

Diagnóstico de la situación actual de la escama blanca del mango*

Diagnosis of the current situation of white mango flake

David Heriberto Noriega-Cantú^{1§}, Mario Alfonso Urías-López², Guillermo López-Guillén³, Irma González Acuña² y Arturo Álvarez Bravo²

¹Campo Experimental Iguala-INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Col. Centro Tuxpan, Iguala de la Independencia Guerrero, México. CP. 40000. ²Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP. Carretera México-Nogales km 6, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. AP. 100. CP. 63300. ³Campo Experimental Rosario Izapa-INIFAP. Tuxtla Chico, Chiapas, México. CP. 30780. [§]Autor para correspondencia: noriega.david@inifap.gob.mx.

Resumen

El mango es el frutal de mayor importancia socioeconómica del estado de Guerrero. La escama blanca del mango (EBM), *Aulacaspis tubercularis* Newstead, es una plaga emergente de importancia económica en México, debido a que daña el follaje y ramas de árboles de mango, así como la apariencia de frutos destinados a exportación y mercado nacional. El objetivo del estudio fue conocer la distribución e intensidad de infestación de la plaga en los diferentes cultivares de mango de las regiones productoras del estado de Guerrero, lo cual es importante para implementar medidas de control. Durante los ciclos 2012-2013 y 2013-2014 de muestreo se encontraron diferencias significativas en la abundancia de las poblaciones de *A. tubercularis* entre las distintas áreas productoras de mango. La EBM se encontró en las regiones de la Costa Grande, Acapulco y la Costa Chica, las cuales conforman el área de mayor producción del estado. En las regiones de Tierra Caliente y Norte no se encontraron indicios de la presencia de la plaga. Los municipios con mayor incidencia fueron San Jerónimo con 2.91 total EBM/hoja, seguido por Juchitán, Marquelia y Tecpan de Galeana, con un promedio de 1.25, 1.23 y 1.23 individuos/hoja

Abstract

The mango is the most important socio-economic fruit tree in the state of Guerrero. The mango white scale (EBM), *Aulacaspis tubercularis* Newstead, is an emerging pest of economic importance in Mexico, because it damages the foliage and branches of mango trees, as well as the appearance of fruits destined for export and the national market. The objective of the study was to know the distribution and intensity of infestation of the pest in the different mango cultivars of the producing regions of the state of Guerrero, which is important to implement control measures. During the 2012-2013 and 2013-2014 sampling cycles, significant differences were found in the abundance of *A. tubercularis* populations among the different mango producing areas. The EBM was found in the Costa Grande, Acapulco and Costa Chica regions, which make up the largest production area in the state. In the regions of Tierra Caliente and Norte there were no indications of the presence of the pest. The municipalities with the highest incidence were San Jeronimo with 2.91 total EBM/sheet, followed by Juchitan, Marquelia and Tecpan de Galeana, with an average of 1.25, 1.23 and 1.23 individuals/sheet respectively. The

* Recibido: octubre de 2017
Aceptado: noviembre de 2017

respectivamente. El cultivar que registró mayor presencia de escama blanca fueron Manila, seguido por Ataulfo, Tommy Atkins y Haden, y en menor cantidad Kent y el denominado criollo.

Palabras claves: *Aulacaspis tubercularis*, mango, distribución, Guerrero.

Introducción

En México se cultivan 191 016 hectáreas de mango (*Mangifera indica* L.) y se producen más de 1.78 millones de toneladas de fruta, con un valor superior a los \$5.44 mil millones de pesos mexicanos. Guerrero es el principal estado productor de mango, aportando 20% de la producción nacional con 25 307 ha, con rendimientos promedio de 15.5 t ha⁻¹ (SIAP, 2016). Las regiones con mayor producción y superficie sembrada son Costa Grande, Costa Chica y Tierra Caliente, donde predomina el cultivar Manila con 33% de la superficie, seguida por ‘Ataulfo’, Haden, Criollos, Tommy Atkins, y Kent con 30, 16, 14, 05 y 01% respectivamente (SIAP, 2016). De la cadena productiva de mango dependen alrededor de 7 000 productores rurales, e indirectamente: proveedores, contratistas y jornaleros (RDS, 2003).

El mango en Guerrero enfrenta diversos problemas fitosanitarios, entre los cuales destaca una plaga emergente de importancia económica de reciente detección, la escama blanca del mango (EBM), *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera:Diaspididae), registrada en el año 2003 por primera vez en huertas de mango del municipio de Compostela, Nayarit, México. Posteriormente, se dispersó a otras áreas productoras de Nayarit, que afectó aproximadamente 10 000 ha (Urias, 2006; García-Álvarez *et al.*, 2014), actualmente se distribuye en otros estados de México.

La hembra de *A. tubercularis* tiene forma ovalada, plana y de color blanco transparente, se localiza en las hojas tanto del haz como del envés (Peña y Mohyuddin, 1997; Moharum, 2012) y en la superficie de los frutos (Urias y Flores, 2005; Urias-López *et al.*, 2010). Cuando las poblaciones de ninfas de *A. tubercularis* son altas, ocasiona la caída de hojas y muerte de ramas (Hodges *et al.*, 2005). Sin embargo, las colonias de EBM causan el mayor daño económico debido a las manchas cloróticas que ocasionan en la superficie de los frutos, condición que demerita su calidad para exportación,

cultivar that registered the highest presence of white scale was Manila, followed by Ataulfo, Tommy Atkins and Haden, and in lesser quantity Kent and the so-called Creole.

