



El Colegio de la Frontera Sur

Piojos harinosos (Hemiptera: Pseudococcidae) asociados al cultivo de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) de la región del Soconusco, Chiapas.

TESIS

Presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Por

Hernán Villatoro Moreno

2016

Lo que nosotros tenemos que practicar hoy, es la solidaridad. No debemos acercarnos al pueblo a decir: “Aquí estamos, venimos a darte la caridad de nuestra presencia, a enseñarte con nuestra presencia, a enseñarte con nuestra ciencia, a demostrarte tus errores, tu incultura, tu falta de conocimiento elementales”. Debemos ir con afán investigativo, y con espíritu humilde, a aprender en la gran fuente de sabiduría que es el PUEBLO.

Ernesto “Che” Guevara, 1960.

DEDICATORIA

A mis Padres

Hernán Villatoro Barrios y Rosalba Moreno González por su apoyo incondicional, su inmenso amor y su gran ejemplo progresista que me impulsó para seguir preparándome.

A mi esposa

Yessica L. Soto Monzón por su apoyo y comprensión durante mis estudios de maestría.

A mis Hijos:

Regina Osiris, Hernán y Lenin por ser el motivo para superarme y ser un mejor ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

A El Colegio de la Frontera Sur Unidad Tapachula, por la oportunidad para realizar mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de manutención otorgada para realizar mis estudios de posgrado.

Al Dr. Alfredo Castillo Vera por su paciencia, orientación y el gran apoyo otorgado durante la realización de este proyecto, pero sobre todo por su apreciable amistad.

Al Dr. Jaime Gómez Ruíz por su amistad, el apoyo y sus puntuales observaciones para la realización de este escrito.

Al M. en C. Juan Cisneros Hernández por el apoyo en el trabajo de campo y sus valiosos comentarios para la mejora y realización de este trabajo.

A la Dra. Rebeca González Gómez, Dra. Lislie Solís Montero y el M. en C. Eduardo R. Chamé Vázquez, por su disponibilidad, observaciones y sugerencias para el término del escrito.

Al M. en C. Francisco Javier Valle Mora por su apoyo y asesoría en los análisis estadísticos.

Al Biol. Román Martínez Rosas por su apoyo en la identificación del material biológico.

Al mis compañeros y amigos Oscar F. Mikery Pacheco, Ana Karen Serrano Domínguez y Erik de Jesús Solórzano Gordillo, por su valiosa amistad y el apoyo en momentos difíciles.

A los profesores e investigadores que fueron parte en este proceso de mi formación académica.

A mis compañeros de generación por la amistad brindada, su solidaridad y los gratos momentos que pasamos durante nuestra formación en esta maestría.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE CUADRO	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. CAPÍTULO DE ARTÍCULO. “Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) associated with rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) in Chiapas, Mexico”	4
III. CONCLUSIONES	23
IV. LITERATURA CITADA.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.** Ubicación geográfica de los huertos de rambután donde se realizaron muestreos de piojos harinosos en la región del Soconusco, Chiapas.....19
- Fig. 2.** Promedio de árboles infestados con piojos harinosos en los tres estratos altitudinales de la región del Soconusco.....20
- Fig. 3.** Promedio de ninfas y adultos por estrato altitudinal obtenidos de frutos de rambután recolectados en huertas de la región Soconusco, Chiapas.....21
- Fig. 4.** Promedio de individuos por muestra registrados en dos huertos de rambután localizados en tres estratos altitudinales de la región del Soconusco...22

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO 1. Descripción de los lugares muestreados para piojos harinosos en rambután en la región del Soconusco Chiapas, México.....	17
---	----

I. INTRODUCCIÓN

El rambután, *Nephelium lappaceum* L., es un fruto originario de Malasia e Indonesia, introducido a la Región del Soconusco, Chiapas, México entre 1950 y 1960 (Pérez y Jürger, 2004). El cultivo de rambután también se han establecido en otros países del trópico húmedo de América, entre los que se incluyen: Colombia, Ecuador, Honduras, Costa Rica, Trinidad y Cuba (Morton, 1987). Los principales municipios productores de rambután en Chiapas son Cacahoatán, Tuxtla Chico, Metapa de Domínguez, Huehuetán, Frontera Hidalgo y Suchiate, que juntos producen aproximadamente 1,834 ton anuales, en una superficie de 737 has. (SIAP, 2014). La superficie dedicada a este cultivo en México se incrementa constantemente, debido al precio del fruto, la alta productividad del cultivo y la fuerte demanda del rambután en los EE.UU., Canadá y Japón. Esto ha permitido que este cultivo se extienda a otros estados de la República Mexicana como Campeche, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí, Nayarit y Tabasco (Román 2002; Hernández, 2010).

La gran demanda que posee el fruto de rambután para su exportación como fruto fresco, requiere de la aplicación de estrategias para la eliminación de riesgos, como los insectos plaga asociados a este cultivo. Aunque el cultivo de rambután se ha mantenido escaso de plagas de importancia económica en México, los piojos harinosos (Hemiptera: Pseudococcidae) representan actualmente una de las plagas más importantes del rambután a nivel mundial. Hasta ahora, los únicos pseudococcidos que habían sido registrados en los cultivos de rambután de México, son *Ferrisia virgata* (Cockerell) (Hernández-Arenas *et al.*, 2011) y

