

Interacción de factores ambientales y enemigos naturales con poblaciones de *Aulacaspis tubercularis* Newstead en Nayarit, México

Mario Alfonso Urías-López^{1§}
Nadia Carolina García-Álvarez¹
Luis Martín Hernández-Fuentes¹
Jesús Ascensión González-Carrillo²

¹Campo Experimental Santiago Ixcuincla-INIFAP. Carretera Internacional México-Nogales km 6, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. CP. 63300. AP. 100. Tel. 01(800) 0882222, ext. 84423. ²Investigador independiente.

§Autor para correspondencia: urias.marioalfonso@inifap.gob.mx.

Resumen

El objetivo de este estudio fue conocer la dinámica poblacional de la escama blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* Newstead a diferentes temperaturas y determinar las relaciones que existen entre factores de clima y enemigos naturales con las poblaciones de la escama. El estudio se realizó en 2013-2014 en siete hurtos de mango (*Manguifera indica* L.) del cultivar Ataulfo, situados en lugares con diferentes temperaturas en San Blas, Nayarit. En cada huerto se registró quincenalmente las poblaciones de escama blanca y de sus depredadores insectiles. Se realizaron análisis de varianza para comparar las poblaciones entre fechas de muestreo y localidades, también se obtuvieron correlaciones entre temperatura, precipitación pluvial y el complejo de depredadores con las poblaciones de la plaga. Los niveles poblacionales más altos de la escama blanca del mango se registraron durante el periodo con temperaturas más altas y sin precipitación pluvial (abril-junio); en contraste, durante el periodo con precipitación pluvial, la población en todos los huertos fue escasa o nula. Se determinó correlación positiva de la temperatura con la población de la escama blanca del mango, de tal manera que el aumento de la temperatura durante el año favoreció el incremento de las poblaciones de la plaga. En contraste, la precipitación pluvial impactó negativamente a la plaga al reducir drásticamente la densidad de sus poblaciones. Finalmente, el aumento de las poblaciones de la escama favoreció el incremento de la densidad poblacional del complejo de depredadores de la plaga.

Palabras clave: *Aulacaspis tubercularis*, cultivar Ataulfo, escama blanca del mango.

Recibido: febrero de 2019

Aceptado: abril de 2019

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) es uno de los frutales más importantes de las zonas tropicales y subtropicales del mundo. México ocupa el quinto lugar en cuanto a la producción total de mango (FAOSTAT, 2018), con una superficie establecida de más de 200 mil ha y una producción de 1 223 800 t (SIAP, 2018). Los principales estados productores son Guerrero, Nayarit, Sinaloa, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Veracruz, Jalisco, Colima, Campeche y Tamaulipas. Este frutal es atacado por insectos de importancia como la escama blanca del mango (EBM), *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) (Urías-López y Flores-Canales, 2005; Urías-López *et al.*, 2010) y otras como las moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Urías, 2006; Urías-López *et al.*, 2016a).

La EBM es una de las principales plagas del cultivo porque al dañar los frutos (Urías-López *et al.*, 2010; Abo-Shanab 2012), puede afectar hasta 100% de la producción, como es el caso del cultivar Keitt (Urías-López *et al.*, 2016c). La plaga se detectó en Nayarit, México en 1999, para fines de 2009 se había extendido a casi todos los municipios productores de mango del estado y afectaba una superficie superior a 13 mil ha (56% de la superficie) (Figuroa-De la Rosa *et al.*, 2008; Isiordia-Aquino *et al.*, 2011; García-Álvarez *et al.*, 2014). Actualmente la EBM está establecida en casi todos los estados costeros del Pacífico, donde se produce mango, así como en las áreas productoras del Golfo de México (González-Acuña *et al.*, 2016).

