, enero-abril, 2019
ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v30i1.32600

La transmisión del BSV al cultivo de musáceas, ha sido analizado por medio de la técnica de reacción en cadena de la polimerasa de inmunocolección o IC-PCR (del inglés, Immuno-capture Polymerase Chain Reaction) y la técnica Triple Sandwich de Anticuerpo de ELISA o TAS-ELISA (del inglés, Triple Antibody Sandwich ELISA) a los tres y seis meses posteriores a la infección. Los resultados después de seis meses fueron esencialmente los mismos que a los tres meses para todas las especies del estudio (Meyer et al., 2008). La IC-PCR, junto con la técnica de amplificación de ciclo continuo (RCA, del inglés Rolling Circle Amplification) para seleccionar plántulas sanas y enfermas para ensayos de transmisión del virus, también fue empleada por Muturi et al. (2016).

Conclusiones

Se ha determinado que la mayoría de los géneros de cochinillas harinosas tienen una amplia distribución a nivel geográfico. Las regiones fronterizas entre países a menudo pueden ser cruzadas sin alguna inspección por trabajadores agrícolas, comerciantes y otros migrantes, lo que facilita la propagación de la plaga en zonas agrícolas. Además, algunos problemas de clasificación, son un alto riesgo en los distintos cultivos de plantas, lo que representa un problema cuando se deben identificar plagas cuarentenarias de las que no lo son. El cambio climático se presenta como otro factor clave, capaz de alterar la flora y fauna de las distintas regiones geográficas, razón por la cual es necesario establecer estudios más exhaustivos en el control de las poblaciones de cochinillas harinosas, con ello se evitan futuras emergencias fitosanitarias, así como daños severos en cultivos de importancia alimenticia como por ejemplo el cultivo de Musáceas, catalogado como uno de los principales productos de exportación en los países de la región tropical, y con ello, procurar mantener la calidad como producto de exportación. Por esta razón, es de gran importancia considerar los aspectos relacionados a la taxonomía, biología, plantas hospedantes, distribución geográfica y conocer sobre las especies transmisoras de virus. Esta base de conocimiento se presenta como plataforma para comprender el impacto de la plaga en los cultivos afectados e idear estrategias para controlar su propagación.

Literatura citada

Abd-Rabou, S., H. Shalaby, J.F. Germain, N. Ris, P. Kreiter, and T. Malausa. 2012. Identification of mealybug pest species (Hemiptera: Pseudococcidae) in Egypt and France, using a DNA barcoding approach. Bull. Entomol. Res. 102:515-523. doi:10.1017/S0007485312000041

Al-Helal, M. A., K.N. Ahmed, N-E-P. Khanom, and S. Bulbul. 2012. Observations on papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams & Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) damaging some crops in Bangladesh. J. Plant Protec. Sci. 4: 8-15.

Armijos, F. 2008. Principales tecnologías generadas para el manejo del cultivo de banano, plátano y otras Musáceas. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Guayaquil, ECU.

Bahder, B.W., M.L. Bollinger, M.R. Sudarshana, and F.G. Zalom. 2015. Preparation of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) for genetic characterization and morphological examination. J. Insect Sci. 15:104. doi:10.1093/jisesa/iev086

Beardsley, J.W. 1986. Taxonomic notes on *Pseudococcus elisae* Borchsenius, a mealybug new to the Hawaiian fauna (Homoptera: Pseudococcidae). Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 26:31-34.

Beardsley, J.W. 1962. Descriptions and notes on male mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 18:81-98.

Ben-Dov, Y. 1994. A systematic catalogue of the mealybugs of the world. 1a ed. Andover, UK.

Ben-Dov, Y., D.R. Miller, and G.A.P. Gibson. 2013. ScaleNet: Scale insects (Coccoidea) database. USDA, USA. http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm (accessed Jun. 27, 2016).

Blanco, E., I. Pérez, y A.M. Rodríguez. 2003. Encuesta de los pseudocóccidos de Cuba. Resultados del período 2001-2002. Fitosanidad 7:31-36.