Pseudococcus sp. (Román, 2002). Estos insectos poseen hábitos fitófagos y gregarios, agrupándose sobre cualquier estructura vegetativa de su planta hospedera tal como hojas, brácteas, cálices y raíces (Castillo y Bellotti 1990; Williams y Granara de Willink, 1992; Cox 1987). En México se han reportado alrededor de 153 especies pertenecientes a la familia Pseudococcidae, con un total de 75 familias de plantas hospederas asociadas a estos insectos (Arriola, 2009), siendo algunas de ellas de importancia cuarentenaria en México (USDA/APHIS/PPQ, 2001). Sin embargo, la condición polífaga de los pseudococcidos y la falta de estrategias que limiten su expansión, incrementa el riesgo de invasión de estas plagas a los cultivos de rambután presentes en esta región de México. Este riesgo aumenta con la introducción de nuevas especies de plantas a los agroecosistemas y con el aumento del flujo comercial global que ha ampliado la distribución geográfica de las plagas (Arriola, 2009). El potencial de invasión de las plagas invasivas depende de una amplia variedad de factores, algunos de ellos intrínsecos de la especie, como la amplitud del rango de hospederos, una naturaleza cosmopolita y tiempos generacionales cortos (Mani *et al.* 2013). Los factores bióticos del medio también pueden jugar un papel importante en el potencial invasivo de una especie, como el caso de *Maconellicoccus hirsutus* (Green), conocida como cochinilla rosada del hibisco una especie altamente invasiva si es introducida en áreas libres de sus enemigos naturales (Kairo *et al.* 2000; Mack *et al.*, 2000). La temperatura, lluvia, fotoperíodo, también pueden afectar directa o indirectamente al desarrollo, supervivencia, variedad y abundancia de insectos herbívoros (Bale *et al.*, 2002). Este es el caso de *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley), una plaga invasiva con una distribución

limitada por bajas precipitaciones y temperaturas mínimas, útil para predecir la amenaza potencial de esta especie sobre cultivos de algodón en Asia (Wang *et al.*, 2010).

Los piojos harinosos son insectos particularmente difíciles de identificar, que requieren de capacitación adecuada para el montaje en láminas y del conocimiento de su morfología, para lograr una detección temprana en caso de una posible introducción (Martínez-Rivero, 2007). El objetivo del presente estudio fue realizar un recuento de las especies de pseudococcidos que infestan al cultivo de rambután en la región del Soconusco, Chiapas, así como comparar su distribución y nivel de infestación en huertos localizados dentro de un gradiente altitudinal. La detección oportuna de las especies asociadas en cada zona altitudinal y la subsecuente aplicación de adecuados métodos de control podrían minimizar las pérdidas económicas causadas por los piojos harinosos (Sirisena *et al.*, 2013).

II. **CAPÍTULO DE ARTÍCULO.** “Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) associated with rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) in Chiapas, Mexico”.

1 For: Journal of the Kansas Entomological Society

2 Research article

3

4

5 Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) associated with rambutan

6 (*Nephelium lappaceum* L.) in Chiapas, Mexico

7 Hernán Villatoro-Moreno, Juan Cisneros-Hernández, Jaime Gomez-Ruiz, Alfredo Castillo-

8 Vera*.

9 El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5,

10 Tapachula, 30700 Chiapas. México.

11

12 *Corresponding Author:

13 Alfredo Castillo-Vera

14 Ecología de Artropodos y Manejo de Plagas,

15 El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

16 Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5,

17 Tapachula, 30700 Chiapas, México

18 *E-mail: acastill@ecosur.mx*

19 **Abstract**

20 Rambutan is an important cash crop in the Mexican State of Chiapas. In the last few years
21 this crop has been expanded to other agricultural areas of Mexico, and mealybugs
22 (Hemiptera: Pseudococcidae) represent a potential phytosanitary risk for this crop. The
23 present study was performed with the objective to identify the mealybug species associated
24 with rambutan, and determine their altitudinal distribution in the Soconusco region of
25 Chiapas. A total of six orchards were sampled for mealybugs, two at each altitudinal level:
26 the low zone, i.e. 60-70 meters above sea level (masl); middle zone, 240-315 masl; and
27 high zone, 475-590 masl. In each orchard we selected 28 trees that were sampled for
28 mealybugs three times between May and August of 2015. Results showed that the
29 abundance of immature stages and adults was higher in orchards located at the low zone. A
30 total of 1236 adult female mealybugs were identified, namely, *Ferrisia virgata* (Cockerell)
31 (57%), *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (24.9%), *Maconellicoccus hirsutus* (Green)
32 (15.7%) and *Nipaecoccus nipae* (Maskell) (2.4%). The latter three species have not
33 previously been recorded associating with rambutan in Mexico. All species were infesting
34 the rambutan fruits in orchards located at the medium zone, *F. virgata* being the dominant
35 species. The mealybug *M. hirsutus* was not detected in the high zone, and *N. nipae* was not
36 present in the low zone. In contrast, *F. virgata* and *D. brevipes* were detected in all three
37 zones, being more abundant in the low zone. We consider that this study will be very
38 important for further studies dealing with the management of mealybugs in Chiapas.

39

40 **Key Words:** Invasive pests, mealybugs, species distribution, rambutan, Chiapas.

41

42 **Introduction**

43 Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) was first introduced to Mexico from Malaysia at the
44 beginning of 1950 in the states of Chiapas and Veracruz (Pérez and Jürger, 2004). For at
45 least 40 years, this tree was grown as a non-commercial plant in backyards of houses in
46 rural areas. The establishment of commercial rambutan orchards started in 1991 in Chiapas,
47 and at present they cover ca. 737 has of cultivated land (Pérez and Jürger, 2004). Total
48 production of rambutan is approximately 1834 ton per year (SIAP, 2014). In the last few
49 years rambutan has been exported to the markets of the United States, Canada and Japan,
50 improving profits for growers. As a consequence, the cultivated area is increasing from
51 year to year and the crop has expanded to other Mexican states, such as Campeche,
52 Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí, Mexico, Nayarit, and Tabasco (Román, 2002;
53 Hernández, 2010).

