

## Distribución temporal y espacial de la escama blanca del mango en Sinaloa, México\*

### Temporal and spatial distribution of mango white scale in Sinaloa, Mexico

Gerardo Feliciano Balderas-Palacios<sup>1</sup>, Mario Alfonso Uriás-López<sup>1§</sup>, Jesús Ascensión González-Carrillo<sup>2</sup>, Irma Julieta González-Acuña<sup>1</sup> y Arturo Álvarez-Bravo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Internacional México-Nogales km 6, Entrada a Santiago Ixc. Santiago Ixcuintla, Nayarit. Tel. 01 (55) 38718700, ext. 8442301, Santiago Ixcuintla, Nayarit. <sup>2</sup>Investigador independiente. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: urias.marioalfonso@inifap.gob.mx.

#### Resumen

Se realizó un estudio en la zona productora de mango del Sur del Sinaloa, México, con el objetivo de determinar la distribución temporal y espacial de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (EBM). Para obtener la fluctuación poblacional de la escama, se examinó su presencia durante dos años (2012- 2014) en los tres principales cultivares de Sinaloa: Ataulfo, Kent y Keitt. La distribución geográfica se obtuvo mediante el muestreo de huertos de mango en los municipios de Rosario y Escuinapa, Sin. Durante los dos años se muestrearon 221 lotes comerciales de los cultivares Ataulfo, Haden, Keitt, Kent, Manila y Tommy Atkins. Respecto a la fluctuación poblacional, las densidades de población de la escama variaron entre fechas de muestreo realizadas durante el año y entre los cultivares evaluados. La población de *A. tubercularis* registró tres etapas de desarrollo: durante y después el periodo de lluvias (julio- octubre) la población fue la más baja. Escasa prevalencia durante temperaturas bajas (noviembre- febrero) y con las poblaciones más altas durante el periodo de temperaturas altas y sin lluvias (marzo- julio). Con relación a la distribución espacial, la escama blanca del

#### Abstract

A study was carried out in the mango producing area of Southern Sinaloa, Mexico, in order to determine the temporal and spatial distribution of the white scale of the mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (EBM). To obtain the population fluctuation of the scale, its presence for two years (2012-2014) was examined in the three main cultivars of Sinaloa: Ataulfo, Kent and Keitt. Geographic distribution was obtained by sampling mango orchards in the municipalities of Rosario and Escuinapa, Sin. During the two years, 221 commercial lots of the cultivars Ataulfo, Haden, Keitt, Kent, Manila and Tommy Atkins were sampled. Regarding the population fluctuation, the population densities of the scale varied between sampling dates during the year and among the evaluated cultivars. The population of *A. tubercularis* recorded three stages of development: during and after the rainy season (july-october) the population was the lowest. Low prevalence during low temperatures (november-february) and with the highest populations during the period of high temperatures and without rains (march-july). In relation to the spatial distribution, the white mango scale was recorded in 90%

\*Recibido: junio de 2017

Aceptado: septiembre de 2017

mango se registró en 90% de la zona productora del sur de Sinaloa, en la localidad El Capomal municipio de Escuinapa, Sinaloa; ‘Manila’ fue el cultivar mayormente infestado.

**Palabras clave:** *Aulacaspis tubercularis*, cultivares, ‘Ataulfo’, ‘Manila’.

## Introducción

El estado de Sinaloa ocupa el primer lugar en superficie establecida con 30 095 ha y es el tercer productor de mango a nivel nacional con 235 772 t de fruta. En la región sur de Sinaloa (Mazatlán, Concordia, Rosario y Escuinapa) se concentra 84% de la superficie estatal (SIAP, 2013). Los principales cultivares son: Ataulfo, Haden, Keitt, Kent, Manila y Tommy Atkins. En Sinaloa, como en otros estados, el mango es atacado por plagas de importancia y cuarentenaria, como moscas de la fruta del género *Anastrepha* spp., o de importancia económica como es el caso de la escama blanca del mango (EBM) *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) (Urias 2006; Urias-López *et al.*, 2010).

La escama blanca es una plaga, que causó daños inicialmente en Compostela, Nayarit. Es de importancia comercial porque provoca daños directos en la calidad del fruto (Urias-López *et al.*, 2010) y ocasiona problemas en la comercialización, principalmente cuando se trata de frutos para exportación (Urias-López *et al.*, 2010, Abo-Shanab, 2012). La escama también puede alojarse en tallos tiernos, pero con mayor frecuencia se localiza en las hojas, lo que disminuye el área fotosintética de los árboles (Urias, 2006). El control de esta plaga se basa en el uso de insecticidas y productos no convencionales como aceites naturales o derivados del petróleo, jabones y detergentes (Le Lagadec y Louw 2009; García-Álvarez *et al.*, 2009; Urias-López *et al.*, 2013).

Aunque la escama blanca está ampliamente distribuida en las zonas productoras del mango, son escasos los estudios que documentan el comportamiento de las poblaciones para fines de manejo, se debe que en pocos países se manifiesta como plaga. De los casos que la escama blanca daña al mango, se menciona a Sudáfrica (Le Lagadec *et al.*, 2006), Ecuador (Arias *et al.*, 2004) y Egipto (Abo-Shanab 2012). En un estudio sobre fluctuación poblacional de la escama en Nayarit, México, se determinó que esta plaga registró tres etapas poblacionales en el año: una de baja población al final

of the producing area of southern Sinaloa, in El Capomal municipality of Escuinapa, Sinaloa; ‘Manila’ was the most infested cultivar.

**Keywords:** *Aulacaspis tubercularis*, cultivars, ‘Ataulfo’, ‘Manila’.

## Introduction

The state of Sinaloa occupies the first place in surface established with 30 095 ha and is the third mango producer at national level with 235 772 t of fruit. In the southern region of Sinaloa (Mazatlan, Concordia, Rosario and Escuinapa), 84% of the state area is concentrated (SIAP, 2013). The main cultivars are: Ataulfo, Haden, Keitt, Kent, Manila and Tommy Atkins. In Sinaloa, as in other states, the mango is attacked by pests of importance and quarantine, such as fruit flies of the genus *Anastrepha* spp. Or of economic importance such as the white mango scale (EBM) *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) (Urias 2006; Urias-López *et al.*, 2010).