Borchsenius, N.S. 1948. Notes on *Pseudococcus comstocki* (Kuw.) and some allied species (Homoptera: Cocoidea), with descriptions of three new species. Bull. Entomol. Res. 39:417-421. doi:10.1017/S0007485300022513.

CABI. 2013. *Pseudococcus elisae* (banana mealybug). In: CABI, editor, Invasive species compendium. CAB International, Wallingford, GBR. http://www.cabi.org/isc (accessed Sep. 7, 2015).

Cooman, A. 2009. Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano Magdalena y Urabá Colombia. AUGURA, Medellin, COL.

Daniells, J.W., A.D.W. Geering, N.J. Bryde, and J.E. Thomas. 2001. The effect of banana streak virus on the growth and yield of dessert bananas in tropical Australia. Ann. Appl. Biol. 139:51-60. doi:10.1111/j.1744-7348.2001.tb00130.x

Downie, D.A., and P.J. Gullan. 2004. Phylogenetic analysis of mealybugs (Hemiptera: Cocoidea: Pseudococcidae) based on DNA sequences from three nuclear genes, and a review of the higher classification. Syst. Entomol. 29:238-259. doi:10.1111/j.0307-6970.2004.00241.x

Espinoza, W. 2010. Transmisión biológica del virus de estriado del banano (BSV) con cuatro especies de piojos harinosos de banano y plátano. Tesis Bach., Universidad Agraria del Ecuador, ECU.

Evans, G., T. Kondo, M.F. Maya-Álvarez, L.M. Hoyos-Carvajal, J.A. Quiroz, and M. Silva-Gómez. 2012. First report of *Anagyrus kamali* Moursi and *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam and Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of the pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) on San Andres Island, Colombia. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 13:219-222. doi:10.21930/rcta.vol13_num2_art:260.

FAO. 2001. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. FAO, Roma, ITA. http://www.fao.org/docrep/003/x9800s/x9800s17.htm (consultado 26 feb. 2018).

Frison, E.A., and S.L. Sharrock., editors. 1998. Banana streak virus: A unique virus-Musa interaction? INIBAP, Montepellier, FRA.

García, M.M., B.D. Denno, D.R. Miller, G.L. Miller, Y. Ben-Dov, and N.B. Hardy. 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database 2016:IDbav118 doi:10.1093/database/bav118

Gavrilov-Zimin, I.A., and И.А. Гаврилов-Зимин. 2015. System of generic groups in mealybugs (Homoptera: Coccinea: Pseudococcidae). Zoosyst. Ross. 24:236-259.

Geering, A.D., M.M. Pooggin, N.E. Olszewski, B.E. Lockhart, and J.E. Thomas. 2005. Characterisation of Banana streak Mysore virus and its evidence that its DNA its DNA is integrated in the B-genome of cultivated Musa. Arch. Virol. 150:787-796. doi:10.1007/s00705-004-0471-z

Gerson, U., and S. Applebaum. 2015. Pseudococcidae. FRA. http://www.agri.huji.ac.il/mepests/entry/Pseudococcidae/ (accessed 08 Jan. 2018).

Gimpel, W.F., and D.R. Miller. 1996. Systematic analysis of the mealybugs in the *Pseudococcus maritimus* complex (Homoptera: Pseudococcidae). Associated Publishers, Gainesville, FL, USA.

González, A.G., C. Font, y E. Miranda. 2002. *Planococcus minor* (markell), vector del virus estriado del plátano (BSV). Fitosanidad 6:47-48.

Guillén, S.G., M.A. Rodríguez, C.S. Laprade, R.H. Valle, M.R. Segura, M.V. Uva, y F.J. Sandoval. 2010. Biología y control de las cochinillas y escamas que atacan al banano. Hoja divulgativa N° 5. CORBANA, San José, CRC.

Gullan, P.J. 2000. Identification of the immature instars of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) found on citrus in Australia. Aust. Entomol. 39:160-166. doi:10.1046/j.1440-6055.2000.00171.x

Gullan, P.J., and L.G. Cook. 2007. Phylogeny and higher classification of the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). Zootaxa 1668:413-425.