54 It is well known that several species of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) are the
55 most important pests of rambutan worldwide. These insects feed on the sap of rambutan
56 and transfer viruses and toxic compounds. A severe attack by mealybugs can debilitate or
57 even kill the plant. Moreover, some species of mealybugs excrete honeydew that promotes
58 the proliferation of sooty mold, which reduces fruit quality and causes economic losses
59 (McKenzie, 1967). Although for many years rambutan has been cultivated in Mexico
60 without problems due to mealybugs, these insects are abundant in the country.
61 Approximately 153 species of Pseudococcidae have been reported attacking 75 families of
62 plants in Mexico (Arriola, 2009). Many plants are susceptible to attack by mealybugs,
63 including fruit trees, ornamental plants, forest plantations, and grasses (Arriola, 2009).

64

65 The most serious threat for rambutan is the recent introduction into Mexico of the pink
66 hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (SENASICA, 2013). This pest is
67 highly polyphagous, feeding on 73 families of plants in over 200 genera (Rivero, 2007).
68 Another potential pest is *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), a mealybug that feeds mainly
69 on pineapple, *Ananas comosus* (Linneo) (Carrillo et al., 1966). Besides the damages caused
70 by mealybugs in agriculture, they are considered a species of quarantine importance. If they
71 were detected in exportation shipments of rambutan, the merchandise would be
72 immediately rejected, to avoid the spread of pests (Williams & Granara de Willink, 1992).
73 The objective of the present study was to carry out a field survey to make an inventory of
74 mealybug species that are infesting rambutan in Chiapas. We also compared their
75 geographic distribution and the infestation level in orchards located at different elevations.

76

77 **Materials and Methods**

78 Study Area

79 Rambutan in Chiapas, México, is cultivated from 60 to 700 meters above sea level (masl).
80 The crop flourishes in the municipalities of Frontera Hidalgo, Tuxtla Chico, Cacahoatán,
81 Metapa, Tuzantán, Huehuetán and Tapachula (SIAP, 2014). The present study was carried
82 out in orchards located in Frontera Hidalgo, Tuxtla Chico and Cacahoatán (Fig. 1), as they
83 are at different elevations. The range of rainfall and temperature for the three sites is as
84 following: Frontera Hidalgo, 1200–2500mm and 26–30°C; Tuxtla Chico, 1200–5000mm
85 and 24–30°C; Cacahoatán, 4000–4500 mm and 10–26°C.

86

87 Sampling

88 Mealybugs associated with rambutan were sampled at random in six commercial orchards.
89 We selected orchards that do not use synthetic insecticides to control pests, having two
90 orchards per altitudinal zone. Frontera Hidalgo, with orchards between 60 and 70 masl was
91 located at the low zone. Orchards of Tuxtla Chico located at 240-315 masl were in the
92 medium zone, and the orchards of Cacahoatán were located in the high zone at 475-490
93 masl (Table 1). We delimited a plot of one-hectare in each orchard, where 28 trees were
94 chosen randomly. On these trees we search for and collected mealybugs from fruits. Insects
95 were placed in paper bags and taken to the laboratory. Three monthly samplings per
96 orchard were carried out between May to August, 2015. Insects were kept alive in the lab
97 using ventilated plastic containers of 3.5 litres. Adults and nymphs were killed in 70%
98 ethanol and mounted in Euparal® (BioQuip, Rancho Dominguez, CA, U.S.A.), following
99 the methods described by Williams & Granara de Willink (1992). Mealybug species were
100 identified following the taxonomic keys in McKenzie (1967), Williams & Granara de
101 Willink (1992), Arriola (2009) and Sirisena et al., (2013). Voucher specimens are located at
102 the insect collection of Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
103 (SENASICA) in Tecámac, Estado de México, México.

104

105 Data Analysis

106 The total number of mealybugs collected in each site was compared among the three
107 altitudinal levels using an analysis of variance (ANOVA). Means were separated through
108 the Tukey's procedure. The levels of infestations in trees inside orchards were analyzed
109 using a nested ANOVA. The proportion of species with respect to the altitude was analyzed

110 through a log-linear model (Chi-Square) having altitude, sites and species, as factors. A
111 value of $P < 0.05$ was considered significant in all tests. Statistical analyses were carried
112 out using the software R version 3.0.3 (R Core Team, 2013).

113

114 **Results**

115 A total of 5538 infested fruits were collected from orchards, and four species of mealybugs
116 were detected feeding on rambutan, namely, *Ferrisia virgata* (57%), *Dysmicoccus brevipes*
117 (24.9%), *Maconellicoccus hirsutus* (15.7%) and *Nipaecoccus nipae* (2.4%). There was no
118 difference in the number of trees infested with mealybugs at the three altitudinal sites ($\chi^2 =$
119 3.38; d.f. = 2; $P < 0.1841$), nor between orchards at the same altitude ($\chi^2 = 0.595$; d.f. = 3;
120 $P < 0.8974$) (Fig. 2). The number of adults and nymphs of mealybugs were significantly
121 higher in orchards located at low altitude ($\chi^2 = 26.02$; d.f. = 2; $P < 0.001$) (Fig. 3).

122 Mealybugs species had different distribution according to the altitude. *M. hirsutus* was
123 present at medium and low altitude, but was not detected in the high zone. *N. nipae* was
124 present at the medium and high altitude, but not in the low zone. *F. virgata* and *D. brevipes*
125 were present at the three altitudinal zones, and they were more abundant in orchards located
126 in the low zone (Fig. 4).