Se considera que son varios factores los que determinan la abundancia de la EBM, entre ellos la temperatura y la precipitación pluvial, como lo indican algunos estudios sobre la distribución de la plaga en Nayarit (Urías-López *et al.*, 2010; García-Álvarez *et al.*, 2014), así como sus enemigos naturales (Urías-López *et al.*, 2016b). Respecto a factores de clima, los mayores promedios de infestación de la escama corresponden a plantaciones ubicadas a poca altitud debido posiblemente al efecto de la temperatura (Urías-López *et al.*, 2010; Isiordia-Aquino *et al.*, 2011; García-Álvarez *et al.*, 2014). Se ha determinado que las poblaciones de la EBM son más bajas durante el periodo de lluvias (julio-septiembre), con un periodo de crecimiento poblacional de diciembre hasta febrero y las mayores densidades de población ocurren durante la temporada seca y más cálida del año, de marzo a inicio de lluvias en junio (Urías-López *et al.*, 2010; García-Álvarez *et al.*, 2014; Balderas-Palacios *et al.*, 2017). Las infestaciones de la EBM ocurren en mayor proporción en los cultivares Tommy Atkins, Ataulfo y Haden (Urías-López y Flores-Canales, 2005; Urías-López *et al.*, 2010).

Respecto al control biológico, se han registrado diversos depredadores y parasitoides de la escama; por ejemplo, en Sudáfrica Labuschagne, (1993), ha detectado a *Auleurothrips fasciapennis* Franklin y *Aspidiotiphagus citrinus* Craw como los más importantes; en Israel ocurre *Coccophagus lycimnia* Walker, *C. eritraensis* Compere, *C. scutellaris* Dalman, *C. bivittatus* Compere, *Microterys flavus* Howard y *Metaphicus flavus* Howard como parasitoides de la EBM (Kfir y Rosen, 1980). En Nayarit, el único parasitoide de la EBM que se ha identificado es *Encarsia citrina* (Urías, 2006; Urías-López *et al.*, 2016b). También en Nayarit se han observado diversos depredadores como a los ‘cargabasura’ *Ceraeochrysa* spp., *Leucochrysa* sp., *Chrysoperla externa* Hagen, los coccinélidos, *Chilocorus cacti* L., *Azya orbigera* Mulsan, *Pentilia* sp. (González, *et al.*, 2010; Urías-López *et al.*, 2016b) y el complejo *Scymnus* sp. y *Stethorus* (Urías-López *et al.*, 2016b).

Se ha indicado sobre la modificación de las condiciones ambientales, en particular la temperatura y la precipitación pluvial (Netherer y Schopf, 2010), lo que ha podría generar cambios en el desarrollo de las poblaciones y desplazamiento de diversas plagas y enfermedades a otros lugares. Debido a la importancia de la escama blanca como plaga del mango, así como la de factores climáticos y de enemigos naturales en la regulación de las poblaciones de plagas, se planteó el presente estudio con el objetivo de conocer la dinámica poblacional de la escama blanca del mango a diferentes temperaturas y determinar las relaciones que existen entre factores climáticos como temperatura y precipitación pluvial, así como de enemigos naturales con las poblaciones de la escama blanca en el cultivar ‘Ataulfo’ en Nayarit.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó de abril de 2013 a marzo de 2014, en siete huertos comerciales del cultivar ‘Ataulfo’ en el municipio de San Blas, Nayarit. Este municipio se localiza entre los paralelos 21° 20’ y 21° 45’ de latitud norte, los meridianos 105° 01’ y 105° 28’ de longitud oeste, con una altitud entre 0 y 1 200 msnm (Cuadro 1). Se seleccionaron localidades situadas a diferentes alturas sobre el nivel del mar para disponer de huertos con diferentes temperaturas, por lo que se escogieron desde el nivel del mar (Miramar) hasta la máxima altura aproximada donde se desarrolla el cultivo (Puerto de Linda Vista) en Nayarit.

Cuadro 1. Ubicación de los huertos experimentales de mango en Nayarit¹.

Localidad	Altitud (m)	Localización geográfica
Miramar	25	N 21°25’43.7”, O 105°11’03.8”
El Cora	180	N 21°26’35.3”, O 108°08’19.2”
Tecuitata	340	N 21°27’44.5”, O 105°07’48.9”
Jalcocotán	405	N 21°28’29.4”, O 105°06’18.9”
Mecatán	527	N 21°30’06.5”, O 105°05’24.1”
Jalcocotán 2	616	N 21° 31’09.2”, O 105° 07’34”
Pto. de Linda Vista	821	N 21°31’40.1”, O 105°02’47.1”

¹= la distancia máxima entre los huertos, desde Miramar hasta Puerto de Linda Vista fue solo de 15 km.