Keywords: *Aulacaspis tubercularis*, distribution, mango, Guerrero.

Introduction

In Mexico, 191 016 hectares of mango (*Mangifera indica* L.) are cultivated and more than 1.78 million tons of fruit are produced, with a value higher than the \$5.44 billion Mexican pesos. Guerrero is the main mango producing state, contributing 20% of the national production with 25 307 ha, with average yields of 15.5 t ha⁻¹ (SIAP, 2016). The regions with the highest production and planted area are Costa Grande, Costa Chica and Tierra Caliente, where the Manila cultivar predominates with 33% of the surface, followed by ‘Ataulfo’, Haden, Creoles, Tommy Atkins, and Kent with 30, 16, 14, 05 and 01% respectively (SIAP, 2016). About 7 000 rural producers depend on the mango productive chain, and indirectly: suppliers, contractors and day laborers (RDS, 2003).

Mango in Guerrero faces several phytosanitary problems, among which is an emerging plague of recent economic importance, mango white scale (EBM), *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera:Diaspididae), registered in 2003 for the first time in mango orchards of the municipality of Compostela, Nayarit, Mexico. Later, it was dispersed to other producing areas of Nayarit, in which it affected approximately 10 thousand ha (Urias, 2006; García-Álvarez *et al.*, 2014), currently it is distributed in other states of Mexico.

The female of *A. tubercularis* is oval, flat and transparent white in color, it is located on both the leaves of the upper and lower back (Peña and Mohyuddin, 1997, Moharum, 2012) and on the surface of the fruits (Urias and Flores, 2005; Urias-López *et al.*, 2010). When populations of *A. tubercularis* nymphs are high, it causes leaf fall and branch death (Hodges *et al.*, 2005). However, the EBM colonies cause the greatest economic damage due to the chlorotic spots that cause on the surface of the fruits, a condition that deserves its quality for export, since there are reports of 50% of fruits rejected by packers (Hodges *et al.*, 2005; Isiordia-Aquino *et al.*, 2011; Juárez-Hernández, 2014).

pues existen reportes de 50% de frutos rechazados por empacadoras (Hodges *et al.*, 2005; Isiordia-Aquino *et al.*, 2011; Juárez-Hernández, 2014).

La abundancia temporal de EBM en Guerrero tienen dos incrementos poblacionales, el primero de mayo a agosto y el otro de diciembre a febrero; esta plaga a pesar que se presenta en todas las ramas de los árboles orientadas hacia los cuatro puntos cardinales, las poblaciones son más abundantes en los lados sur y norte; además, se detectó que la temperatura y el viento se correlacionan positivamente con mayor abundancia de escamas, mientras la precipitación y humedad relativa se correlaciona negativamente (Noriega *et al.*, 2016).

Debido a los incrementos de la superficie infestada y la densidad de las poblaciones de la EBM en los últimos años en Guerrero, se requiere mayor conocimiento de las áreas afectadas y del grado de infestación para la toma de decisiones en su control. Por lo que el objetivo de este trabajo fue generar información sobre la distribución e intensidad de infestación de la plaga en los diferentes cultivares de mango en las regiones productoras del estado de Guerrero.

Materiales y métodos

Área de estudio. El estado de Guerrero se localiza entre 16°18' y 18°48' de latitud norte y entre 98°03' y 102°12' de longitud oeste. El clima predominante es cálidos subhúmedos Aw (63.94 %), seguido por semicálidos subhúmedos (A)C(w) (20.99%) principalmente (García, 2004; INEGI, 2016). En el primero (Aw) se ubican las principales áreas productoras de mango en altitudes de 0 hasta los 750 m.

Muestreo. Para determinar la distribución de la EBM en el estado, de 2012-2013 a 2013-2014 se muestrearon diferentes huertos comerciales de mango, de las principales áreas productoras de estado, utilizando el padrón parcelario del Consejo Estatal de Mango en Guerrero. Debido a la extensión del área productora, esta fue dividida en seis regiones, Tierra Caliente, Norte, Centro, Acapulco, Costa Grande y Costa Chica, cuya delimitación fue considerada por municipio y localidades. En cada localidad se seleccionaron huertas con una extensión de una hectárea para el muestreo.

En cada huerto se realizó un solo muestreo, durante el periodo de mayor abundancia poblacional de la plaga, desde el crecimiento de los frutos a la cosecha (enero a mayo)

The temporary abundance of EBM in Guerrero has two population increases, the first between may to august and the other increase from december to february; this plague although it occurs in all the branches of the trees oriented towards the four cardinal points, the populations are more abundant in the south and north sides; In addition, it was found that temperature and wind correlate positively with greater abundance of scales, while precipitation and relative humidity correlate negatively (Noriega *et al.*, 2016).

Due to the increases in the infested area and the density of the EBM populations in recent years in Guerrero, greater knowledge of the affected areas and the degree of infestation is required for decision making in their control. Therefore, the objective of this work was to generate information on the distribution and intensity of infestation of the pest in the different mango cultivars in the producing regions of the state of Guerrero.

Materials and methods

Study area. The state of Guerrero is located between 16°18' and 18°48' north latitude and between 98°03' and 102°12' west longitude. The predominant climate is warm sub-humid Aw (63.94%), followed by semi-warm sub-humid (A)C(w) (20.99%) mainly (García, 2004; INEGI, 2016). In the first (Aw), the main mango producing areas are located at altitudes of 0 to 750 m.