The white scale is a pest, which caused damage initially in Compostela, Nayarit. It is of commercial importance because it causes direct damages in fruit quality (Urias-López *et al.*, 2010) and causes problems in the commercialization, mainly when it comes to fruits for export (Urias-López *et al.*, 2010, Abo-Shanab, 2012). The scale can also be found on tender stems, but it is more frequently located in the leaves, which decreases the photosynthetic area of the trees (Urias 2006). The control of this pest is based on the use of insecticides and unconventional products such as natural oils or petroleum products, soaps and detergents (Le Lagadec and Louw 2009; García-Álvarez *et al.*, 2009; Urias-López *et al.*, 2013).

Although white scale is widely distributed in mango producing areas, few studies document the behavior of populations for management purposes, this is probably due to the fact that in a few countries it manifests itself as a pest. Of the cases that white scale damages the mango, South Africa (Le Lagadec *et al.*, 2006), Ecuador (Arias *et al.*, 2004) and Egypt (Abo-Shanab, 2012) are mentioned. In a study of population fluctuation of scales in Nayarit, Mexico, it was determined that this pest recorded three population stages during the year: one of low population from the end of the rainy season from september to january, another from population increase from march to july and another with the

del período de lluvias septiembre a enero, otra de incremento de marzo a julio y otra más baja durante el año de julio-agosto (Urías-López *et al.*, 2010). Las poblaciones más altas de la escama durante el año se asocian a periodos cálidos y sin lluvias, mientras que las bajas poblaciones de la plaga al periodo de lluvias de verano (Urías-López y Flores-Canales 2005; González-Carrillo *et al.*, 2008, Urías-López *et al.*, 2010).

Respecto a la distribución de la escama blanca en México, ésta se encuentra en todos los estados costeros del Pacífico como: Sinaloa, Colima, Jalisco, Guerrero y Oaxaca, así como en el Golfo de México en el estado de Veracruz (Noriega *et al.*, 2012). En Nayarit, se determinó que la plaga está distribuida en casi todo el estado, pero con densidades más altas en la zona sur y centro del estado que en la zona centro (García-Álvarez *et al.*, 2014).

Debido a que *A. tubercularis* limita la comercialización del fruto por baja calidad del producto, principalmente del mercado de exportación ya que en Sinaloa no existen estudios sobre el comportamiento de las poblaciones en el cultivo del mango para fines de manejo, el objetivo de este trabajo fue conocer la fluctuación poblacional durante el año y la distribución geográfica de la escama blanca en Sinaloa.

## Materiales y métodos

Se realizaron dos ensayos en los años 2012- 2013 y 2013-2014, en el sur de Sinaloa, donde está establecida la mayor superficie de mango del estado (76%), principalmente en los municipios de El Rosario y Escuinapa. El primer ensayo se realizó para determinar la fluctuación poblacional anual de la escama y el segundo para determinar la distribución geográfica y grado de incidencia de la plaga. La metodología general de muestreo que se utilizó para ambos ensayos es la sugerida por Urías-López *et al.* (2010), esta consistió en seleccionar cinco árboles de mango con características similares, a los cuales se le marcaron cuatro ramas orientadas a cada punto cardinal. En cada rama terminal se muestrearon dos hojas del penúltimo flujo vegetativo, una situada en el interior y la otra en el exterior del brote, lo que suma un total de ocho hojas/ árbol o de 40 hojas por huerto. En cada muestreo se registró el número de colonias (machos) y hembras detectadas por hoja.

Fluctuación poblacional de escama blanca. Este estudio se realizó en tres huertos comerciales de mango ubicados en la comunidad El Pozole del municipio de El Rosario,

lowest presence during the year of July-August (Urías-López *et al.*, 2010). The highest populations of the scale during the year are associated with warm periods and no rainfall, whereas those with the lowest populations of the plague during the summer rainy season (Urías-López and Flores-Canales 2005; González-Carrillo *et al.*, 2008, Urías-López *et al.*, 2010).

The distribution of white scale in Mexico is found in all Pacific coastal states such as: Sinaloa, Colima, Jalisco, Guerrero and Oaxaca, as well as in the Gulf of Mexico in the state of Veracruz (Noriega *et al.*, 2012). In Nayarit, it was determined that the pest is distributed throughout most of the state, but with higher densities in the south and center of the state than in the central zone (García-Álvarez *et al.*, 2014).

Because *A. tubercularis* limits the commercialization of the fruit due to low quality of the product, mainly in the export market, since in Sinaloa there are no studies on the behavior of the populations in mango cultivation for management purposes, the objective of this work was to know the population fluctuation during the year and the geographical distribution of the white scale in Sinaloa.

## Materials and methods

Two trials were carried out in the years 2012-2013 and 2013-2014 in southern Sinaloa, where the state's largest mango surface is established (76%), mainly in the municipalities of El Rosario and Escuinapa. The first test was carried out to determine the annual population fluctuation of the scale and the second to determine the geographical distribution and degree of incidence of the pest. The general sampling methodology used for both trials is the one suggested by Urías-López *et al.* (2010), this consisted in selecting five mango trees with similar characteristics, to which four branches were marked oriented to each cardinal point. In each terminal branch, two leaves of the penultimate vegetative flow were sampled, one located inside and the other outside the outbreak, totaling eight leaves/tree or 40 leaves per orchard. In each sample the number of colonies (males) and females detected per leaf were recorded.

Population fluctuation of white scale. This study was carried out in three mango commercial orchards located in the El Pozole community of El Rosario municipality, Sinaloa.

Sinaloa. Las poblaciones de la escama blanca se examinaron quincenalmente durante dos años (de abril de 2012 a junio de 2014), los cultivares fueron Ataulfo, Kent y Keitt. Para reforzar la información de la fluctuación poblacional de *A. tubercularis* con factores de clima, se obtuvieron datos de temperatura en cada huerto, para lo cual se instalaron dispositivos data Logger (Marca HOB0®). Los datos de precipitación pluvial se obtuvieron de la base de datos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, de Culiacán, Sinaloa (CIAD).

**Distribución geográfica de la escama blanca.** Para conocer la distribución geográfica y grado de incidencia de *A. tubercularis* en el sur de Sinaloa, durante el primer año se muestrearon 80 huertos comerciales, agrupados en nueve localidades; en el segundo año se muestrearon 141 huertos comerciales de 10 localidades, ubicados en los principales municipios productores de mango del estado (Rosario y Escuinapa). El muestreo se realizó principalmente durante la época de fructificación, entre marzo y Junio, la cual se reporta como el periodo de máxima incidencia de la plaga según Uriás-López *et al.* (2010) y García *et al.* (2014). Se determinó la distribución e incidencia en los cultivares Ataulfo, Haden, Keitt, Kent, Manila y Tommy Atkins con la metodología descrita en la primera sección.