Muestreos de escama blanca y sus depredadores

Durante el estudio, los huertos seleccionados no fueran sujetos a control de plagas. Para el muestreo de la EBM se utilizó la metodología sugerida por Urías *et al.* (2010), en cada huerto se marcaron cinco árboles para estimar cada 15 días las poblaciones de la plaga. De cada árbol se seleccionaron cuatro brotes por árbol, uno en cada punto cardinal y de cada brote se muestrearon dos hojas, ocho hojas por árbol, para un total de 40 por huerto. De cada lado de la hoja se contó el número de hembras y colonias (formadas por machos), con el objetivo de estimar el total de escamas (hembras más colonias). Para el muestreo de enemigos naturales, se utilizaron los mismos árboles seleccionados para el conteo de escamas. En cada una de las cuatro ramas seleccionadas (aproximadamente los últimos 50 cm de cada rama), se contabilizó el total de insectos depredadores de cada especie.

En cada huerto se instaló un sensor portátil (data loggers HOBO Pro v2 modelo U23-001) para registrar la temperatura. Los datos de precipitación pluvial se obtuvieron de la estación climatológica de INIFAP, ubicada en Las Palmas, San Blas, Nayarit. Se utilizaron los promedios mensuales de temperatura y el total mensual de la precipitación pluvial para determinar correlaciones con las poblaciones de la escama. Los huertos experimentales se seleccionaron casi en línea recta y solo se tuvo una distancia de 15 km entre el primer huerto (Miramar) y el último (P. de Linda Vista).

Análisis estadístico

Los datos de la EBM y parámetros climáticos se procesaron mediante análisis de varianza de las variables en estudio, con diseño en bloques al azar con cinco repeticiones (árboles), utilizando el paquete estadístico de SAS Institute (2010). Para cada localidad, los datos de las poblaciones de la EBM o de las especies depredadoras de insectos se compararon entre fechas de muestreo, o entre localidades. Para la comparación de medias, se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). De cada localidad, se obtuvieron correlaciones entre la temperatura, precipitación pluvial y el total de depredadores, con las poblaciones de la EBM.

Resultados y discusión

Información climática

Los datos climáticos mostraron que los huertos ubicados en El Cora y Miramar fueron los más cálidos durante el año, con promedios de 24.3 y 24.4 °C, respectivamente, mientras que el menos cálido fue el huerto de Puerta de Linda Vista con un promedio de 20.3 °C (Cuadro 2). El huerto situado al nivel del mar (Miramar) fue 3.8 °C más cálido que el la de máxima altura. La precipitación pluvial en la zona donde están establecidos los huertos experimentales, fue de 191, 308.8, 467.4, 357 y 17.4 mm, que corresponde a los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre respectivamente. Debido a la ubicación de los huertos y la poca distancia (15 km) entre el primero y el último, se asume que la precipitación pluvial fue aproximadamente similar para todos.

Cuadro 2. Temperatura media mensual en huertos experimentales de mango. Nayarit, 2013-2014.

Mes	Miramar	El Cora	Tecuitata	Jalcocotán	Mecatán	Jalcocotán 2	P. de L. Vista
Junio	27.4	26.6	26	26.7	24.9	24.5	23.1
Julio	27.7	26.6	25.9	25.2	24.6	24.3	22.5
Agosto	27.7	27	26	25.3	24.7	24.3	22.7
Septiembre	26.7	26.8	25.1	24.4	24.5	24.1	22.1
Octubre	26.9	25.9	26.3	25.3	24	23.6	22.2
Noviembre	24.8	24.9	23.9	23.2	22.5	22.2	20.3
Diciembre	21.9	22.3	21.2	20.6	20	20.1	17.9
Enero.	20.9	21.6	19.7	20	19.4	19.3	17.4
Febrero	21.1	21.1	20.9	20.9	19.8	20	17.5
Marzo	21.5	22.3	21.4	21.9	20.6	21.1	18.3
Abril	22.7	23.8	22.8	22.4	22.3	23.1	20.5
Mayo	26	25.2	24.6	23.8	21.9	23.8	21.6
Promedio	24.28	24.41	23.42	22.98	22.21	22.34	20.27
Altura (msnm)	25	180	340	405	527	616	821

Dinámica poblacional de la escama

La tendencia en la variación de las poblaciones de escama blanca durante el año fue muy similar en todos los huertos, con solo diferencia en la magnitud de las mismas. Debido a lo anterior, únicamente se presentan los datos de dos huertos contrastantes, Miramar (huerto de menor altura) y Puerto de Linda Vista (el de mayor altura), así como el promedio de los siete huertos de las poblaciones durante el año (Figura 1-3). Ocurrieron tres periodos en la dinámica poblacional de la plaga; el primero de abril a junio, en general fue el periodo de mayor población de escamas y se presentó durante la época seca y con altas temperaturas (abril-junio).