Sampling. To determine the distribution of EBM in the state, from 2012-2013 to 2013-2014, different commercial mango orchards were sampled from the main producing areas of the state, using the parcel registry of the State Council of Mango in Guerrero. Due to the extension of the production area, it was divided into six regions, Tierra Caliente, Norte, Centro, Acapulco, Costa Grande and Costa Chica, whose delimitation was considered by municipality and localities. In each locality, orchards with an area of one hectare were selected for sampling.

In each orchard a single sampling was carried out, during the period of greatest pest population abundance, from the growth of the fruits to the harvest (January to May) of each production cycle. The sampling was carried out in the main mango cultivars, Manila, 'Ataulfo', Tommy Atkins, Haden, Kent and the so-called Creole. For this, the methodology suggested by Urías-López *et al.* (2010), which consists of selecting five

de cada ciclo de producción. El muestreo se realizó en los principales cultivares de mango, Manila, 'Ataulfo', Tommy Atkins, Haden, Kent y el denominado Criollo. Para ello se utilizó la metodología sugerida por Uriás-López *et al.* (2010), que consiste en seleccionar cinco árboles por huerto tomando en cuenta el tamaño, edad y apariencia uniforme; en cada árbol se marcan cuatro ramas orientadas a los puntos cardinales. De cada rama se seleccionaron dos hojas de la parte media del entrenudo, del penúltimo flujo vegetativo estacional. En ambos lados de cada hoja, se hizo un conteo de hembras y colonias (machos) de la escama.

También se consideró el porcentaje de frutos infestados, por lo que se seleccionaron al azar cuatro brotes con presencia de frutos. En todos los frutos de cada brote seleccionado se determinó la presencia de hembras y colonias de escamas. El cálculo del porcentaje de frutos infestados se realizó considerando la presencia de frutos con presencia de cualquier estado biológico y los frutos libres de la plaga. Como características de los huertos, se anotaron datos de variedad, altura sobre el nivel del mar y la edad del huerto (mayor o menor a 10 años).

En el primer ciclo de producción 2012-2013 se muestrearon 46 huertos comerciales, situados en 42 localidades de los principales municipios productores de mango del estado. En Tecpan de Galeana, se muestrearon nueve huertos, en Cuanjinicuilapa (ocho huertos), en Coyuca de Benítez (cuatro huertos), en Atoyac de Álvarez, Acapulco, Florencio Villareal, Juchitán y Marquelia (tres huertos/municipio), en Iguala, Benito Juárez y Arcelia (dos huertos/municipio), Juan R. Escudero, Copala, Tepecoacuilco y Cutzamala (un huerto/municipio).

En el segundo ciclo 2013-2014 se muestrearon 61 huertos comerciales, situados en 42 poblados de los municipios de: Tecpan de Galeana (13 huertos), en la Unión de Isidoro Montes de Oca (12 huertos), Petatlán (nueve huertos), Atoyac y José Azueta (seis huertos/municipio), Cuanjinicuilapa (cinco huertos), Marquelia y Coyuca de Benítez (tres huertos/municipio) y Florencio Villareal (dos huertos).

Base de datos. Cada huerto muestreado fue georreferenciado con GPS, formando con ello una base de datos unificada. Para la elaboración de la cartografía se utilizó el sistema de

trees per orchard taking into account the size, age and uniform appearance; in each tree four branches are marked oriented to the cardinal points. From each branch, two leaves were selected from the middle part of the internode, from the penultimate seasonal vegetative flow. On both sides of each leaf, a count of females and colonies (males) of the scale was made.

The percentage of fruits infested was also considered, so that four shoots with the presence of fruits were selected at random. In all the fruits of each selected shoot, the presence of females and scale colonies was determined. The calculation of the percentage of fruits infested was made considering the presence of fruits with the presence of any biological state and the free fruits of the pest. As characteristics of the orchards, data such were recorded as the variety, height above sea level and the age of the orchard (more or less than 10 years).

In the first production cycle 2012-2013, 46 commercial orchards were sampled, located in 42 locations of the main mango producing municipalities in the state. In Tecpan de Galeana, nine orchards were sampled, in Cuanjinicuilapa (eight orchards), in Coyuca of Benítez (four orchards), in Atoyac of Alvarez, Acapulco, Florencio Villareal, Juchitan and Marquelia (three orchards/municipality), in Iguala, Benito Juárez and Arcelia (two orchards/municipality), Juan R. Escudero, Copala, Tepecoacuilco and Cutzamala (an orchard/Municipality).

In the second cycle 2013-2014 the 61 commercial orchards were sampled, located in 42 towns of the municipalities of: Tecpan of Galeana (13 orchards), in the Union of Isidoro Montes of Oca (12 orchards), Petatlan (nine orchards), Atoyac and Jose Azueta (six orchards/municipality), Cuanjinicuilapa (five orchards), Marquelia and Coyuca of Benítez (three orchards/municipality) and Florencio Villareal (two orchards).

Database. Each sampled orchard was georeferenced with GPS, thus forming a unified database. For the elaboration of the cartography, the geographic information system Arc Map 10 was used, as well as the digital elevation model of INEGI, the layers of state political division, bathymetry and border states of CONABIO, the parcel pattern of SAGARPA. Similarly, as indicated by SINAVEF (2010), the cartographic presentation was standardized in order to make the information more readable, clear and attractive to the user.

información geográfica Arc Map 10, así como del modelo digital de elevación de INEGI, las capas de división política estatal, batimetría y estados fronterizos de la CONABIO, el patrón parcelario de SAGARPA. De igual forma, como lo indica SINAVEF (2010), se estandarizó la presentación cartográfica con la finalidad de que la información fuera más legible, clara y atractiva para el usuario.