127

128 **Discussion**

129 For many years *Ferrisia virgata* was the single mealybug species reported for rambutan
130 fruits of Mexico (Hernández-Arenas et al., 2011). According to our results the mealybug
131 inventory for this crop is expanded to four species. Although already reported for other
132 countries, the mealybugs *Dysmicoccus brevipes*, *Maconellicoccus hirsutus* and

133 *Nipaecoccus nipae* are here registered for the first time on rambutan orchards of Mexico.
134 The mealybug species infesting rambutan in other countries is variable. For instance, *M.*
135 *hirsutus* and *Planococcus citri* (Risso) are present in Australia (Astridge, 2006);
136 *Dysmicoccus neobrevipes* (Beardsley), *M. hirsutus*, *Paracoccus interceptus* (Lit),
137 *Planococcus lilacinus* (Cockerell) and *Planococcus minor* (Maskell) are present in
138 Thailandia (Leach et al., 2008); *M. hirsutus*, *N. nipae*, *Nipaecoccus viridis* (Newstead) and
139 *P. citri* are present in Hawaii (Leach et al., 2008; Souza et al., 2008); *P. citri* and *D.*
140 *brevipes* are present in Costa Rica (MAG-PFPAS, 2007); and finally, *Rastrococcus*
141 *invadens* (Williams) is present in Sri Lanka (Sirisena et al., 2013).

142 One of the predominant species was *F. virgata*. This pest is highly polyphagous affecting
143 plants of economic importance in the region, such as pineapple, cocoa, coffee, soursop,
144 and mango (Carrillo et al., 1966; MacGregor & Gutiérrez, 1983). Another widely
145 distributed species in rambutan orchards was *D. brevipis*. This polyphagous species is also
146 important because it is the vector of the Pineapple Mealybug Wilt Associated Virus
147 (PMWAV) (Granara de Willink et al., 1997; Hernández-Rodríguez & Peña-Bárzaga, 2009).
148 In Mexico there are many reports of this insect infesting cocoa, pineapple, and soursop,
149 among others (Gutiérrez et al., 1993; MacGregor & Gutiérrez, 1983). CABI (2016)
150 mentioned that avocado, cassava, coco oil palm, banana, coffee and mango are also
151 susceptible to this insect. The presence of the pink hibiscus mealybug, *M. hirsutus*, was
152 limited to the low and medium zone, i.e. orchards located between 60 and 315 masl. The
153 risk for the spread of this pest to orchards of higher altitude is highly possible. This
154 mealybug is perhaps the species with more range of hosts, affecting many cultivated plants
155 in the families of Cucurbitaceae, Solanaceae, Fabaceae, Rutaceae, Rosaceae, etc. (Rosas-

156 García & Parra-Bracamonte, 2011; Briseño et al., 2013). Finally, *N. nipae* is a polyphagous
157 species too, adapted to high altitudes. In Mexico it is attacking many plants of economic
158 importance, but causing more damage to avocado, guava, cocoa, and soursop (MacGregor
159 & Gutiérrez, 1983).

160 The species of mealybugs reported here is a preliminary assessment of these insects in
161 rambutan orchards, and it is hoped to be used as a platform for further studies. Some
162 species recorded are not widespread throughout the orchards of Chiapas, as only two
163 species, *F. virgata* and *D. brevipes*, were present at the three altitudinal zones. It is well
164 known that altitude is one of the main factors affecting the abundance and distribution of
165 insects in agroecosystems (Lee et al., 2013). The results of this study are in agreement with
166 others that pointed out a gradual decrease of species richness as altitude increases
167 (Fleishman et al., 1998; Sanders, 2002). These results could be of significant value in
168 understanding the ecology of mealybug species and eventually useful for their
169 management.

170

171 **Aknowledgements**

172 We thank Ana Karen Serrano, Oscar Mikery, and Erik de Jesús Solórzano for technical
173 assistance.

174

175

176

177 **Literature Cited**

- 178 Arriola, P.V. J. 2009. La familia Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoidea) en México. Ph.D.
179 Thesis, Colegio de Postgraduados; Montecillo, Texcoco, Edo. De México; 150 pp.
- 180 Astridge, D. P. 2006. Rambutan. Development of integrated pest management. Pest
181 Monitoring and Insecticide screening. *Publication No. 05/187. Rural Industries*
182 *Research and Development Corporation.*
- 183 Briseño-Fierro, P., J. I. Bojorquez-Serrano, S. Marceleño-Flores, O. Nájera-González, F.
184 Flores-Vilchez, y N. Isiordia-Aquino. 2013. Distribución y grado de establecimiento
185 de Cochinilla rosada del hibisco en Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias* 2(2):48-
186 59.
- 187 CABI. 2016. *Dysmicoccus brevipes* (pineapple mealybug). *Available at:*
188 *<http://www.cabi.org/isc/datasheet/20248> Accessed 26 May 2016.*
- 189 Carrillo, J. L., A. Ortega, y W. W. Gibson. 1966. Lista de insectos en la colección
190 entomológica del instituto nacional de investigaciones agrícolas. *Primer*
191 *suplemento a la "lista de insectos de la colección entomológica de la oficina de*
192 *estudios especiales". S.A.G. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.*
193 *Folleto Misceláneo No. 14. 133 pp.*
- 194 Fleishman, E., G. T. Austin, and A. D. Weiss, 1998. An empirical test of Rapoport's rule:
195 elevational gradients in montane butterfly communities. *Ecology* 79(7):2482-2493.
- 196 Gonzalez, H. H., J. N. Reimer, and W. M. Johnsin. 1999. Survey of the natural enemies of
197 *Dysmicoccus* mealybugs on pineapple in Hawaii. *Biocontrol* 44:47-58.