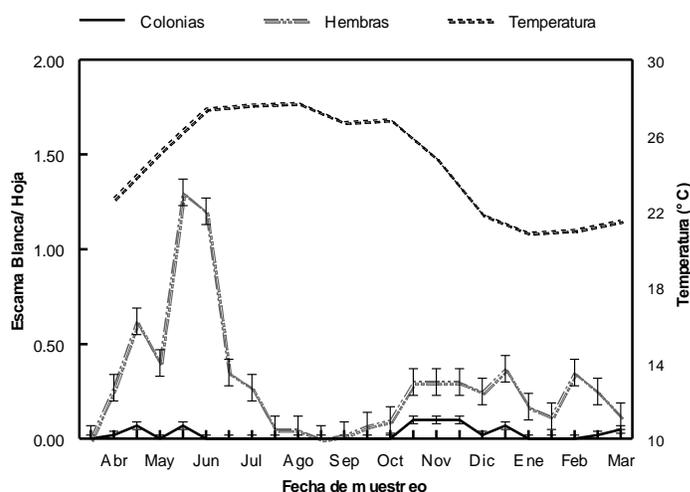


Figura 1. Densidad poblacional de la escama blanca del mango. Miramar, Nayarit 2013-2014.

Durante este periodo en los huertos de Miramar, las poblaciones de escama sobrepasaron 0.5 escamas-hoja, con el valor más alto registrado de 1.5 escamas por hoja (Figura 1). También se detectó en el periodo más bajo, o sin presencia de escama, durante julio y octubre, en el periodo de altas temperaturas y con lluvias de verano. En este año, también se detectó un tercer periodo de octubre a marzo de crecimiento poblacional o en el que la densidad de las poblaciones se mantuvo en niveles bajos, con un promedio por debajo de 0.5 escamas-hoja (hembras más colonias-hoja) (Figuras 1 y 2). Esta distribución poblacional de escama blanca en huertos individuales se refleja de manera muy similar aquella como promedio de los siete huertos (Figura 3). De nuevo las poblaciones más altas se detectaron de abril a junio, las más bajas durante el periodo de lluvias entre julio y octubre.

Resultados similares obtuvieron Urías-López *et al.* (2010) al señalar una etapa de muy bajas poblaciones durante las lluvias de julio hasta octubre. En este caso, en los periodos sin lluvia, las poblaciones de escama blanca se incrementaron de manera significativa con los incrementos de temperatura, como se ha indicado anteriormente (Urías-López *et al.*, 2010; Bautista-Rosales *et al.* 2013; García-Álvarez *et al.*, 2014). Estos autores registraron un incremento en las poblaciones de escama blanca desde marzo hasta el inicio de las lluvias (etapa de amarre de fruto y cosecha).

Por otro lado, Arias *et al.* (2004) señala que *A. tubercularis* permanece en ramas y hojas y al iniciarse la época seca (floración y fructificación), las poblaciones aumentan y migran hacia los frutos donde causan lesiones importantes. En este estudio, se sugiere que existe un efecto claro de

la temperatura sobre las poblaciones de la EBM porque en el periodo con las temperaturas más altas, pero sin lluvia, fue cuando se alcanzaron las densidades poblacionales más altas. Durante el periodo de lluvias también se registraron temperaturas altas, pero las poblaciones de escamas disminuyeron de manera considerable. De acuerdo con Urías-López *et al.* (2010), la reducción de las poblaciones de la EBM durante este periodo se debe a un efecto drástico de la lluvia, que probablemente por efecto mecánico afecta en la etapa (de caminantes) más vulnerable de la escama, tal como se registró en este estudio (Figura 1-3), lo que representa las poblaciones más bajas de EBM en cada uno de los huertos de estudio.