La principal fuente de información para identificar la distribución geográfica de las áreas productoras de mango en México, fue el padrón parcelario, el cual emite un padrón real de las parcelas en campo. Este padrón fue obtenido por medición directa en las parcelas de los productores, mediante cuadrillas con equipos de GPS; a diferencia de las superficies que reporta la propia SAGARPA vía el SIAP, las cuales son estimadas a partir de entrevistas con los productores y por lo tanto reflejan solo la superficie reportada.

La cartografía de la distribución geográfica espacial de la EBM, se elaboró a partir de muestreos en huertos comerciales con presencia de hembras, colonias y ambos (totales) por hoja y por fruto. Para conocer la incidencia por huerto se promediaron los datos por hoja, rama y árbol, clasificando la incidencia según Cuadro 1.

Análisis estadístico. Se realizaron análisis de varianza de las variables en estudio (densidad poblacional de las colonias, hembras y total de EBM para las localidades, municipios y cultivares), mediante un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones, considerando cada árbol como repetición. Para su comparación se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$), los análisis se realizaron con el programa SAS (SAS, 2010).

Resultados y discusión

Distribución por localidad. La presencia de la EBM fue detectada en algunas localidades del estado de Guerrero (Cuadro 2), donde se observan catorce localidades con alta incidencia, con valores de 2.91 hasta 1.23 total escamas/hoja, con diferencias significativas entre varias localidades ($p \leq 0.05$); por ejemplo, San Jerónimo, municipio de Benito Juárez mostró 2.91 totales escamas/hoja seguida por 4 localidades de Tecpan de Galeana, tres de La Unión I. M. de Oca, dos de la Juchitán y una de Florencio Villareal, Marquelia, Petatlán y Coyuca de Benítez. Una incidencia media se observó en trece localidades, con 1.04 a 0.45 total

The main source of information to identify the geographical distribution of mango producing areas in Mexico was the parcel census, which issues a real pattern of plots in the field. This pattern was obtained by direct measurement in the parcels of the producers, by means of crews with GPS equipment; unlike the surfaces reported by SAGARPA itself via the SIAP, which are estimated from interviews with the producers and therefore reflect only the reported area.

The mapping of the geographic spatial distribution of the EBM, was elaborated from sampling in commercial orchards with the presence of females, colonies and both (total) by leaf and by fruit. To know the incidence by orchard, the data were averaged by leaf, branch and tree, classifying the incidence according to Table 1.

Cuadro 1. Clases según incidencia de escama blanca.
Table 1. Classes according to incidence of white scale.

Clasificación	Intervalo
Sin incidencia	0
Incidencia baja	>0 y ≤ 1
Incidencia media	>1 y ≤ 2
Incidencia alta	>2

Statistic analysis. Analysis of variance of the variables under study (population density of the colonies, females and total EBM for the localities, municipalities and cultivars) was carried out, by means of a random block design with five repetitions, considering each tree as repetition. To compare the Tukey test ($p < 0.05$), the analyzes were performed with the SAS program (SAS, 2010).

Results and discussion

Distribution by location. The presence of EBM was detected in some localities of the state of Guerrero (Table 2), where fourteen localities with high incidence are observed, with values of 2.91 to 1.23 total scales/leaf, with significant differences among several localities ($p \leq 0.05$); for example, San Jeronimo, Municipality of Benito Juárez showed 2.91 total scales/sheet followed by 4 locations of Tecpan of Galeana, three of The Union I. M. of Oca, two of the Juchitan and one of Florencio Villareal, Marquelia, Petatlan and Coyuca of Benítez. An average incidence was observed in thirteen localities, with 1.04 to 0.45 total

escamas/hoja, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$); tres localidades pertenecientes al municipio de Cuajinicuilapa y las otras a una localidad por cada uno de los 12 municipios de las regiones Costa Chica y Grande del estado. Una incidencia baja se observó en dieciséis localidades con 0.41 a 0.03 total escamas/hoja, donde la prueba estadística no detectó diferencia significativa, en 12 localidades de seis municipios de la región Costa Grande y dos localidades del municipio de Cuajinicuilapa y una de Marquelia.

Finalmente, sin incidencia se observaron cuatro localidades de Petatlán y de Cuajinicuilapa, tres localidades de Tecpan de Galeana y La Unión de Isidoro Montes de Oca; dos localidades de Juan R. Escudero, Iguala, Arcelia y Cutzamala y una localidad en Copala, Marquelia, Tepecoacuilco y José Azueta con valores de cero escamas, donde la prueba estadística no detectó diferencias significativas entre localidades que están en intermedia y baja incidencia.

scales/leaf, with significant differences ($p \leq 0.05$); three localities belonging to the Municipality of Cuajinicuilapa and the others to a locality for each of the 12 municipalities of the Costa Chica and Grande regions of the state. A low incidence was observed in sixteen localities with 0.41 to 0.03 total scales/leaf, where the statistical test did not detect significant difference, in 12 localities of six municipalities of the Costa Grande region and two Municipality localities of Cuajinicuilapa and one of Marquelia.

Finally, without incidence, four localities of Petatlan and Cuajinicuilapa were observed, as well as three locations of Tecpan of Galeana and The Union of Isidoro Montes de Oca; two localities of Juan R. Escudero, Iguala, Arcelia and Cutzamala and a locality in Copala, Marquelia, Tepecoacuilco and José Azueta with zero scale values, where the statistical test did not detect significant differences between localities that are in intermediate and low incidence.