- 198 Gutiérrez, O. M., C. M. Lavin, C. F. Ayala, and J. A. Perez. 1993. Arthropods associated
199 with *Bromelia hemisphaerica* (Bromeliales: Bromeliaceae) in Morelos, Mexico.
200 *Florida Entomologist* 76(4):616-621.
- 201 Hernández, A.M.G. 2010. Caracterización Cuantitativa de frutos de rambután (*Nephellium*
202 *lappaceum* L.), Almacenamiento poscosecha y patógenos asociados. Ph. D. Thesis,
203 Colegio de Postgraduados; Montecillo, Texcoco, Estado de México; 50 pp.
- 204 Hernández-Arenas, M. G., D. Nieto-Ángel, D. Téliz-Ortiz, M. T. Martínez-Damián, C.
205 Nava-Díaz, and N. Bautista-Martínez. 2011. *Ferrisia virgata* (Cockerell)
206 (Hemiptera: Pseudococcidae) and Formicidae Associated with Rambutan
207 (*Nephelium lappaceum* L.) in Southeast Mexico. *Southwestern Entomologist*
208 36(3):379-382.
- 209 Hernández-Rodríguez, L., y Peña-Bárcaga, I. 2009. La marchitez de la piña producida por
210 cochinillas, ¿Un problema complejo o un complejo de problemas? CITRIFRUT.
211 Vol. 26. No. 1
- 212 Leach, P., P. Follett, and G. Luckman. 2008. Guidelines for irradiation phytosanitary
213 treatment of Grapes, Litchi, Longan, Mango, Mangosteen, and Rambutan, in the
214 Asia-Pacific Region. *Regional Cooperative Agreement*. Available at:
215 http://www.rcaro.org/attach/filedownloads/do_down/no/11281 Accessed 27 Apr
216 2016.
- 217 Lee, C. B., J. H. Chun, H. K. Song, and H. J. Cho. 2013. Altitudinal patterns of plant
218 species richness on the Baekdudaegan Mountains, South Korea: mid-domain effect,
219 area, climate, and Rapoport's rule. *Ecological research* 28(1):67-79.

- 220 MAG-PFPAS. 2007. Plan estratégico de la cadena productiva de rambután. San José, Costa
221 Rica. 86 pp.
- 222 MacGregor, R., y O. Gutiérrez. 1983. *Guía de Insectos Nocivos para la Agricultura en*
223 *México*. Alhambra Mexicana; México, D.F.; 166 pp.
- 224 McKenzie, H. L. 1967. *Mealybugs of California with taxonomy, biology, and control of*
225 *North American species (Homoptera: Cooccoidea: Pseudococcidae)*. University of
226 California Press; Berkeley, California, USA; 526 pp.
- 227 Pérez, R. A., y P.A. Jürgen. 2004. Prácticas de cosecha y poscosecha del rambután en el
228 Soconusco, Chiapas, México. *LEISA Revista de Agroecología*, 20(3):24-26.
- 229 R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. *R*
230 *Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.
- 231 Rivero M., M. A. 2007. La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green),
232 un peligro potencial para la agricultura cubana. *Revista Protección Vegetal* (22)3:
233 166-182.
- 234 Román, R. F. 2002. Un estudio de comercialización para la posible producción del cultivo
235 de rambután. Undergraduate Thesis. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
236 Huajuapán de León, Oaxaca, México.
- 237 Rosas-García, N. M., y G. M. Parra-Bracamonte. 2011. Incidencia de la cochinilla rosada
238 del hibisco en cultivares de mango de Nayarit, México. *Acta zoológica mexicana*
239 27(2): 407-418.

240 Sanders, N. J. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and
241 Rapoport's rule. *Ecography* 25(1):25-32.

242 SENASICA, 2013. Cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green).
243 *Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica*
244 *Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica. No. 6. 23 p.*

245 Souza E., P. A. Follett, D. K. Price¹, and E. A. Stacy. 2008. Field Suppression of the
246 Invasive Ant *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) in a Tropical
247 Fruit Orchard in Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 101(4):1068-1074.

248 SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Sagarpa). 2014. Cierre de la
249 producción agrícola por cultivo. www.siap.gob.mx/ Accessed 17 Mar 2016.

250 Sirisena U.G.A.I., G.W. Watson, K.S. Hemachandra, and H.N.P. Wijayagunasekara. 2013.
251 Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) species on Economically Important Fruit
252 Crops in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research* 25(1):69-82.

253 Granara de Willink, M. C., I. B. Scatoni, A. L. Terra, and M. I. Frioni. 1997. Cochinillas
254 harinosas (Homoptera, Pseudococcidae) que afectan plantas cultivadas y silvestres
255 en Uruguay. Lista actualizada de plantas hospederas. *Agrociencia* 1(1):96-100.

256 Williams D. J., and M. C. Granara de Willink. 1992. Mealybugs of Central and South
257 America. C.A.B. International; Wallingford, UK. 635 p.

258

Table 1. Description of locations sampled for rambutan mealybugs in the Soconusco region of Chiapas, Mexico.

Strata	Municipality	Orchards	Elevation masl	N	W
Low	F. Hidalgo	Francisco I. Madero	60	14°45'08.7"	092°11'23.5"
		Santa Cruz	70	14°46'32.6"	092°12'01.6"
Medium	Tuxtla Chico	Medio Monte (2a.Secc.)	240	14°54'27.6"	092°10'35.0"
		Medio Monte (2a.Secc.)	315	14°55'46.7"	092°09'15.1"
High	Cacahoatán	La Soledad	475	14°59'19.8"	092°10'29.1"
		San Alberto	590	15°00'57.0"	092°10'00.8"

259

260

261

262

263

264

Figure Legends

265

266 **Fig. 1.** Location of rambutan orchards in the Soconusco region of Chiapas, where sampling
267 for mealybugs was carried out.

268

269 **Fig. 2.** Mean average of rambutan trees infested with mealybugs at three different altitudes
270 of Chiapas, Mexico.

271

272 **Fig. 3.** Average number of adult and nymph mealybugs collected from rambutan fruits per
273 altitudinal stratum in orchards of Chiapas, Mexico.

274

275 **Fig. 4.** Average number of mealybugs per sample in rambutan orchards located at three
276 altitudinal sites in the Soconusco Region of Chiapas.