**Análisis estadístico.** Para conocer las poblaciones de escama blanca entre fechas de muestreo, entre cultivares o entre localidades, en estos dos últimos casos acorde a cada ensayo, se realizaron análisis de varianza con diseño en bloques al azar mediante el paquete estadístico SAS Institute (2000). Para la comparación de medias, se utilizó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Las variables en estudio fueron: colonias de escama (colonias de machos) y hembras, con estas dos variables se generó una tercera, denominada total de escamas.

## Resultados y discusión

**Información climática:** los datos climáticos de El Rosario, Sinaloa, mostraron en los dos años de estudio que en agosto fue el más cálido con 28.2 y 29.3 °C en 2012-13 y 2013-14, respectivamente. El mes más frío en el primer año fue febrero (19 °C) y en el segundo año enero con 20.5 °C. Por otra parte, la precipitación pluvial en el primer año alcanzó sus valores más altos durante el periodo de junio-octubre, mientras que en el segundo año fue de junio-agosto (Cuadro 1).

The white scale populations were examined biweekly for two years (from april 2012 to june 2014), the cultivars were Ataulfo, Kent and Keitt. In order to reinforce information on the population fluctuation of *A. tubercularis* with climate factors, temperature data were obtained in each orchard, for which data logger devices (HOB0® Brand) were installed. Rainfall data were obtained from the database of the Center for Research in Food and Development, Culiacán, Sinaloa (CIAD).

**Geographic distribution of the white scale** To know the geographical distribution and degree of incidence of *A. tubercularis* in southern Sinaloa, during the first year 80 commercial orchards were sampled, grouped in nine localities. In the second year, 141 commercial orchards were sampled from 10 localities, located in the main mango producing municipalities of the state (Rosario and Escuinapa). Sampling was carried out mainly during the fruiting season, between March and June, which is reported as the period of maximum incidence of the pest according to Uriás-López *et al.* (2010) and García *et al.* (2014). The distribution and incidence in the cultivars Ataulfo, Haden, Keitt, Kent, Manila and Tommy Atkins were determined using the methodology described in the first section.

**Statistic analysis.** In order to know the white scale populations between sampling dates, between cultivars or between localities, in the last two cases according to each test, variance analysis was performed with a randomized block design using the statistical package SAS Institute (2000). For the comparison of means, the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) was used. The variables studied were: colonies of scales (male colonies) and females, with these two variables a third, called total scales, was generated.

## Results and discussion

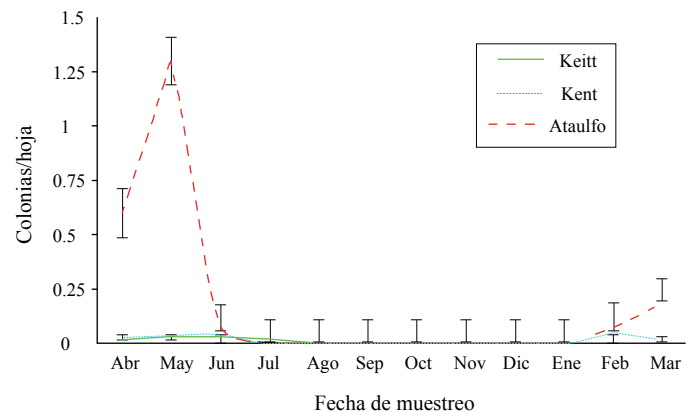
**Climatic information:** weather data from El Rosario, Sinaloa, showed in the two years of study that in August was the warmest with 28.2 and 29.3 °C in 2012-13 and 2013-14, respectively. The coldest month in the first year was February (19 °C) and in the second year January with 20.5 °C. On the other hand, rainfall in the first year reached its highest values during the period of june-october, while in the second year it was june-august (Table 1).

**Cuadro 1. Temperatura media (°C) y precipitación pluvial (mm) mensual, El Rosario, Sinaloa.**  
**Table 1. Mean temperature (°C) and monthly rainfall (mm), El Rosario, Sinaloa.**

| Mes        | 2012-2013   |               | 2013-2014   |               |
|------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
|            | Temperatura | Precipitación | Temperatura | Precipitación |
| Abril      | 21.6        | 0             | 21.8        | 1.2           |
| Mayo       | 26.3        | 0             | 25          | 1.2           |
| Junio      | 27.9        | 218           | 28.1        | 121.8         |
| Julio      | 28          | 70.2          | 28          | 83.5          |
| Agosto     | 28.2        | 242.8         | 29.3        | 203.5         |
| Septiembre | 27.6        | 227.4         | 27.9        | 75.8          |
| Octubre    | 26.7        | 36.2          | 27.6        | 0             |
| Noviembre  | 24.3        | 0.2           | 24.8        | 75.6          |
| Diciembre  | 21.1        | 6.4           | 21.3        | 10.6          |
| Enero      | 19.5        | 11.8          | 20.5        | 4.4           |
| Febrero    | 19          | 0             | 20.8        | 0             |
| Marzo      | 20.2        | 1.6           | 21.9        | 1.6           |

Fluctuación poblacional de la escama blanca en Sinaloa. Durante el primer año se encontraron diferencias estadísticas ( $p=0.0001$ ) en la densidad de hembras y el total (colonias más hembras) de escamas entre fechas de muestreo y entre cultivares. La escama blanca se presentó de febrero a julio en los tres cultivares (Keitt, Kent y Ataulfo). En Ataulfo, en mayo se registró el promedio más alto de hembras (1.3 hembras/hoja); de abril a julio se presentaron bajas poblaciones con promedios menores a 0.05 hembras/hoja (Figura 1). Respecto al total de escamas (colonias más hembras/hoja), el cultivar Ataulfo presentó el promedio más alto del total de escamas/hoja (2.4 en el mes de mayo). Los cultivares Keitt y Kent presentaron bajos promedios del total de escamas (colonias más hembras/hoja), con valores menores a 0.08 escamas/hoja durante el periodo de abril a julio (Figura 2).