Gullan, P.J., and J.H. Martin. 2009. Sternorrhyncha (Jumping Plant-Lice, Whiteflies, Aphids, and Scale Insects). In: V. Resh, and R. Cardé, editors, Encyclopedia of Insects. 2nd ed. Academic Press, San Diego, USA. p. 957-967.

Gullan, P.J., M.L. Moir, and M.C. Leng. 2013. A new species of mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) from critically endangered Banksia montana in Western Australia. Rec. West. Aust. Mus. 28:13-20. doi:10.18195/issn.0312-3162.28(1).2013.013-020

Hardy, N.B., P.J. Gullan, and C.J. Hodgson. 2008. A subfamily-level classification of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) based on integrated molecular and morphological data. Syst. Entomol. 33:51-71. doi:10.1111/j.1365-3113.2007.00408.x

Harper, G., D. Hart, S. Moult, and R. Hull. 2004. Banana streak virus is very diverse in Uganda. Virus Res. 100:51-56. doi:10.1016/j.virusres.2003.12.024

Jiménez, J.M. 2014. Instructivo de inspección para la certificación fitosanitaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, CRC.

Kaydan, M.B., and P.J. Gullan. 2012. A taxonomic revision of the mealybug genus *Ferrisia* Fullaway (Hemiptera: Pseudococcidae), with descriptions of eight new species and a new genus. Zootaxa 3543:1-65.

Kaydan, M.B., F. Kozár, and Ch. Hodgson. 2015. A review of the phylogeny of Palaearctic mealybugs (Hemiptera: Coccomorpha: Pseudococcidae). Arthropod Syst. Phylo. 73:175-195.

Kondo, T., P. Gullan, and A.A. Ramos-Portilla. 2012. Report of new invasive scale insects (Hemiptera; Coccoidea), *Crypticerya multicicatrices* Kondo and Unruh (Monophlebidae) and *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae), on the islands of San Andres and Providencia, Colombia, with an updated taxonomic key to iceryine scale insects of South America. Insecta Mundi 0265:1-17.

Kondo, T., P. Gullan, J. Ventura, and M. Culik. 2005. Taxonomy and biology of the mealybug genus *Plotococcus* Miller & Denno (Hemiptera: Pseudococcidae) in Brazil, with descriptions of two new species. Stud. Neotrop. Fauna Environ. 40:213-227. doi:10.1080/01650520500228463

Kondo, T., P.J. Gullan, and D.J. Williams. 2008a. Coccidology. The study of scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 9:55-61. doi:10.21930/rcta.vol9_num2_art:118

Kondo, T., A.A. Ramos-Portilla, and E.V. Vergara-Navarro. 2008b. Updated list of mealybugs and putoids from Colombia (Hemiptera: Pseudococcidae and Putoidae). B. Mus. Entomol. Univ. Valle 9(1):29-53.

Kondo, T., T. Uesato, and S. Kawai. 2001. *Phenacoccus madeirensis* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), a recently introduced exotic pest in Japan. Boll. Zool. Agrar. Bachic. 33:337-341.

Kono, M., R. Koga, M. Shimada, and T. Fukatsu. 2008. Infection dynamics of coexisting beta and gammaproteobacteria in the nested endosymbiotic system of mealybugs. Appl. Environ. Microbiol. 74:4175-4184. doi:10.1128/AEM.00250-08

Koteja, J., and D. Azar. 2008. Scale insects from lower cretaceous amber of Lebanon (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccinea). Alavesia 2:133-167.

Kubiriba, J. 2005. Epidemiology of Banana streak virus (BSV) in East African highland banana. Ph.D. Diss., University of Greenwic, London, GBR.

Kubiriba, J., J.P. Legg, W. Tushemereirwe, and E. Adipala. 2001. Vector transmission of banana streak virus in the screenhouse in Uganda. Ann. Appl. Biol. 139:37-43. doi:10.1111/j.1744-7348.2001.tb00128.x.