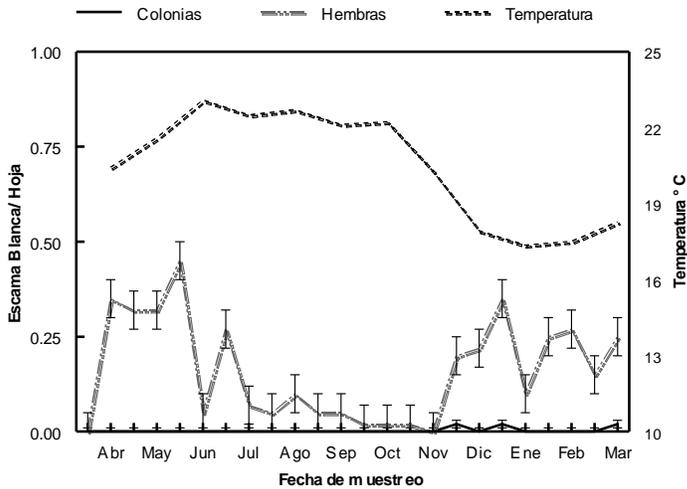


Figura 2. Densidad poblacional de la escama blanca del mango. Pto. de Linda Vista, Nay. 2013-2014.

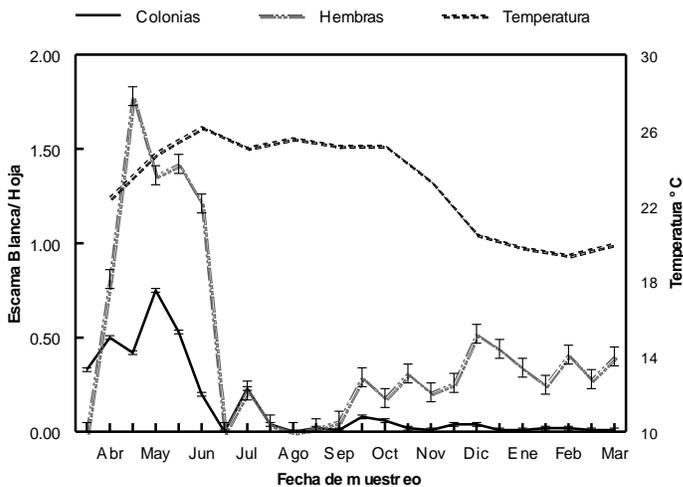


Figura 3. Densidad poblacional de la escama blanca de siete huertos de mango. Nayarit, 2013-2014.

Densidades promedio de la población de escama blanca durante el año

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre localidades en la densidad promedio total de la EBM durante el año. Las siete localidades de muestreo también mostraron diferencias en cuanto a la abundancia de hembras y colonias de la escama. El huerto de Jalcocotán presentó la

densidad más alta de escamas en comparación a las demás localidades, con un promedio total anual de 0.4 escamas-hoja (Cuadro 3), mientras que, en los huertos de Miramar y Mecatán se presentaron las poblaciones más altas de colonias (machos) con 0.03 colonias-hoja. Los promedios más bajos de poblaciones de escama blanca se presentaron en la localidad de Puerto de Linda Vista, que corresponde al huerto menos cálido (Cuadro 2), con un promedio total anual de 0.18 escamas-hoja (Cuadro 3).

Cuadro 3. Densidad poblacional (\pm EE)¹ de la escama blanca del mango. Nayarit, 2013-2014.

Localidad	Temperatura	Colonias	Hembras	Total
Jalcocotán	22.98	0.02 (0.004) ab	0.38 (0.01) a	0.4 (0.01) a
Miramar	24.28	0.03 (0.004) a	0.32 (0.01) b	0.34 (0.01) b
Mecatán	22.21	0.03 (0.004) a	0.3 (0.01) b	0.33 (0.01) bc
Jalcocotán 2	22.34	0.02 (0.004) ab	0.30 (0.01) b	0.32 (0.01) bc
El Cora	24.41	0.01 (0.004) bc	0.28 (0.01) b	0.29 (0.01) cd
Tecuitata	23.34	0.02 (0.004) ab	0.22 (0.01) c	0.24 (0.01) d
P. de Linda Vista	20.27	0.003 (0.004) c	0.17 (0.01) d	0.18 (0.01) e

Valores verticales con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$). Los valores son el promedio de siete huertos y de 24 muestreos por huerto durante un año; ¹= error estándar.