Segundo año de estudio. En el segundo año también se detectaron diferencias significativas en la densidad de las poblaciones de escama entre fechas de muestreo y entre cultivares ( $p=0.0001$ ). El promedio más alto de hembras/hoja (3.08) se registró en abril de 2014 en el cultivar Ataulfo. En este cultivar los valores más bajos se presentaron de julio a octubre con promedios a bajo de 0.5 hembras/hoja (Figura 3). Las poblaciones de escama blanca en los cultivares Kent y Keitt se comportaron de manera similar, no obstante, el cultivar Kent presentó valores bajos; en julio presentó un pico con un promedio de 1.25 hembras/hoja y no hubo población de agosto a octubre de 2014 (Figura 3). Respecto a la variable total de escamas (colonias más

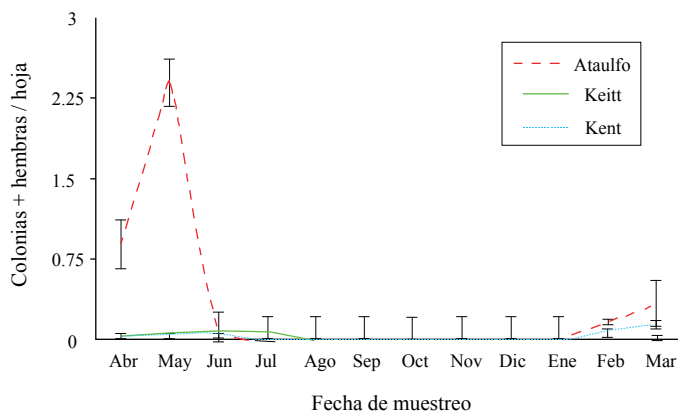


**Figura 1. Poblaciones de hembras de *A. tubercularis* en mango. El Rosario, Sin. 2012-2013.**

**Figure 1. Female populations of *A. tubercularis* on mango. El Rosario, Sin. 2012-2013.**

Population fluctuation of the white scale in Sinaloa. During the first year, there were statistical differences ( $p=0.0001$ ) in the density of females and the total (more female colonies) of scales between sampling dates and between cultivars. The white scale was presented from February to July in the three cultivars (Keitt, Kent and Ataulfo). In Ataulfo, in May the highest average female was recorded (1.3 females/leaf); from April to July, there were low populations with averages of less than 0.05 females/leaf (Figure 1). Regarding the total of scales (colonies more females/leaf), the cultivar Ataulfo presented the highest average of the total of scales/leaf (2.4 in the month of May). The cultivars Keitt and Kent presented low average of the

hembras/hoja), el cultivar Ataulfo registró los mayores promedios durante casi todas las fechas de muestreo (hasta 3.53 escamas/hoja). En los cultivares Kent y Keitt, durante casi todo el año las poblaciones del total de escamas no sobrepasaron promedios por arriba de una escama por hoja (Figura 4).



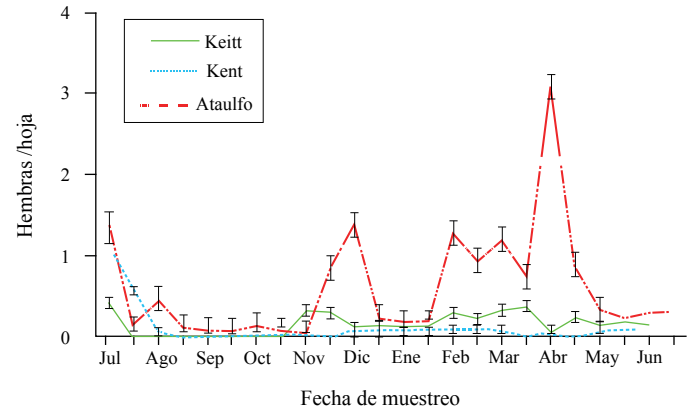
**Figura 2. Población total de *A. tubercularis* en mango. El Rosario, Sin. 2012-2013.**

**Figure 2. Total population of *A. tubercularis* in mango. El Rosario, Sin. 2012-2013.**

Los resultados anteriores coinciden en parte con los obtenidos por Urías-López *et al.* (2010) y Salazar-Santiago (2012), quienes relacionan los incrementos en las poblaciones con periodos sin lluvia y altas temperaturas, los cuales coinciden con las etapas fenológicas de cuajado y maduración de frutos. García *et al.*, (2014) encontraron que la escama blanca prefiere al cultivar Ataulfo en lugar de Tommy Atkins lo cual coincide con este estudio debido, a que en todos los casos 'Ataulfo' presentó mayores promedios de infestación. Durante la temporada de lluvias agosto-octubre se presentaron los valores más bajos en los tres cultivares (Figura 4). Al respecto, Urías-López *et al.* (2010) mencionan, que la ausencia de escama blanca durante el verano se debe al efecto mecánico de la lluvia. Información que coincide con resultado del presente estudio en los dos años, el descenso de la población se atribuye a la presencia de lluvias en verano.

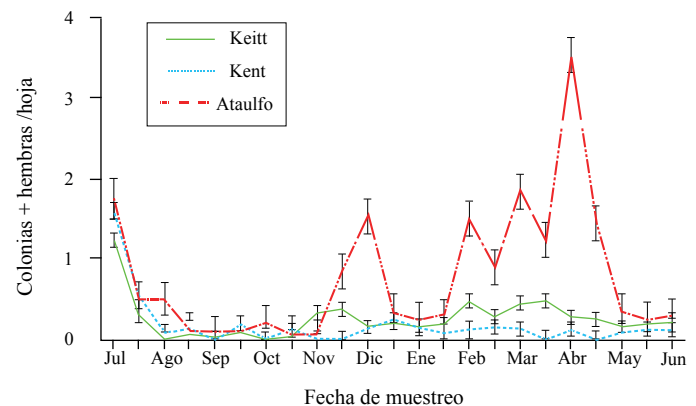
En general las poblaciones se mantuvieron bajas durante el resto del año debido a las bajas temperaturas durante los meses invernales y a la precipitación pluvial durante noviembre y diciembre (Cuadro 1). De acuerdo con lo anterior, la población de escama blanca en Sinaloa pasa por tres periodos de desarrollo; en el primero la población tiene niveles casi nulos ( $<0.01$  escamas/hoja) y se presenta durante

total of scales (colonies more females/leaf), with values smaller than 0.08 scales/leaf during the period of april to july (Figure 2).