Kumar, P.L., R. Selvarajan, M.L. Iskra-Caruana, M. Chabannes, and R. Hanna. 2015. Biology, etiology, and control of virus diseases of banana and plantain. Adv. Virus Res. 91:229-269. doi:10.1016/bs.aivir.2014.10.006

Lit, I.L., and V.J. Calilung. 1994. Philippine mealybugs of the genus Pseudococcus (Pseudococcidae, Coccoidea, Hemiptera). Philipp. Entomol. 9:254-267.

Lit, I.L., V.J. Calilung, and L.T. Villacarlos. 1990. Notes on mealybugs and scale insects (Coccoidea, Hemiptera) of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Philipp. Entomol. 8:707-708.

Llorente, J., A. García, y E. González. 2006. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., MEX.

Lockhart, B.E.L., and D.R. Jones. 2000. Banana streak, diseases of banana abaca and ensete. CAB International, Wallingford, GBR.

Lockhart, B.E.L., L.J.C. Autrey, and J.C. Comstock. 1992. Partial purification and serology of sugarcane mild mosaic virus, a mealybug transmitted closterolike virus. Phytopathology 82:691-695. doi:10.1094/Phyto-82-691

Malausa, T., A. Fenis, S. Warot, J.F. Germain, N. Ris, E. Prado, M. Botton, F. Vanlerberghe-Masutti, R. Sforza, C. Cruaud, A. Couloux, and P. Kreiter. 2010. DNA markers to disentangle complexes of cryptic taxa in mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). J. Appl. Entomol.135:142-155. doi:10.1111/j.1439-0418.2009.01495.x

Mani, M. 1988. Bioecology and management of grapevine mealybug. Indian Inst. Hort. Res. Tech. Bull. 5:1-32.

Mani, M., and A. Krishnamoorthy. 2001. Suppression of *Maconellicoccus hirsutus* on guava. Insect Environ. 6(4):152.

Mani M., and C. Shivaraju. 2016. Mealybugs and their management in agricultural and horticultural crops. Indian Institute of Horticultural Research, Bangalore, IND.

Manzo-Sánchez, G., M. Orozco-Santos, L. Bolaños, E. Garrido-Ramírez, y B. Canto-Canche. 2014. Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa* sp.) en México. Rev. Mex. Fitopatol. 32:89-107.

Mau, R.F., and M.J. Kessing. 2000. *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel and Miller. Department of Entomology, Honolulu, HI, USA. http://www.extento.hawaii.edu/kbase/Crop/Type/p_jackbe.htm (accessed Mar. 18, 2013).

McKenzie, H.L. 1967. Mealybugs of California with taxonomy, biology and control of North American species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). University of California Press, CA, USA.

Meissner, H., A. Lemay, C. Bertone, K. Schwartzburg, L. Ferguson, and L. Newton. 2009. Evaluation of pathways for exotic plant pest movement into and within the greater Caribbean region. USDA, USA.

Mendel, Z., A. Protasov, P. Jasrotia, E.B. Silva, A. Zada, and J.C. Franco. 2012. Sexual maturation and aging of adult male mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae). Bull. Entomol. Res. 102:385-394. doi:10.1017/S0007485311000605

Metcalf, C.L., and W.P. Flint. 1962. Destructive and useful insects their habits and control. 4th ed. McGraw-Hill, NY, USA.

Meyer, J.B., G.G.F. Kasdorf, L.H Nel, and G. Pietersen. 2008. Transmission of activated episomal *Banana streak OL (badna) virus* (BSOLV) to cv. Williams banana (*Musa* sp.) by three mealybug species. Plant Dis. 92:1158-1163. doi:10.1094/PDIS-92-8-1158

Miller, D. 2005. Selected scale insect groups (Hemiptera: Coccoidea) in the Southern Region of the United States. Fla. Entomol. 88:482-501. doi:10.1653/0015-4040(2005)88[482:ssighc]2.0.co;2

Miller, D.R., L.G. Miller, and W.W. Gillian. 2002. Invasive species of mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) and their threat to U.S. Agriculture. Proc. Entomol. Soc. 104:825-836.

Muthulingam, P., M. Vinobaba, and R. Gnaneswaran. 2013. Incidences of mealybugs from the Banana and plantain crops (*Musa* sp) in the Jaffna District. In: S.L. Ranamukaarachchi et al., editors, Proceedings of International Conference on Agriculture and Animal Science. ICDR, Sri Lanka, IND. p. 556-575.