Por lo anterior, se sugiere que hay un efecto de la temperatura sobre las poblaciones de la EBM, ya que, en términos generales, las poblaciones más altas de la EBM ocurrieron en los huertos con mayor temperatura promedio durante el año y las más bajas en los huertos con menor temperatura. Este efecto podría estar relacionado con la reducción del ciclo de vida y aumento de la tasa reproductiva de la EBM.

Poblaciones de depredadores de la escama blanca

En los árboles de mango se detectaron varias especies de depredadores naturales de la escama, como los coccinélidos *Pentillia* spp., un complejo de *Stethorus* spp. y *Scymnus* spp. y otro de ‘cargabasuras’ (*Ceraeochrysa* spp.). El complejo de larvas de ‘cargabasura’ (*Ceraeochrysa* sp.), fueron los que se detectaron en la mayor cantidad de huertos (Cuadro 4). La densidad promedio anual más alta de ‘cargabasuras’ se registró en el huerto El Cora, Nay. (0.035 larvas-rama) y la más baja en el de Tecuitata (0.004 larvas-rama). Respecto al total de especies depredadoras de la EBM, la mayor cantidad ocurrió en los huertos de Mecatán, El Cora, Jalcocotán y Jalcocotán 2. En los huertos de Miramar, P. de Linda Vista y Tecuitata, se registraron niveles poblacionales totales apenas perceptibles, con un promedio total no mayor a 0.012 depredadores-rama (Cuadro 4).

En otros estudios realizados sobre insectos benéficos de la EBM en varios estados de México (González-Carrillo *et al.*, 2010; Urías-López *et al.*, 2016b), también encontraron un complejo de especies de depredadores como los ‘cargabasura’, *Ceraeochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), adultos de *Pentillia* sp., *Stethorus* sp. y *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae). Los resultados del presente estudio indican que en general, los insectos depredadores fueron un factor importante en la regulación de la población de la EBM, porque fue notorio que las hembras de la escama siempre estuvieron presentes en mayor cantidad que las colonias, probablemente por la acción de sus depredadores.

Cuadro 4. Promedio de la densidad poblacional (\pm EE) de depredadores de la escama blanca del mango. Nayarit, 2013-2014.

Localidad	<i>Pentillia</i> spp.	<i>Stethorus</i> spp. y <i>Scymnus</i> spp.	<i>Ceraeochrysa</i> spp.	Total
Mecatán	0.006 (0.02) ab	0 (0.001) b	0.029 (0.01) ab	0.035 (0.01) a
El Cora	0 (0.02) b	0 (0.001) b	0.035 (0.01) a	0.035 (0.01) a
Jalcocotán	0 (0.02) b	0.008 (0.001) a	0.027 (0.01) abc	0.035 (0.01) a
Jalcocotán 2	0.008 (0.02) a	0 (0.001) b	0.025 (0.01) abc	0.033 (0.01) a
Miramar	0 (0.02) b	0.004 (0.001) ab	0.008 (0.01) cd	0.012 (0.01) b
P. de Linda Vista	0 (0.02) b	0 (0.001) b	0.009 (0.01) bcd	0.009 (0.01) b
Tecuitata	0 (0.02) b	0 (0.001) b	0.004 (0.01) d	0.004 (0.01) b

Valores verticales con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$). Los valores de cada especie es el promedio de siete huertos y de 24 muestreos durante el año. ¹= error estándar.

Por otra parte, es probable que las diferencias en cuanto a la densidad de la población de la escama entre localidades, no se deban solo al efecto de los depredadores, ya que, si bien es cierto las poblaciones más altas de éstos ocurrieron también en los huertos con más altas poblaciones de escama y viceversa, las poblaciones de los depredadores en general, ocurrieron en densidades muy bajas comparadas con aquellas registradas por González-Carrillo *et al.* (2010) y probablemente no fueron un factor para marcar diferencias en las densidades poblacionales de la escama entre huertos. Debido a lo anterior, aunque fue notorio que las altas poblaciones de escama favorecieron un aumento de las poblaciones de los depredadores, las diferencias en las poblaciones de la EBM entre huertos se debieron principalmente al efecto de la temperatura y precipitación pluvial, como se aprecia con los resultados de las correlaciones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Correlaciones entre temperatura, precipitación pluvial y depredadores con la densidad poblacional de *Aulacaspis tubercularis*. Nayarit, 2013-2014.