**Figura 3. Poblaciones de hembras de *A. tubercularis* en mango. El Rosario, Sin. 2013- 2014.**

**Figure 3. Female populations of *A. tubercularis* in mango. El Rosario, Sin. 2012-2013.**



**Figura 4. Población total de *A. tubercularis* en mango. El Rosario, Sinaloa, 2013-14.**

**Figure 4. Total population of *A. tubercularis* in mango. El Rosario, Sinaloa, 2013-14.**

Second year of study. In the second year, significant differences were also observed in the density of the flake populations between sampling dates and between cultivars ( $p= 0.0001$ ). The highest average female/leaf (3.08) was recorded in april 2014 in the cultivar Ataulfo. In this cultivar the lowest values were presented from july to october with averages at low of 0.5 females/leaf (Figure 3). The white scale populations in the cultivars Kent and Keitt behaved in a similar way, however, the Kent cultivar presented low values; in july it had a peak with an average of 1.25 females/

el periodo de lluvias de agosto a octubre, esto concuerda con lo reportado por Urías-López *et al.* (2013), quien señala que un descenso de las poblaciones de la escama es debido al efecto de la lluvia. También se registró un segundo periodo comprendido de noviembre a febrero, en donde la población de escama blanca se mantuvo a densidades bajas, por debajo de 1 escama/hoja (periodo de baja población).

Se registró un incremento de la población de escama blanca a partir de febrero y termina al inicio de las lluvias con tres fases de desarrollo, una de baja población, otra de incremento y una más, donde la población cae a niveles muy bajos en tiempo de lluvias. En este caso, Bautista *et al.* (2013) mencionaron, que las poblaciones de la escama blanca se incrementan a partir de marzo hasta inicio de las lluvias, lo cual coincide con este estudio.

Distribución geográfica de la escama blanca por localidades. En el primer año se detectó diferencia estadística significativa ( $p= 0.0001$ ) en los promedios de colonias/hoja entre las diferentes localidades. En los huertos muestreados en la localidad de Teacapán, Sin., se registró el promedio más alto con 0.05 colonias/hoja, este como promedio del total de todos los muestreos realizados durante el año (Cuadro 2).

leaf and there was no population from august to october 2014 (Figure 3). Regarding the total scales variable (colonies plus females/leaf), the cultivar Ataulfo recorded the highest averages during almost all the sampling dates (up to 3.53 scales/leaf). In the Kent and Keitt in cultivars for most of the year stocks of all scales did not exceed averages above a scale per leaf (Figure 4).

The previous results coincide in part with those obtained by Urías-López *et al.* (2010) and Salazar-Santiago (2012), who relate the increases in the populations with periods without rain and high temperatures, which coincide with the phenological stages of fruit ripening and maturation. García *et al.* (2014) found that white flies prefer to cultivate Ataulfo instead of Tommy Atkins, which coincides with this study because, in all cases, 'Ataulfo' presented higher averages of infestation. During the august-october rainy season the lowest values were presented in all three cultivars (Figure 4). In this regard, Urías López *et al.* (2010) mention that the absence of white scale during the summer is due to the mechanical effect of rainfall. Information that coincides with the result of the present study in the two years, the decrease of the population is attributed to the presence of rains in summer.

**Cuadro 2. Poblaciones de *A. tubercularis* ( $\pm$  EE) durante el año en el Sur de Sinaloa. 2013.**  
**Table 2. Populations of *A. tubercularis* ( $\pm$  EE) during the year in southern Sinaloa. 2013.**

| Localidad            | Hembras/hoja  | Colonias/hoja  | Total/hoja    |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|
| Teacapán             | 0.03 (0.01) a | 0.05 (0.01) a  | 0.08 (0.02) a |
| Salida libre a Tepic | 0.04 (0.01) a | 0.04 (0.01) ab | 0.08 (0.03) a |
| Pozole               | 0.02 (0.01) a | 0.02 (0.01) ab | 0.04 (0.03) a |
| Escuinapa            | 0.02 (0.01) a | 0.01 (0.01) ab | 0.03 (0.01) a |
| Cajón Verde          | 0.01 (0.01) a | 0.01 (0.01) ab | 0.02 (0.03) a |
| El Rosario           | 0 (0.01) a    | 0.01 (0.01) ab | 0.01 (0.02) a |
| Apoderado            | 0 (0.01) a    | 0 (0.01) b     | 0 (0.03) a    |
| Agua Verde           | 0 (0.01) a    | 0 (0.01) b     | 0 (0.02) a    |
| Chametla             | 0 (0.01) a    | 0 (0.01) b     | 0 (0.02) a    |

Valores por columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

Las localidades de El Rosario, Apoderado y Agua verde no presentaron infestación de escama blanca. Por otra parte, no se detectaron diferencias significativas entre localidades en las poblaciones de hembras ni para el total de escamas (colonias/hoja más hembras/hoja) (Cuadro 2).

In general, the populations remained low during the rest of the year due to the low temperatures during the winter months and the rainfall during november and december (Table 1). According to the above, the population of white scale in Sinaloa goes through three periods of development; in the

Respecto a la distribución de la plaga entre municipios, el análisis mostró diferencia estadística significativa ( $p= 0.0001$ ). En Escuinapa se registró mayor número de insectos con un total de 0.04 hembras/hoja más colonias/hoja, mientras que el municipio de El Rosario no presentó población. Urías-López *et al.* (2010); García-Álvarez *et al.* (2014) indicaron que la escama blanca se presentó por primera vez en el sur de Nayarit y avanzó paulatinamente hasta llegar al norte de Sinaloa. En esta zona productora de Nayarit se detecta bajas poblaciones de escama (García-Álvarez *et al.*, 2014), densidades que resultaron similares a las registradas en este estudio para la parte sur de Sinaloa. Sin embargo, las poblaciones detectadas en Sinaloa son muy bajas comparadas a las zonas de mayor infestación de escama en Nayarit (Urías López *et al.*, 2010; García-Álvarez *et al.*, 2014). La densidad y distribución de la escama blanca en el Sur de Sinaloa fue tan baja que en 74.7%, de los huertos muestreados estuvieron libres de la plaga, solo 25.3% registró incidencia baja y no se detectaron huertos con incidencia media (entre una y dos escamas por hoja) o con incidencia alta (más de dos escamas/hoja) (Figura 5).

first the population has almost null levels ( $<0.01$  scales/leaf) and occurs during the rainy season from August to October, this is in line with what was reported by Urías-López *et al.* (2013), who points out that a decline in scale populations is due to the effect of rainfall. There was also a second period from november to february, where the white scale population was kept at low densities, below 1 scale/leaf (period of low population).