277

278

279

280

Fig. 1



281

282

283

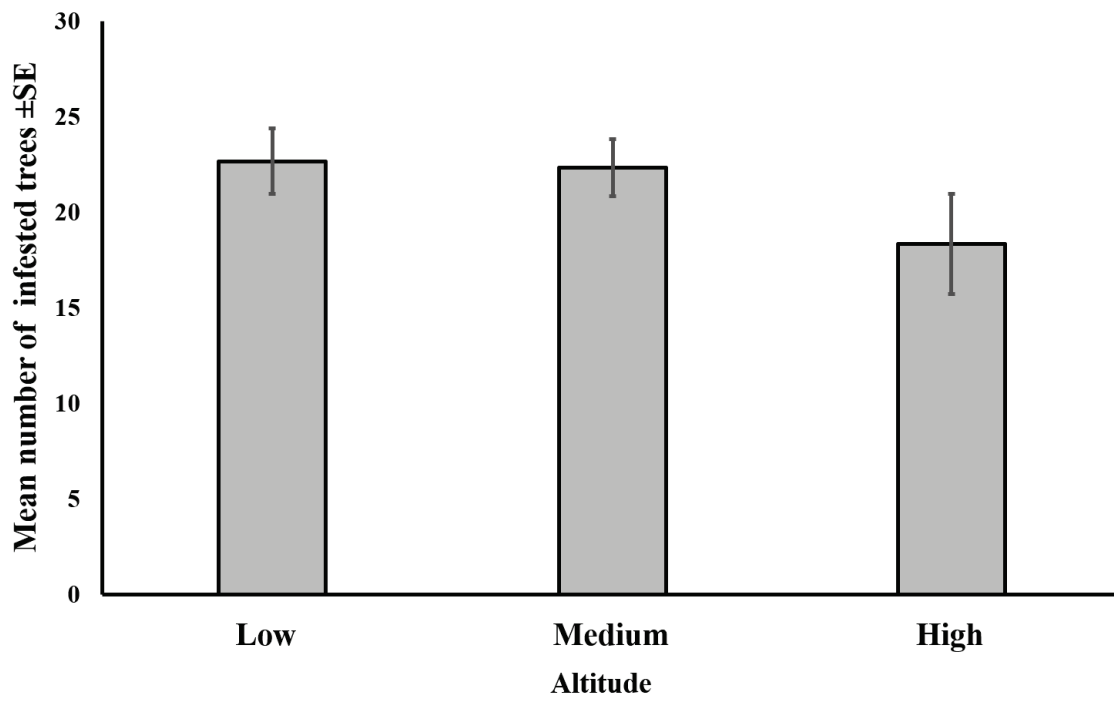
284

285

286

287

Fig. 2



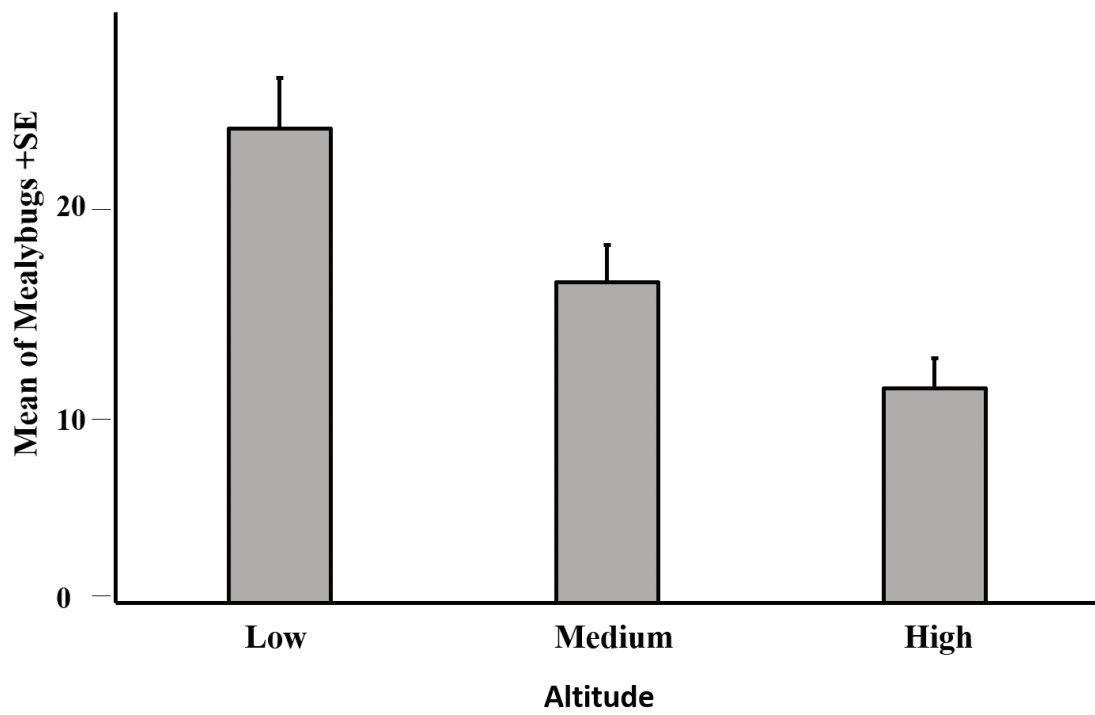
288

289

290

291
292
293
294
295

Fig. 3



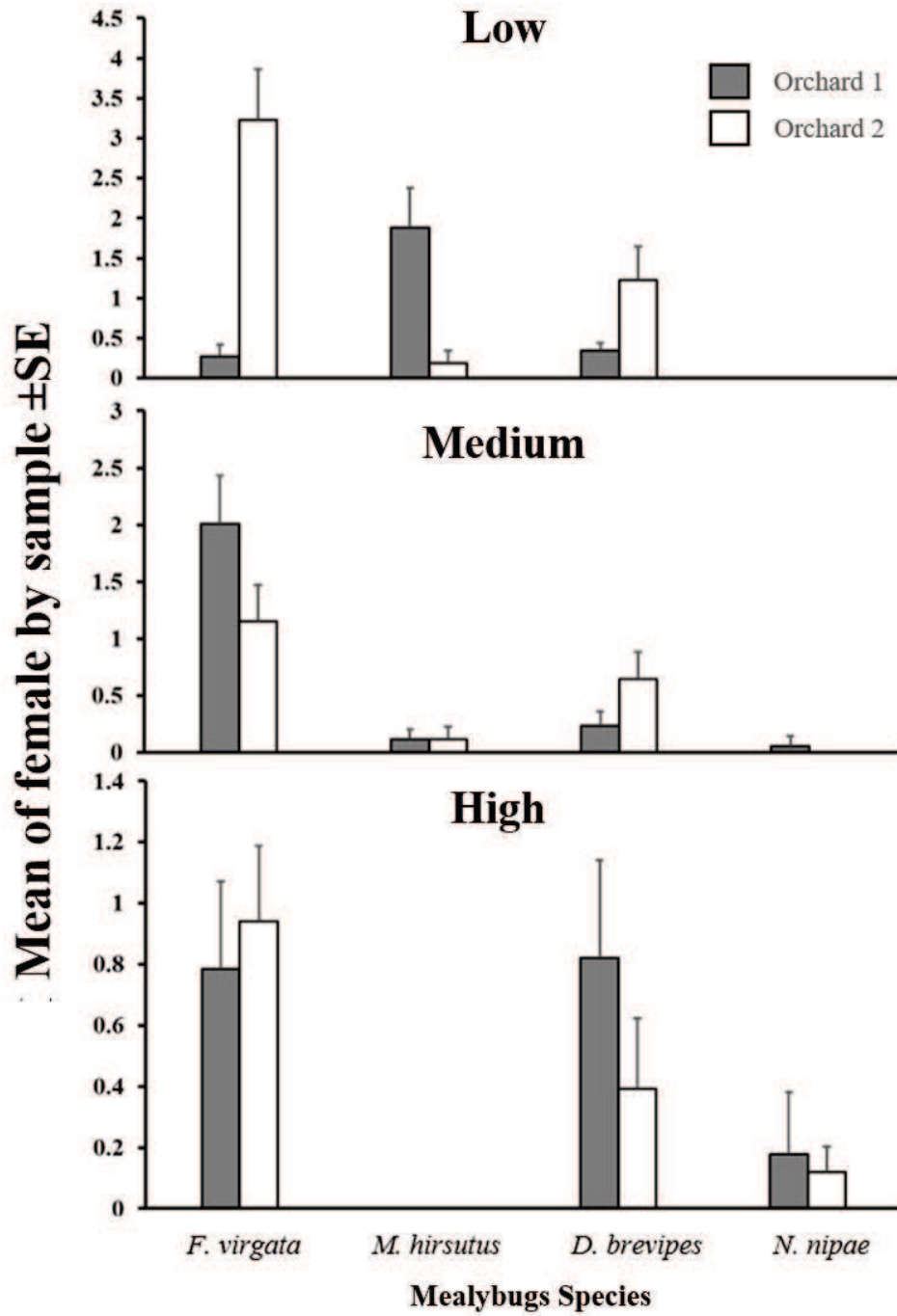
296
297
298

299

300

301

Fig. 4



302

III. CONCLUSIONES

1. Cuatro especies de piojos harinosos (Hemiptera: Pseudococcidae) fueron identificadas infestando huertos de rambután. Estas especies fueron *Ferrisia virgata* (Cockerell) (57%), *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (24.9%), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (15.7%) y *Nipaecoccus nipae* (Maskell) (2.4%). Las tres últimas especies mencionadas representan el primer registro para los cultivos en rambután en la región Soconusco, México.
2. Se observó una relación inversa entre la proporción de ninfas y adultos de piojos harinosos y el incremento altitudinal, aunque el promedio de árboles infestados fue similar en los tres estratos altitudinales.
3. Las cuatro especies identificadas exhibieron distinta distribución entre sí, condicionada por la altitud y las huertas. En el estrato altitudinal medio se registraron las cuatro especies. Las especies *F. virgata* y *D. brevipes* estuvieron distribuidas a lo largo del gradiente altitudinal de estudio, lo que sugiere su gran capacidad de adaptación a las características ambientales de los tres estratos y a las condiciones agronómicas de cada huerto. En contraste, *M. hirsutus* no fue detectada en el estrato alto, en tanto que *N. nipae* no se registró en el estrato bajo, lo que sugiere que fueron marcadamente influidas por la altitud.

Recomendaciones