Localidad	Temperatura		Precipitación pluvial		Depredadores	
	r ²	p	r ²	p	r ²	p
Miramar	0.8154	0.0136	-0.1903	0.5535	0.1911	0.5518
El Cora	0.6287	0.045	-0.3267	0.3	0.2681	0.3995
Tecuitata	0.1989	0.669	-0.7166	0.0087	0.1533	0.1998
Jalcocotán	0.4952	0.2585	-0.5649	0.0456	0.7521	0.0048
Mecatán	0.6763	0.1402	-0.5649	0.0456	-0.217	0.4981
Jalcocotán 2	-0.1532	0.7424	-0.7978	0.0019	0.4393	0.153
P. de Linda Vista	0.1681	0.6907	-0.6142	0.0336	0.0275	0.9323
Promedio	0.3961	0.004	-0.4527	0.0001	0.3166	0.0034

Correlaciones entre factores climáticos y depredadores con poblaciones de escama blanca

Se observó correlación positiva entre la temperatura con las poblaciones de escama blanca en los huertos de muestreo, excepto en el huerto Jalcocotán 2. Sin embargo, esta correlación solo fue significativa en los huertos de Miramar y Camino al Cora. En el caso de precipitación pluvial se

detectó correlación negativa con la densidad poblacional de la escama; esta correlación fue significativa en la mayoría de los huertos, excepto en los huertos de Miramar y El Cora. Por otra parte, la correlación entre la densidad poblacional de la escama y la densidad poblacional de depredadores fue positiva y significativa solo en el caso de Jalcocotán, Nayarit (Cuadro 5).

Respecto al promedio de todos los huertos, la correlación entre temperatura y la densidad poblacional anual de la escama fue positiva y significativa. En este mismo sentido, la correlación precipitación pluvial con la densidad poblacional de la EBM fue negativa y significativa. En el caso de depredadores, con la densidad poblacional de EBM también se detectó correlación significativa (Cuadro 5). Los resultados indican que dentro de los límites de temperatura imperantes en los huertos de mango, tiene un impacto positivo sobre las poblaciones de escama; es decir, a medida que la temperatura se incrementa, la densidad de la población de la escama aumenta.

Contrariamente, la precipitación pluvial tuvo un efecto negativo sobre la densidad poblacional de la escama, de tal forma que durante el periodo de lluvia se reduce la densidad de la plaga. En el caso de enemigos naturales, la correlación indica un factor denso dependiente, ya que la densidad poblacional de los depredadores se incrementa conforme aumentan las poblaciones de EBM.

Los resultados de la correlación entre las variables, considerando cada uno de los huertos, fueron inconsistentes. Esto probablemente se debe a que, a nivel de huerto, es más importante la interacción de los factores para modificar las poblaciones de la escama que al efecto por separado de alguno de ellos, por lo tanto, solo se pueda detectar correlación de aquel factor que resulta dominante específicamente en ese huerto. Por otra parte, al considerar el promedio global de las densidades poblacionales de la EBM de todos los huertos, con los factores analizados, los resultados fueron mucho más consistentes.

Tomando en cuenta esta última observación, puede concluirse entonces que las altas temperaturas sí son un factor importante en la regulación de la población de la escama, favoreciendo el aumento de su densidad poblacional durante los periodos más cálidos. Sin embargo, con las temperaturas registradas en los huertos durante este estudio, éstas no fueron suficientemente bajas para abatir totalmente las poblaciones de la EBM en Nayarit.

Por otra parte, la precipitación pluvial también es un factor importante que afectó negativamente la población de la escama durante los periodos de lluvia. Como la frecuencia por huerto de correlación significativa de la precipitación pluvial fue más alta que aquella detectada con la temperatura, la lluvia resultó más importante que la temperatura para abatir las poblaciones de escama. Debido a que no se detectó una correlación consistente a nivel de huerto entre la densidad de las poblaciones de la escama con los depredadores, quizá se deba a las poblaciones de la escama y depredadores fueron relativamente bajas comparadas con las detectadas por Urías-López *et al.* (2016b).

Conclusiones

De acuerdo a los resultados del presente estudio, se concluye que el aumento de la temperatura durante el año favoreció el incremento de las poblaciones de la EBM. En contraste, la precipitación pluvial impactó negativamente sobre la escama, al reducir drásticamente su densidad poblacional. Finalmente, el aumento de la densidad poblacional de la EBM, provocó un incremento en la densidad poblacional del complejo de insectos depredadores que atacan a esta plaga.