There was an increase in the population of white scale from february and ends at the beginning of the rains with three development phases, one of low population, one of increase and one more, where the population falls to very low levels in time of rain. In this case, Bautista *et al.* (2013) mentioned that white scale populations increase from March until the beginning of the rains, which coincides with this study.

Geographic distribution of the white scale by localities. In the first year a significant statistical difference ( $p= 0.0001$ ) was detected in the average of colonies/leaf between the different localities. In the orchards sampled in the town of Teacapan, Sin. The highest average was recorded with 0.05 colonies/leaf, this being the average of the total of all the samples made during the year (Table 2).

The localities of El Rosario, Apoderado and Agua Verde did not present infestation of white scale. On the other hand, no significant differences were detected between localities in the female populations nor for the total scales (colonies/leaf plus females/leaf) (Table 2).

Regarding the distribution of the pest among municipalities, the analysis showed a statistically significant difference ( $p= 0.0001$ ). In Escuinapa, a greater number of insects were registered with a total of 0.04 females/leaf plus colonies/leaf, whereas the municipality of El Rosario did not present population. Urías-López *et al.* (2010); García-Álvarez *et al.* (2014) indicated that the white scale appeared for the first time in the south of Nayarit and advanced gradually until reaching the north of Sinaloa. In this production area of Nayarit, low populations of scales are detected (García-Álvarez *et al.*, 2014), densities that were similar to those recorded in this study for the southern part of Sinaloa. However, the populations detected in Sinaloa are very low compared to the zones of greatest scale infestation in Nayarit (Urías López *et al.*, 2010; García-Álvarez *et al.*, 2014). The density and distribution of the white scale in southern Sinaloa was so low that in 74.7%, of the orchards sampled were free of the pest, only 25.3% registered low incidence and no

Incidencia total de escama blanca por hoja en el estado de Sinaloa

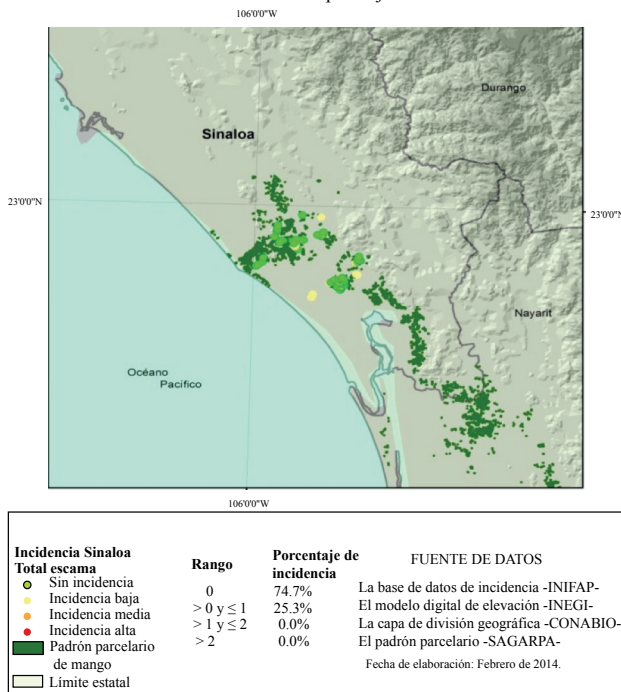


Figura 5. Distribución espacial de la incidencia total (hembras más colonias/hoja) de *A. tubercularis* en la región productora de mango del sur de Sinaloa.

Figure 5. Spatial distribution of the total incidence (females plus colonies/leaf) of *A. tubercularis* in the mango producing region of southern Sinaloa.



En el segundo año de muestreo también se detectaron diferencias significativas ( $p=0.0001$ ) de las poblaciones de escama entre localidades; los huertos de la localidad Capomal presentaron el promedio más alto con 1.85 hembras/hoja y un total (hembras/hoja más colonias/hoja) de 1.98 escamas/hoja. Las demás localidades no mostraron diferencias estadísticas entre ellas (Cuadro 3). No obstante, se puede observar que la escama blanca está presente en la mayoría de las localidades productoras de mango del sur de Sinaloa.

El municipio de Escuinapa volvió a presentar la incidencia más alta de escama con 0.23 hembras/hoja, en promedio por año. En cuanto al número de colonias/hoja, en el municipio de El Rosario se registró la mayor cantidad con 0.21 colonias/hoja. Respecto al total de escamas (hembras/hoja más colonias/hoja) no se detectó diferencia estadística significativa entre municipios lo cual sugiere que la escama blanca está uniformemente distribuida en bajas poblaciones en el sur del estado. Una de las razones posibles de la existencia de bajas poblaciones, respecto a las de la parte sur y centro de Nayarit (Urías *et al.*, 2006 y García-Álvarez *et al.*, 2014), podría ser el manejo de los huertos por parte de los productores de mango. Normalmente esta zona de Sinaloa, los productores realizan actividades periódicas de fertilizaciones, podas, así como aplicación de fungicidas e insecticidas con la finalidad de controlar plagas y enfermedades como la mosca de la fruta, lo cual podría también afectar indirectamente a la escama.

orchards with average incidence were detected (between one and two scales per leaf) or with high incidence (more than two scales/leaf) (Figure 5).

In the second year of sampling, significant differences were also detected ( $p=0.0001$ ) of the populations of scale between localities; the gardens of the locality Capomal presented the highest average with 1.85 females/leaf and a total (females/leaf plus colonies/leaf) of 1.98 scales/leaf. The other localities did not show statistical differences between them (Table 3). However, it can be observed that white scale is present in most mango producing localities in southern Sinaloa.

The municipality of Escuinapa returned to present the highest incidence of scale with 0.23 females/leaf, on average per year. Regarding the number of colonies/leaf, in the municipality of El Rosario the largest amount was recorded with 0.21 colonies/leaf. Regarding the total of scales (females/leaf plus colonies/leaf) no significant statistical difference was detected between municipalities, which suggests that the white scale is evenly distributed in low populations in the south of the state. One of the possible reasons for the existence of low populations, with respect to those of the southern and central part of Nayarit (Urías *et al.*, 2006 and García-Álvarez *et al.*, 2014), could be the management of orchards by part of mango producers. Usually in this zone of Sinaloa, the producers carry out periodic activities of fertilization, pruning, as well as application of fungicides and insecticides in order to control pests and diseases such as the fruit fly, which could also indirectly affect the scale.