1. Los resultados obtenidos presentan un primer recuento de los pseudococcidos asociados al fruto de rambután en México. Esta detección ofrece la oportunidad de generar planes de manejo adecuados para las cuatro especies de pseudococcidos, que permitan minimizar los daños y reducir los riesgos de pérdidas de la producción por estas plagas.
2. Trabajos futuros deben ser encaminados a continuar con el monitoreo de piojos harinosos, a fin de detectar cualquier nueva introducción de especies invasoras, además de generar mayor información sobre las condiciones de manejo de las huertas que podrían estar condicionando la presencia o ausencia de estas plagas.

IV. LITERATURA CITADA

Arriola, P.V. J., 2009. La familia Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoidea) en México. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados; Montecillo, Texcoco, Edo. De México; 150 pp.

Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., Good, J. E., *et al.*, 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8, pp. 1-16.

Bello, F. E., 2010. La producción agropecuaria en el Soconusco e intercambio con Centro América. *Instituto de Investigaciones Jurídicas*. UNAM. 16 pp.

[CABI] Centre for Agricultural Bioscience International, 2016. *Dysmicoccus brevipes* (pineapple mealybug). Disponible en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/20248> [Acceso 26 de mayo de 2016].

Carrillo, S. J. L., Ortega C. A. y William, W. G., 1966. Lista de insectos en la colección entomológica del instituto nacional de investigaciones agrícolas. *Primer suplemento a la "lista de insectos de la colección entomológica de la oficina de estudios especiales"*. S.A.G. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Misceláneo No. 14. 133 pp.