Cuadro 2. Distribución geográfica de la escama blanca (EBM) del mango en hojas por localidad en Guerrero, 2012-2014.
Table 2. Geographic distribution of white flake (EBM) of mango leaves by location in Guerrero, 2012-2014.

Región	Localidad	Colonias/hoja	Hembras/hoja	Total escamas/hoja
Costa Grande	San Jerónimo	1.18 abc	1.74 a	2.91 a
Costa Grande	Tenexpa	1.05 abcde	1.25 abc	2.3 ab
Costa Grande	Rodesia	1.04 abcde	1.23 abc	2.26 ab
Costa Grande	San Luis San Pedro	1.38 a	0.85 abc	2.23 abc
Costa Chica	Agua Zarca	0.94 abcdefgh	1.24 abc	2.18 abcd
Costa Chica	Carrizalillo	0.85 abcdefghi	1.2 abc	2.05 abcde
Costa Grande	Nuxco	0.4 bcdefghi	1.65 abc	2.05 abcde
Costa Grande	Zuzuca	1.31 ab	0.63 abc	1.94 abcdef
Costa Chica	Llano Grande	0.98 abcdefg	0.83 abc	1.8 abcdefg
Costa Chica	Barra de Tecoanapa	1.16 abcd	0.56 abc	1.72 abcdefg
Costa Grande	Almolonga	0.65 abcdefghi	0.98 abc	1.63 abcdefg
Costa Grande	La Saladita	1.3 ab	0.05 c	1.35 abcdefg
Costa Grande	Pénjamo	0.33 cdefghi	0.98 abc	1.3 abcdefg
Costa Grande	Crucero Coyuquilla	1.01 abcdef	0.21 c	1.23 abcdefg
Costa Chica	Paraíso	0.24 defghi	0.8 abc	1.04 bcdefg
Costa Chica	Dios te Libre	0.55 abcdefghi	0.45 b	1 bcdefg
Costa Chica	San Nicolás	0.23 efghi	0.73 abc	0.95 bcdefg
Costa Grande	Coacoyul	0.3 cdefghi	0.6 abc	0.9 bcdefg
Costa Grande	Cayaquita	0.35 cdefghi	0.48 abc	0.83 bcdefg
Costa Grande	Corral Falso	0.35 cdefghi	0.45 bc	0.8 bcdefg
Costa Grande	Barrio Nuevo	0.46 abcdefghi	0.33 c	0.79 bcdefg

Las medias en cada columna con letras distintas son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro 2. Distribución geográfica de la escama blanca (EBM) del mango en hojas por localidad en Guerrero, 2012-2014 (continuación).**Table 2. Geographic distribution of white flake (EBM) of mango leaves by location in Guerrero, 2012-2014 (continuation).**

Región	Localidad	Colonias/hoja	Hembras/hoja	Total escamas/hoja
Costa Grande	Coyuquilla Norte	0.29 cdefghi	0.43 bc	0.71 bcdefg
Costa Chica	Juchitán	0.31 cdefghi	0.26 c	0.58 bcdefg
Costa Grande	Coyuquilla	0.33 cdefghi	0.21 c	0.54 bcdefg
Costa Grande	Xaltianguis	0.25 defghi	0.28 c	0.53 bcdefg
Costa Chica	Col. Miguel Alemán	0.14 efghi	0.39 bc	0.53 bcdefg
Costa Grande	Zapote	0.08 ghi	0.38 bc	0.45 bcdefg
Costa Grande	Ticuí	0.19 efghi	0.21 c	0.41 cdefg
Costa Grande	Coyuca	0.24 defghi	0.15 c	0.39 cdefg
Costa Chica	Col. Agrícola	0.31 cdefghi	0.05 c	0.36 defg
Costa Grande	Las Tortolitas	0.23 efghi	0.1 c	0.33 defg
Costa Chica	Las Lomitas	0.15 efghi	0.18 c	0.33 defg
Costa Grande	Los Tarros	0.09 ghi	0.2 c	0.29 efg
Costa Grande	Tecpan de Galeana	0.04 hi	0.22 c	0.26 efg
Costa Grande	Papanoa	0.16 efghi	0.04 c	0.2 efg
Costa Grande	Santa Rosa	0.08 ghi	0.13 c	0.2 efg
Costa Grande	Achotes	0.1 fghi	0.08 c	0.18 fg
Costa Grande	Barra de Potosí	0.1 fghi	0.08 c	0.18 fg
Costa Chica	Cuajinicuilapa	0.03 hi	0.05 c	0.08 g
Costa Grande	Pedregal	0.08 ghi	0 c	0.08 g
Costa Grande	Fonseca Miranda	0.03 hi	0.05 c	0.08 g
Costa Grande	Col. Cuauhtémoc	0.05 hi	0 c	0.05 g
Costa Chica	Marquelia	0.03 hi	0 c	0.03 g
Costa Grande	San Miguelito	0 i	0 c	0 g
Costa Grande	Tierra Colorada	0 i	0 c	0 g
Costa Grande	Parota	0 i	0 c	0 g
Costa Grande	Petatlán	0 i	0 c	0 g
Costa Grande	Los Laureles	0 i	0 c	0 g
Costa Grande	Coyuquilla Sur	0 i	0 c	0 g
Costa Chica	El Carrizo	0 i	0 c	0 g
Costa Chica	Maldonado	0 i	0 c	0 g
Costa Chica	Peñitas	0 i	0 c	0 g
Tierra Caliente	El Escondido	0 i	0 c	0 g
Tierra Caliente	San José del P.	0 i	0 c	0 g
Norte	Tuxpan	0 i	0 c	0 g
Norte	Rincón de la Cocina	0 i	0 c	0 g