Muturi, S.M., F.N. Wachira, L.S. Karanja, and L.K. Njeru. 2016. The Mode of transmission of banana streak virus by *Paracoccus burnerae* (Homiptera; Planococcidae) vector is non-circulative. Br. Microbiol. Res. J. 12:1-10. doi:10.9734/BMRJ/2016/21574

Muturi, S.M., F.N. Wachira, L.S. Karanja, M.C. Wambulwa, and E. Macharia. 2013. *Paracoccus burnerae* (Homoptera; Planococcidae) as a vector of banana streak virus. J. Exp. Biol. Agri. Sci. 1:405-414.

Nakahara, S. 1981. List of Hawaiian Cocoidea (Homoptera: Sternorhyncha). Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 23:387-424.

Navasero, MM. 2008. Potential biocontrolagents against mealybugs and aphids attacking banana. University of the Philippines, Los Bolaños, PHI.

NCBI (National Center for Biotechnology Information). 2006. Taxonomy browser: Pseudococcidae sp. NBH-2006. NCBI, USA. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=412994&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock (accessed Feb. 26, 2018).

Padilla, M.R. 2000. Bioecología de la cochinilla rosada y su riesgo de ingreso a Honduras. Manejo Integrado Plagas 57:10-22.

Palma-Jiménez, M., and M. Blanco-Meneses. 2016a. First study about morphological and molecular identification of *Pseudococcus elisae* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Costa Rica. Int. J. Curr. Res. 8:31791-31800.

Palma-Jiménez, M., and M. Blanco-Meneses. 2016b. First Record of Morphological and Molecular Identification of Mealybug *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Costa Rica. Univer. J. Agric. Res. 4:125-133. doi:10.13189/ujar.2016.040403

Palma-Jiménez, M., and M. Blanco-Meneses. 2017. Morphological and molecular identification of *Dysmicoccus brevipes* in Costa Rica. J. Entomol. Zool. Stud. 5:1211-1218.

Prantera, G., and S. Bongiorni. 2012. Mealybug chromosome cycle as a paradigm of epigenetics. Genet Res Int. Article 2012:867390. doi:10.1155/2012/867390

Protasov, A.N. 2017. Citrus mealybug (*Planococcus citri*) and long-tailed mealybug (*Pseudococcus longispinus*) - two important of plant pests of Mediterranean Region (Scale insects of the order Hemiptera). Males and females. Shutterstock. https://www.shutterstock.com/es/image-photo/citrus-mealybug-planococcus-citri-longtailed-pseudococcus-584548696?src=hKZUBfCSwpgxS71cxKz0GA-1-0 (accessed Dec. 5, 2017).

Ramos, A.A., y F.J. Serna. 2004. Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 57:2383-2412.

Ramos-Portilla, A.A. 2006. Los insectos descritos de Colombia, con énfasis en insectos escama (Hemiptera: Coccomorpha). En: C. Gongora et al., editores, 43° Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. SOCOLEN, Manizales, COL. p. 163-187.

Remans, T., S. Iram, L. Shuey, Y. Jaufeerally-Fakim, and P.M. Schenk. 2007. Banana streak virus: a highly diverse plant pararetrovirus. Plant Viruses 1:33-38.

Rodríguez, A. 2013. Costa Rica declara emergencia fitosanitaria por plagas que afectan al banano. El Financiero, CRC. http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/Costa-Rica-emergencia-fitosanitaria-afectan_0_425357478.html (consultado 10 dic. 2013).

Saccaggi, D.L., K. Kruger, and G. Pietersen. 2008. A multiplex PCR assay for the simultaneous identification of three mealybug species (Hemiptera: Pseudococcidae). Bull. Entomol. Res. 98:27-33. doi:10.1017/S000748530700538X.