Castillo, J. y Bellotti, A., 1990. Caracteres diagnósticos de cuatro especies de piojos harinosos (Pseudococcidae) en cultivos de yuca (*Manihot esculenta*) y observaciones de algunos de sus enemigos naturales. *Revista Colombiana de Entomología*, 16, pp. 33-43.

Cox, J. M., 1987. Pseudococcidae (Insecta: Hemiptera). *Fauna of New Zealand*, 11. 232 pp.

De la Garza, N. A., y Cruz, F. M., 2006. El rambután, frutal con perspectivas de producción para la Huasteca Potosina: Avances de la investigación. Folleto. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Huichihuayán*.

Granara de Willink, M. C., Scatoni, I.B., Terra, A.L. y Frioni, M. I., 1997. Cochinillas harinosas (Homoptera, Pseudococcidae) que afectan plantas cultivadas y

- silvestres en Uruguay. Lista actualizada de plantas hospederas. *Agrociencia*, 1, pp. 96-100.
- Hernández-Arenas, M. G., D. Nieto-Ángel, D. Téliz-Ortiz, M. T. Martínez-Damián, C. Nava-Díaz, and N. Bautista-Martínez. 2011. *Ferrisia virgata* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) and Formicidae Associated with Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) in Southeast Mexico. *Southwestern Entomologist*, 36, pp. 379-382.
- Hernández, A. M. G., 2010. *Caracterización cuantitativa de frutos de rambután (Nephelium lappaceum L.), Almacenamiento poscosecha y patógenos asociados*. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados; Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Hernández-Rodríguez, L., y Peña-Bárcaga, I., 2009. La marchitez de la piña producida por cochinillas, ¿Un problema complejo o un complejo de problemas? *CITRIFRUT*, 26, pp. 22-28
- Kairo, M. T., Pollard, G. V., Peterkin, D., y Lopez, V. F., 2000. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. *Integrated Pest Management Reviews*, 5, pp. 241-254.
- Kaydan, M. B., Kilincer, N., Uygun, N., Japoshvilli, G. y Gaimari, S., 2006. Parasitoids and predators of Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoidea) in Ankara, Turkey. *Phytoparasitica*. 34, pp. 331-337.

- Kondo, T., Ramos-Portilla, A. A., y Vergara-Navarro, E. V., 2011. Updated list of mealybugs and putoids from Colombia (Hemiptera: Pseudococcidae and Putoidea). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 8, pp. 29-53.
- Lit, I. L. Jr., Lit, M. T. C., y Larona, A. R., 2006. Buff coconut mealybug, *Nipaecoccus nipae* (Maskell), a new invasive pest in the Philippines with a synopsis of other scale insects found in coconut (Hemiptera: Coccidea: Pseudococcidae). *The Philippine agriculturist* 89, pp. 7-19.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., y Bazzaz, F., 2000. Invasiones biológicas: causas, epidemiología, consecuencias globales y control. *Tópicos en Ecología*, 5, pp. 1-53.
- MacGregor, R., y Gutiérrez, O., 1983. *Guía de Insectos Nocivos para la Agricultura en México*. Alhambra Mexicana; México, D.F.; 166 pp.
- Marcano, R., Malpica, T. y Sequeral, L., 2006. Evaluación de insecticidas para el control de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en el laboratorio. *Entomotropica*, 21, pp. 125-128.
- Martínez-Rivero, M. A., 2007. La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), un peligro potencial para la agricultura Cubana. *Revista Protección Vegetal*, 22, pp. 166-182.

- Martínez, R. M. A., 2007. La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), un peligro potencial para la agricultura cubana. *Revista Protección Vegetal*, 22, pp. 166-182.
- Moreno, E. G. M., 2013. *Efectos de prácticas agronómicas en la calidad postcosecha de frutos de rambután (Nephelium lappaceum L.)* Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México.
- McKenzie, H. L., 1967. *Mealybugs of California with taxonomy, biology, and control of North American species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae)*. University of California Press; Berkeley, California, E.U.A. pp. 526.
- Pérez, R. A., y P.A. Jürgen., 2004. Prácticas de cosecha y poscosecha del rambután en el Soconusco, Chiapas, México. *LEISA Revista de Agroecología*, 20, pp. 24-26.
- Rahmouni, R., y Chermiti, B., 2013. Efficiency of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) to control *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) in citrus orchards in Tunisia. *IOBC-WPRS Bulletin*. 95, pp. 141-145.
- Ramos, A. y Serna, F., 2004. Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, 57, pp. 1-25.

- Román, R. F., 2002. *Un estudio de comercialización para la posible producción del cultivo de rambután*. Tesis de Licenciatura. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oaxaca, México.
- SENASICA., 2013. Cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green). *Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica. No. 6. 23 p.*
- Small, E., 2012. Top 100 exotic food plants. CRC Press; Canada; pp. 708.
- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Sagarpa, 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo. www.siap.gob.mx/ [Acceso 17 de marzo de 2016].
- Sirisena U.G.A.I., Watson G.W., Hemachandra K.S. y Wijayagunasekara H.N.P., 2013. Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) species on Economically Important Fruit Crops in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research*, 25, pp. 69-82.
- Granara de Willink, M. C., Scatoni, I. B., Terra, A. L., y Frioni, M. I., 1997. Cochinillas harinosas (Homoptera, Pseudococcidae) que afectan plantas cultivadas y silvestres en Uruguay. Lista actualizada de plantas hospederas. *Agrociencia*, 1, pp. 96-100.
- Wang, Y., Watson, G. W., y Zhang, R., 2010. The potential distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia. *Agricultural and Forest Entomology*, 12, pp. 403-416.

Williams D. J., y Granara de Willink, M. C., 1992. Mealybugs of Central and South America. C.A.B. International; Wallingford, UK. pp. 635.