Las medias en cada columna con letras distintas son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Distribución por municipio. En el Cuadro 3 se observa la distribución de la EBM a nivel municipal, donde la más alta incidencia fue en Benito Juárez, con 2.91 total escamas/hoja, con diferencias significativas con los 17 municipios restantes ($p \leq 0.05$); en Juchitán, Marquelia y Tecpan de Galeana se tuvieron valores de 1.25 y 1.23, que mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con 7 municipios. Ocho municipios tuvieron incidencias de 1.09 a 0.42 total escamas/hoja que no tuvieron diferencias significativas con los municipios donde no se detectó EBM.

Distribution by municipality. In the Table 3 shows the distribution of EBM at the municipal level, where the highest incidence was in Benito Juárez, with 2.91 total scales/leaf, with significant differences with the remaining 17 municipalities ($p \leq 0.05$); in Juchitan, Marquelia and Tecpan of Galeana there were values of 1.25 and 1.23, which showed significant differences ($p \leq 0.05$) with 7 municipalities. Eight municipalities had incidences of 1.09 to 0.42 total scales/leaf that did not have significant differences with the municipalities where EBM was not detected.

Cuadro 3. Distribución geográfica de la escama blanca del mango en hojas y frutos por municipio en Guerrero, 2012-2014.
Table 3. Geographic distribution of mango white scale in leaves and fruits by municipality in Guerrero, 2012-2014.

Región	Municipio	Núm. de colonias/hoja	Núm. de hembras/hoja	Total escamas/hoja
Costa Grande	Benito Juárez	1.18 a	1.74 a	2.91 a
Costa Chica	Juchitán	0.57 bc	0.68 b	1.25 b
Costa Chica	Marquelia	0.83 ab	0.4 b	1.23 b
Costa Grande	Tecpan de Galeana	0.61 bc	0.62 b	1.23 b
Costa Grande	La Unión de I. M. de Oca	0.83 ab	0.27 b	1.09 bc
Costa Chica	Florencio Villareal	0.56 bcd	0.48 b	1.04 bc
Costa Grande	Petatlán	0.21 cd	0.3 b	0.51 bc
Costa Grande	Coyuca de Benítez	0.2 cd	0.3 b	0.5 bc
Costa Grande	José Azueta	0.24 cd	0.23 b	0.47 bc
Acapulco	Acapulco	0.24 cd	0.22 b	0.46 bc
Costa Chica	Cuajinicuilapa	0.14 cd	0.28 b	0.43 bc
Costa Grande	Atoyac de Álvarez	0.19 cd	0.23 b	0.42 bc
Costa Chica	Copala	0 d	0 b	0 c
Centro	Juan R. Escudero	0 d	0 b	0 c
Norte	Iguala	0 d	0 b	0 c
Norte	Tepecoacuilco	0 d	0 b	0 c
Tierra Caliente	Arcelia	0 d	0 b	0 c
Tierra Caliente	Cutzamala	0 d	0 b	0 c

Las medias en cada columna con letras distintas son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Las regiones donde no se localizó EBM fueron Tierra Caliente, Norte y Centro. En las demás regiones de Costa Grande y Costa Chica se localizaron nueve localidades sin presencia de EBM; sin embargo, en localidades contiguas si hubo una alta incidencia.

The regions where EBM was not located were Tierra Caliente, Norte and Centro. In the other regions of Costa Grande and Costa Chica, nine localities without EBM were located; however, in contiguous localities if there was a high incidence.

Distribución por cultivar. En el Cuadro 4, se muestra la incidencia de EBM por cultivar, donde Manila mostró valores más altos, con 1.99 total escamas/hoja, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con los demás cultivares. Tommy Atkins, Ataulfo, Haden y Kent tuvieron valores de 0.78, 0.75, 0.62 y 0.01, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con el criollo que mostró ausencia de EBM.

Distribution to cultivate. In Table 4, the incidence of EBM by cultivar is shown, where Manila showed higher values, with 1.99 total scales/leaf, with significant differences ($p \leq 0.05$) with the other cultivars. Tommy Atkins, Ataulfo, Haden and Kent had values of 0.78, 0.75, 0.62 and 0.01, with significant differences ($p \leq 0.05$) with the creole who showed absence of EBM.

Cuadro 4. Poblaciones de escama blanca en follaje por cultivar en Guerrero.
Table 4. White-scale foliage populations to be cultivated in Guerrero.

Cultivar	Núm. de colonias/hoja	Núm. de hembras/hoja	Total escamas/hoja
Manila	1.17 a	0.82 a	1.99 a
Tommy Atkins	0.49 b	0.29 b	0.78 b
Ataulfo	0.36 bc	0.38 ab	0.75 bc
Haden	0.43 b	0.19 b	0.62 bc
Kent	0.01 c	0 b	0.01 bc
Criollo	0 c	0 b	0 c

Las medias en cada columna con letras distintas son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Distribución geográfica. La distribución espacial de incidencia promedio por hoja de colonias y totales (hembras + colonias) en Guerrero se presenta en las Figura 1 y 2. Esta cartografía permite visualizar de manera clara y práctica, el contexto geográfico en que se circunscribe la escama en el estado; además permite analizar en su conjunto la magnitud de la incidencia.