SFE (Servicio Fitosanitario del Estado). 2015. Guía técnica para el monitoreo de *Pseudococcus elisae* y *Diaspis boisdulli* en *Musa* AAA. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, CRC. http://docplayer.es/32859552-Ministerio-de-agricultura-y-ganaderia-servicio-fitosanitario-del-estado-departamento-de-operaciones-regionales-unidades-operativas-regionales.html (consultado 17 jun. 2016).

Selvarajan, R., V. Balasubramanian, and B. Padmanaban. 2006. Mealybugs as vectors. In: M. Mani, and C. Shivaraju, editors, Mealybugs and their management in agricultural and horticultural crops. Springer, IND. p. 123-130. doi:10.1007/978-81-322-2677-2_10

Sison, M.L.J., F.M. dela-Cueva, and A.P.M. Pozon. 2017. Transmission of episomal banana streak virus by mealybugs of different host plants. J. ISSAAS 23 (2):203-214.

Su, H.J. 1998. First occurrence of banana streak badnavirus and studies on its vectorship in Taiwan. In: A.E. Frison, and S.L. Sharrock, editors, Banana streak virus: a unique virus *Musa* interaction? International Plant Genetic Resources Institute, Montpellier, FRA. p. 20-25

Thao, M.L., P.J. Gullan, and P. Baumann. 2002. Secondary (γ-Proteobacteria) endosymbionts infect the primary (β-proteobacteria) endosymbionts of mealybugs multiple times and coevolve with their hosts. Appl. Environ. Microbiol. 68:3190-3197. doi:10.1128/AEM.68.7.3190-3197.2002

Tripathi, S., B.L. Patil, and R. Verma. 2016. Viral diseases of banana and their management. In: R.K. Gaur et al., editors, Plant viruses: Evolution and management. Springer, Singapure, IND. p. 289-303.

Villegas-García, C., G.A. Zabala-Echeverría, A.A. Ramos-Portilla, y P. Benavides-Machado. 2009. Identificación y hábitos de cochinillas harinosas asociadas a raíces del café en Quindío. Cenicafé 60:362-373.

Vijay, S., and S. Suresh. 2013. Host plants of *Phenacoccus* spp. complex in Tamil Nadu. Karnataka J. Agric. Sci. 26:147-151.

Watson, G.W., and J. Kubiriba. 2005. Identification of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) on banana and plantain in Africa. Afr. Entomol. 13:35-47.

Will, K.W., B.D. Mishler, and Q.D. Wheeler. 2005. The perils of DNA barcoding and the need for integrative taxonomy. Syst. Biol. 54:844-851. doi:10.1080/10635150500354878

Williams, D.J. 2004. Mealybugs of southern Asia. Kuala Lumpur, ASI.

Williams, D.J. 1991. Superfamilia Coccoidea. The insects of Australia. Cornell University, NY, USA.

Williams, D.J. 1988. The distribution of the neotropical mealybug *Pseudococcus elisae* Borchsenius in the Pacific region and Southern Asia (Hem.-Hom., Pseudococcidae). Entomol. Mon. Mag. 124:123-124.

Williams, D.J., and M. Granara-de-Willink. 1992. Mealybugs of Central and South America. CAB International, Wallingford, GBR.

Williams, D.J., and C.J. Hodgson. 2013. Are some prepupae and pupae of male mealybugs and root mealybugs (Hemiptera, Coccoidea, Pseudococcidae and Rhizoecidae) mobile? ZooKeys 364:19-28. doi:10.3897/zookeys.364.6459

Williams, D.J., and D. Matile-Ferrero. 1999. A new species of the mealybug genus *Cataenococcus ferris* from Ethiopia on ensete ventricosum, a plant inf'ected by a virus (Hemiptera, Pseudococcidae; Musaceae). Revue Française d'Entondogie 21:145-149.

Williams, D.J., and G.W. Watson. 1988. Scale insects of the tropical South Pacific region: Mealybugs (Pseudococcidae). CAB International, Wallingford, GBR.

Zúñiga, Z.A. 2014. Instructivo de verificación documental en puntos de salida. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, CRC. http://studylib.es/doc/5303861/cf-i-01-instructivo-de-verificaci%C3%B3n-documental-en-punto-d (consultado 27 mar. 2016).