**Cuadro 3. Poblaciones de *A. tubercularis* ( $\pm$  EE) en mango. Sinaloa, 2014.**

**Table 3. Populations of *A. tubercularis* ( $\pm$  EE) in mango. Sinaloa, 2014.**

| Localidad     | Hembras/hoja  | Colonias/hoja | Total/hoja    |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| El Capomal    | 1.85 (0.09) a | 0.13 (0.05) a | 1.98 (0.11) a |
| Copales       | 0.58 (0.05) b | 0 (0.03) a    | 0.58 (0.06) b |
| La Campana    | 0.53 (0.04) b | 0.03 (0.02) a | 0.56 (0.05) b |
| La Concha     | 0.45 (0.05) b | 0.01 (0.03) a | 0.46 (0.06) b |
| Las Palmillas | 0.31 (0.07) b | 0 (0.03) a    | 0.31 (0.08) b |
| Las Mulas     | 0.23 (0.04) b | 0 (0.02) a    | 0.23 (0.04) b |
| Apoderado     | 0.18 (0.02) b | 0.02 (0.01) a | 0.2 (0.03) b  |
| Chametla      | 0.17 (0.04) b | 0 (0.02) a    | 0.17 (0.05) b |
| Pozole        | 0.08 (0.04) b | 0 (0.02) a    | 0.08 (0.05) b |
| Agua Verde    | 0 (0.02) b    | 0 (0.01) a    | 0 (0.03) b    |

Valores por columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

Distribución por cultivar. Durante el primer año de muestreo se detectaron diferencias estadísticas ( $p=0.0001$ ) entre cultivares de mango. La variedad Manila mostró los mayores promedios con un total (hembras/hoja más colonias/hoja) de 0.25 escamas/hoja. El cultivar Keitt registró un total de 0.06 hembras/hoja más colonias/hoja. No se detectó diferencia estadística entre los cultivares Ataulfo, Kent, Tommy, Keitt y Haden respecto a las variables evaluadas (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Poblaciones de *A. tubercularis* ( $\pm$  EE) en cultivares de mango. Sinaloa, 2013.**

**Table 4. Populations of *A. tubercularis* ( $\pm$  EE) in mango cultivars. Sinaloa, 2013.**

| Variedades | Hembras/hoja  | Colonias/hoja | Total/hoja    |
|------------|---------------|---------------|---------------|
| Manila     | 0.12 (0.03) a | 0.12 (0.03) a | 0.25 (0.06) a |
| Keitt      | 0.03 (0.01) b | 0.03 (0.01) b | 0.06 (0.01) b |
| Ataulfo    | 0.01 (0.01) b | 0.04 (0.01) b | 0.05 (0.03) b |
| Kent       | 0 (0.01) b    | 0 (0.01) b    | 0 (0.01) b    |
| Tommy      | 0 (0.01) b    | 0 (0.01) b    | 0 (0.03) b    |
| Haden      | 0.01 (0.02) b | 0.01 (0.02) b | 0.02 (0.04) b |

Valores por columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

En el segundo año de muestreo (2014) el cultivar Manila de nuevo mostró significativamente mayor promedio de escamas respecto a los otros cultivares. Los valores registrados con este cultivar fueron de 0.54 hembras más colonias/hoja. Los cultivares Ataulfo, Tommy Atkins y Haden registraron promedios de 0.22, 0.15 y 0.13 hembras más colonias/hoja, respectivamente. Los cultivares Kent y Keitt no rebasaron 0.04 hembras más colonias/hoja (Cuadro 5).

En algunos estudios se registran poblaciones más altas en follaje de mango 'Ataulfo' respecto a otros cultivares, pero son casos en los que 'Manila' no estuvo (Uriás *et al.*, 2010 y García-Álvarez *et al.*, 2014). En este estudio al encontrar la mayor población de escamas en el cultivar Manila, coincide con Montiel *et al.* (2014), quienes encontraron las poblaciones más altas de escama blanca (hasta 10 hembras/hoja) en 'Manila' respecto a otros cultivares de mango en Actopan, Veracruz. En este sentido Uriás-López *et al.* (2010), indican que la diferencia de las poblaciones de escama entre cultivares, en términos generales puede ser por diferencias en la edad de los huertos, tamaño de los árboles y densidad de

Distribution by cultivar. During the first year of sampling statistical differences ( $p=0.0001$ ) were detected between mango cultivars. The Manila variety showed the highest averages with a total (females/leaf plus colonies/leaf) of 0.25 scales/leaf. The Keitt cultivar recorded a total of 0.06 females leaf plus colonies/leaf. No statistical difference was detected between the cultivars Ataulfo, Kent, Tommy, Keitt and Haden regarding the variables evaluated (Table 4).

In the second year of sampling (2014) the cultivar Manila again showed a significantly higher average of scales than the other cultivars. The values recorded with this cultivar were 0.54 females plus colonies/leaf. The cultivars Ataulfo, Tommy Atkins and Haden recorded averages of 0.22, 0.15 and 0.13 females plus colonies/leaf, respectively. The cultivars Kent and Keitt did not exceed 0.04 females plus colonies/leaf (Table 5).

**Cuadro 5. Poblaciones de escama blanca ( $\pm$  EE) en variedades de mango en el sur de Sinaloa, 2014.**

**Table 5. White scale populations ( $\pm$  EE) in mango varieties in southern Sinaloa, 2014.**

| Variedades | Hembras/hoja  | Colonias/hoja | Total/hoja    |
|------------|---------------|---------------|---------------|
| Manila     | 0.49 (0.02) a | 0.05 (0) a    | 0.54 (0.02) a |
| Ataulfo    | 0.21 (0.02) b | 0.01 (0) b    | 0.22 (0.02) b |
| Tommy      | 0.15 (0.01) b | 0 (0) b       | 0.15 (0.01) b |
| Haden      | 0.12 (0.07) b | 0.01 (0.01) b | 0.13 (0.07) b |
| Kent       | 0.04 (0.01) c | 0 (0) b       | 0.04 (0.01) c |
| Keitt      | 0.03 (0.02) c | 0 (0) b       | 0.03 (0.02) c |

Valores por columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

In some studies, higher populations of 'Ataulfo' mango foliage are recorded in relation to other cultivars, but are cases in which 'Manila' was not present (Uriás *et al.*, 2010 and García-Álvarez *et al.*, 2014). In this study finding the largest population of scales in the Manila cultivar, coincides with Montiel *et al.* (2014), who found the highest populations of white scale (up to 10 females/leaf) in 'Manila' compared to other mango cultivars in Actopan, Veracruz. In this sense, Uriás-López *et al.* (2010), indicate that the difference of the scale populations between cultivars, in general terms may be due to differences in the age of the orchards, size of the trees and density of leaves, orchards with large and relatively young trees, with abundant foliage, favor a

hojas; huertos con árboles grandes y relativamente jóvenes, con abundante follaje propician un ambiente favorable para el desarrollo de la escama blanca. Lo anterior, coincide con este trabajo por el hecho de que, los huertos del cultivar Manila eran adultos con follaje abundante; en el caso de diferencias entre cultivares de poblaciones de escamas en frutos, Osuna (2006) señala que es probable que la diferencia entre cultivares, particularmente Ataulfo se deba a que, durante la etapa antes de la maduración este cultivar presenta mayor grado de acidez y bajo contenido de azúcares respecto a otras variedades.