Geographical distribution. The spatial distribution of average incidence per leaf of colonies and totals (females + colonies) in Guerrero is presented in Figure 1 and 2. This cartography allows to visualize in a clear and practical way, the geographical context in which the scale is circumscribed in the state; it also allows us to analyze the magnitude of the incident as a whole.



Figura 1. Distribución geográfica de la incidencia de colonias deEBM en hojas de mango, Guerrero.
Figure 1. Geographic distribution of the incidence of EBM colonies in leaves of mango, Guerrero.



Figura 2. Distribución geográfica de la incidencia del total de EBM (hembras + colonias) en mango, Guerrero.
Figure 2. Geographic distribution of the incidence of total EBM (females + colonies) in mango, Guerrero.

No obstante, que los mapas sean a escala a nivel estatal, se puede apreciar que la incidencia de colonias requiere atención en los municipios de Tecpan de Galeana, Benito Juárez y Marquelia. En tanto el riesgo por incidencia alta (total de hembras y colonias) es prioritario en La Unión de Isidoro Montes de Oca, Tecpan de Galeana, Benito Juárez, Juchitán, y Marquelia.

En la Figura 3 se muestra la distribución de las hembras, el cual contrasta con los otros dos mapas, debido a que la presencia de EBM en el estado, se asocia principalmente con hembras, lo cual es un foco de atención, debido que estas pueden disparar la clasificación actual de colonias “sin incidencia” en los demás municipios.

En este trabajo se detectó que la región de la Costa Grande, Acapulco y Costa Chica es donde se presenta la EBM. Está ausente por el momento en Tierra Caliente, Norte y Centro del estado. A pesar que, en algunos municipios del litoral costero, como Cópala, está ausente la EBM, es probable que se deba al poco movimiento y superficie de mango que se tiene en este municipio y a las barreras naturales que se tienen en las localidades del mismo.

En cuanto a los cultivares se observa que el más afectado es Manila, posteriormente Tommy Atking, Ataulfo y Haden, debido probablemente a que son los cultivares más ampliamente distribuidos en la Región de la Costera del estado. Finalmente, en Criollo donde no se localizó la EBM puesto que este material se muestro en las áreas de producción donde aún no hay daños por EBM. En los mapas de distribución geográfica otro factor de análisis, es el ambiente, puesto que se observa que la escama se relaciona con temperatura y humedad relativa, que son los factores que dan rasgos en común a las áreas de mayor presencia de escama total en Guerrero, lo cual coincide con lo reportado por Miranda-Salcedo y Urías-López (2013), así como Noriega-Cantú *et al.* (2013), en cuanto a que los climas más cálidos con mayor humedad ambiental del área favorecen la presencia de la EBM.

Bajo condiciones de campo se encontró que la temperatura y el viento se correlaciona positivamente con la abundancia de *A. tubercularis*, mientras que la precipitación y humedad relativa se correlacionan negativamente (Noriega-Cantú *et al.*, 2016). La altas incidencia de EBM se presenta cuando se incrementan las temperaturas medias y disminuye la precipitación, por lo que *A. tubercularis* es una plaga dependiente de la temperatura y condiciones secas (Urías-

However, if the maps are scaled at the state level, it can be seen that the incidence of colonies requires attention in the municipalities of Tecpan of Galeana, Benito Juárez and Marquelia. In as much the risk by high incidence (total of females and colonies) is priority in the Union of Isidoro Montes de Oca, Tecpan de Galeana, Benito Juarez, Juchitan, and Marquelia.

Figure 3 shows the distribution of females, which contrasts with the other two maps, because the presence of EBM in the state, is associated mainly with females, which is a focus of attention, because these can shoot the current classification of colonies “without incidence” in the other municipalities.



Figura 3. Distribución geográfica de la incidencia de hembras de EBM en mango, Guerrero.

Figure 3. Geographical distribution of the incidence of EBM females in mango, Guerrero.

In this work it was detected that the region of the Costa Grande, Acapulco and Costa Chica is where the EBM is presented. It is absent for the moment in Tierra Caliente, Norte and Centro of Estado. Although, in some coastal

López *et al.*, 2010). Sin embargo, es posible que debido a las condiciones de altas temperaturas y humedades relativas extremas que se presentan durante varios meses del año en algunos municipios de las regiones Tierra Caliente y Norte no prospera la escama blanca.

Conclusiones

A. tubercularis se encuentra en la Región de la Costa Grande, Acapulco y la Costa Chica, las cuales conforman el área de mayor producción de mango del estado de Guerrero.

No se detectó presencia de la escama blanca en las regiones Tierra Caliente y Norte.

La mayor incidencia de escama blanca a nivel municipal fue San Jerónimo, seguido por Juchitán, Marquelia y Tecpan de Galeana.

Los cultivares en los cuales se encontró mayor presencia de escama fueron Manila, Tommy Atkins, Ataulfo y Haden, seguidos de Kent. En mango criollo no se detectó presencia de la escama.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fondo Sectorial SAGARPA-CONACyT), por el financiamiento otorgado para el desarrollo del presente trabajo a través proyecto número 2011-12-171759.

Literatura citada

- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen. Serie Libros No. 6. Quinta Edición: corregida y aumentada. UNAM. México, D. F. 98 p.
- García-Álvarez, N. C.; Urías-López M. A.; Hernández-Fuentes, L. M.; González-Carrillo, J. A.; Pérez-Barraza M. H. y Osuna-García, J. A. 2014. Distribución de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) en Nayarit, México. Acta Zool. Mex. (ns)30:321-336.

municipalities, such as Copala, the EBM is absent, it is likely that it is due to the little movement and mango area in this municipality and the natural barriers that are found in the localities.