## Conclusiones

La población de *A. tubercularis* registró tres etapas de desarrollo: durante y después el periodo de lluvias (julio-octubre) la población fue la más baja. Escasa prevalencia durante temperaturas bajas (noviembre- febrero) y con las poblaciones más altas durante el periodo de temperaturas altas y/o sin lluvias (marzo- julio).

La presencia de la escama blanca del mango se registró en 90% de la zona productora de mango del sur de Sinaloa, en la localidad El Capomal municipio de Escuinapa, Sinaloa. 'Manila' fue el cultivar mayormente infestado.

## Agradecimientos

Este estudio fue realizado con el apoyo del fondo sectorial SAGARPA-CONACYT (proyecto: 11-12-171759).

## Literatura citada

- Abo-Shanab, A. S. H. 2012. Suppression of white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) on mango trees in El-Beheira Governorate, Egyptian. *Academic J. Biol. Sci.* 5:43-50.
- Bautista-Rosales, P. U.; Ragazzo-Sánchez, J. A.; Calderón-Santoyo, M.; Cortéz-Mondaca, E. and Servín-Villegas, R. 2013. *Aulacaspis tubercularis* Newstead in mango orchards of Nayarit, Mexico, and relationship with environmental and agronomic factors. *Southwestern Entomol.* 38:221-230.
- García-Álvarez, N. C.; Uriás-López, M. A.; González-Carrillo, J. A.; Hernández-Fuentes, L. M.; Vázquez-Valdivia, V. y Pérez-Barraza, M. H. 2009. Productos novedosos para el control de la escama blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae). *Entomol. Mex.* 8:642-647.
- favorable environment for the development of the white scale, which coincides with the fact that, the cultivars of the cultivar Manila were adults with foliage abundance, in the case of differences between cultivars of fruit flake populations, Osuna (2006) points out that it is probable that the difference between cultivars, particularly Ataulfo is due to the fact that during the stage before maturation this cultivar presents a higher degree of acidity and low content of sugars with respect to other varieties.
- ## Conclusions
- The population of *A. tubercularis* recorded three stages of development: during and after the rainy season (july-october) the population was the lowest. Low prevalence during low temperatures (november-february) and with the highest populations during the period of high temperatures and/or without rains (march-july).
- The presence of mango white scale was recorded in 90% of the mango producing area of southern Sinaloa, in the locality El Capomal municipality of Escuinapa, Sinaloa. 'Manila' was the most infested cultivar.
- End of the English version*
- 
- 
- García-Álvarez, N. C.; Uriás-López, M. A.; Hernández-Fuentes, L. M.; González-Carrillo, J. A.; Pérez-Barraza, M. H. y Osuna-García, J. A. 2014. Distribución geográfica de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana.* 30: 321-336.
- González-Carrillo, J. A.; Uriás-López, M. A.; y García-Álvarez, N. C. 2008. Fluctuación poblacional de la escama blanca, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) del mango en Nayarit, México. *Entomol. Mex.* 7: 646-651.
- Le Lagadec, M. D.; Louw, C. E. and Labushagne, C. 2009. The control of scale insects and mealybugs on mangoes in South Africa using neonicotinoids: a review of experimental work from 2001 to 2005. *Acta Hort.* 820: 549-557.
- Montiel-Vicencio, G.; Urias-López, M. A. y Peralta-Antonio, N. 2014. Fluctuación poblacional de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) en Veracruz, México. *Rev. Biol. Agrop. Tuxpan.* 2: 359-363.
- Noriega-Cantú, D. H.; Cruzaley-Sarabia, R.; Alarcón-Cruz, N.; Garrido-Ramírez, E.; González-Mateos, R.; Domínguez-Márquez, V. M.; Pereyda-Hernández, J. y López-Estrada, M. E. 2012. Guía para la producción de mango en Guerrero. INIFAP-CIRPAS-Campo Experimental Iguala. Iguala, Guerrero, México. Folleto Técnico Núm. 18. 56 p.

- Osuna, G. J. A. 2006. Manejo poscosecha, *In*: el cultivo del mango: principios y tecnología de producción. V. Vázquez V. y M. H. Pérez B. (Eds.). INIFAP. Santiago Ixcuintla, Nayarit. 279-321 pp.
- Salazar-Santiago, M. A. 2012. Identificación, distribución y dinámica poblacional de escamas, Trips y Ácaros en mango (*Mangifera indica* L.). Veracruz, México. Tesis Maestría en Ciencias. Montecillo Texcoco, Estado de México. 71 p.
- SAS. 2010. (SAS Institute.), SAS®. Language guide for personal computers release 9.0 edition. SAS Institute Cary N C. USA. 1028 p.
- SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: producción agropecuaria. <http://www.siap.gob.mx>.
- Urias, L. M. A. 2006. Principales plagas del mango en Nayarit. *In*: V. Vázquez V. y M. H. Pérez B. (Eds.). El cultivo del mango: principios y tecnologías de producción. INIFAP. Santiago Ixcuintla, Nayarit. 211-234 pp.
- Urias-López, M. A. y Flores-Canales, R. 2005. La “escama blanca”, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Homoptera: Diaspididae) una nueva plaga del mango: fluctuación poblacional y anotaciones biológicas. *Entomol. Mex.* 4: 579-584.
- Urias-López, M. A.; Hernández-Fuentes, L. M.; Osuna-García, J. A.; Pérez-Barraza, M. H.; García-Álvarez, N. C. y González-Carrillo, J. A. 2013. Aspersiones de insecticidas en campo sobre la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae). *Rev. Fitotec. Mex.* 36:173-180.
- Urias-López, 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, México. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 16:77-82.