Regarding the cultivars, it is observed that the most affected are Manila, later Tommy Atking, Ataulfo and Haden, probably because they are the cultivars most widely distributed in the Coastal Region of the state. Finally, in creole where the EBM was not located since this material was sampled in the production areas where there is still no damage by EBM. In the geographical distribution maps, another factor of analysis is the environment, since it is observed that the scale is related to temperature and relative humidity, which are the factors that give features in common to the areas of greater presence of total scale in Guerrero, which coincides with that reported by Miranda-Salcedo and Urías-López (2013), as well as Noriega-Cantú *et al.* (2013), in that the warmer climates with higher environmental humidity in the area favor the presence of EBM.

Under field conditions it was found that temperature and wind positively correlate with abundance of *A. tubercularis*, while precipitation and relative humidity correlate negatively (Noriega-Cantú *et al.*, 2016). The high incidence of EBM occurs when average temperatures increase and precipitation decreases, which is why *A. tubercularis* is a pest dependent on temperature and dry conditions (Urías-López *et al.*, 2010). However, it is possible that due to the conditions of high temperatures and extreme relative humidities that occur during several months of the year in some municipalities of the Tierra Caliente and Norte regions the white scale does not thrive.

Conclusions

A. tubercularis is found in the Costa Grande Region, Acapulco and Costa Chica, which make up the area with the highest mango production in the state of Guerrero.

No presence of the white scale was detected in the Hot and North Earth Regions.

The highest incidence of white scale at the municipal level was San Jeronimo, followed by Juchitan, Marquelia and Tecpan de Galeana.

- Hodges, A. C. Hodges, G. S. and Wisler, G. C. 2005. Exotic scale insects (Hemiptera:Coccoidea) and whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in Florida's tropical fruits: an example of the vital role of early detection in pest prevention and management. P. Fl. St. Hortic. Soc. 118:215-217.
- INEGI. 2007. (Instituto de Estadística, Geografía e Informática). Datos vectoriales de la base referencial mundial de recurso suelo (WRB-2006).
- INEGI. 2016. (Instituto de Estadística, Geografía e Informática). Conociendo Guerrero. Sexta edición. 36 p.
- Isiordia-Aquino, N.; García-Martínez, O.; Flores-Canales, R. J.; Díaz-Heredia, M.; Carvajal-Cazola, C. R y Espino-Álvarez, R. 2011. El cultivo de mango en Nayarit, acciones e impacto en materia fitosanitaria 1993-2010. Rev. Fuente. 2:34-43.
- Juárez-Hernández, P. 2014. Respuesta fotosintética del mango en función del daño por escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead). Tesis de Doctorado en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Miranda-Salcedo M. A. y Urías-López, M. A. 2013. Distribución geográfica de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* en Michoacán. Entomol. Mex. 12(2):1000-1003.
- Moharum, F.A. 2012. Description of the first and second female and male instars of white mango scale *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Coccoidea:Diaspididae). JOBAS. 65:29-36.
- Noriega-Cantú, D. H.; Urías-López, M. A.; González-Carrillo, J. A. y López-Guillén, G. 2016. Abundancia temporal de la escama blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* Newstead, en Guerrero, México. Southwestern Entomologist. 41(3):845-854. DOI: <http://dx.doi.org/10.3958/059.041.0326>.
- Noriega-Cantú D. H.; Urías-López, M. A.; López-Estrada, M. E.; Cruzaley-Sarabia, R. C. y Ulises-Martínez, A. 2013. Fluctuación poblacional y distribución de la escama blanca, del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) en la Costa de Guerrero, México. VIII Congreso Latinoamericano de Entomología. In: XLVIII Congreso Nacional de la SME. 23 al 27 de junio de 2013. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero, mango. 1066-1071.
- The cultivars in which the largest scale presence was found were Manila, Tommy Atkins, Ataulfo and Haden, followed by Kent. In creole mango, the presence of the scale was not detected.

End of the English version



- Peña, J. E. and Mohyuddin, A. I. 1997. Insect pest, In: Litz, R. E. (Ed.). The mango: botany, production and uses. CAB International, Wallingford, UK. 327-362 pp.
- SAGARPA. 2016. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca. Sistemas de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). Estadísticas de la producción agrícola en México. México, D. F. Internet. <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- SAS Institute, Inc. 2010. SAS user's guide: Statistics. Release 9.3. Ed. SAS Institute Incorporation. Cary, C, SA. 1028 p.
- Urías, L. M. A. y Flores, R. C. 2005. La escama blanca, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Homoptera:Diaspididae) una nueva plaga del mango: fluctuación poblacional y anotaciones biológicas. Entomol. Mex. 4:579-584.
- Urías, L. M. A. y Flores, R. C. 2005. La escama blanca, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Homoptera:Diaspididae), una nueva plaga del mango: fluctuación poblacional y anotaciones biológicas. Entomol. Mex. 4:579-584.
- Urías, L.M.A. 2006. Principales plagas del mango en Nayarit. In: el cultivo del mango: principios y tecnología de producción. Vázquez, V. V. y Pérez, B. M. H. (Eds.). IINIFAP. Centro Regional de Investigación Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. 211- 234 pp.
- Urías, L. M. A.; Osuna-García, J. A.; Vázquez-Valdivia, V. y Pérez-Barraza, M. H. 2010. Fluctuación poblacional y distribución de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) en Nayarit. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 16(2):77-82.