Agradecimiento

Este estudio formó parte del proyecto financiado por el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT (2011-12-171759).

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(3):43-50.
- Arias de López, M.; Jines, C. A. Carrera, C.; Bustos, N. P. y Plúas, M. 2004. Enemigos naturales de *Aulacaspis tubercularis* (Homoptera: Diaspididae) en mango. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Boliche, Guayaquil, Ecuador. Plegable divulgativo núm. 255. 2 p.
- Balderas-Palacios, G. F.; Urías-López, M. A.; González-Carrillo, J. A. González-Acuña, I. J. y Álvarez-Bravo, A. 2017. Distribución temporal y espacial de la escama blanca del mango en Sinaloa, México. *Rev. Mex. Cienc. Agrop.* 19:4023-4034.
- Bautista-Rosales, P. U.; Ragazzo-Sánchez, J. A.; Calderón-Santoyo, M.; Cortez-Moncada, E. and Servín-Villegas, R. 2013. *Aulacaspis tubercularis* Newstead in mango orchards of Nayarit, Mexico, and relationship with environmental and agronomic factors. *Southwestern Entomologist* 38(2):221-230.
- FAOSTAT. 2018. Bases de datos estadístico sustantivo de la FAO: importaciones y exportaciones/país por producto/mango. <http://www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Figueroa-De la Rosa, J. I.; López-Martínez; V. Alia-Tejacal, I.; Pineda, G. S. y Martínez, C. A. M. 2008. Breve historia de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis*, Newstead (Homoptera: Diaspididae), en Nayarit, México. *Folia Entomol. Mex.* 47(3):141-144.
- 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 geográfica de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) en Nayarit, México. *Acta Zool. Mex.* 30(2):321-336.
- González, C., J. A.; Urías, L. M. A.; Hernández, F. L. M.; López, A. J. G. y García, A. N. C. 2010. Poblaciones de especies de cargabasa (Neuroptera: Chrysopide) asociado a la escama blanca del mango en Nayarit. *In: Memoria del XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico en Uruapan, Michoacán, México. Sociedad Mexicana de Control Biológico.* 288-291 pp.
- González-Acuña, I. J.; Álvarez-Bravo, A.; Urías-López, M. A.; Balderas-Palacios, F. G.; Noriega-Cantú, D. H.; Miranda-Salcedo, M. A.; López-Guillén, G.; Montiel-Vicencio, G.; Álvarez-Cilva, M. y Ovando-Cruz, M. E. 2016. Distribución geográfica de la escama blanca *Aulacaspis tubercularis* en México. *In: la escama blanca del mango: tecnologías de manejo integrado.* Urías, L. M. A.; Hernández, F. L. M. y Gómez, J. R. (Eds.). INIFAP. Centro Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Libro científico núm. 7. 89-120 pp.
- Isiordia-Aquino, N.; O. García-Martínez; R. J. Flores-Canales; M. Díaz-Heredia; C. R. Carvajal-Cazola y R. Espino-Álvarez. 2011. El cultivo de mango en Nayarit, acciones e impacto en materia fitosanitaria 1993-2010. *Rev. Fuente.* 2(7):34-43.

- Kfir, R. and Rosen, D. 1980. Parasites of soft scales (Homoptera: Coccidae) in Israel; an annotated list. *J. Entomol. Soc. South Africa*. 43(1):113-128.
- Labuschagne, T. I. 1993. Progress with integrated control of the mango scale, *Aulacaspis tubercularis* Newstead. Yearbook- South African-Mango Growers'. Association. 13:134-135.
- Netherer, S. and Schopf, A. 2010. Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests. General aspects, and the pine processionary moth as specific example. *Forest Ecol. Manag.* 259(4):831-838.
- SAS. 2010. SAS Institute. Language guide for personal computers release 9.0 edition. SAS Institute Cary N C. USA. 1028 p.
- SIAP. 2018. Servicio de Información, Agroalimentaria y Pesquera. Sitio <http://www.siap.gob.mx/>.
- 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 H. B. Pérez. (Eds.). INIFAP. Centro Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit. 213-234 pp.
- Urías-López, M. A y Flores-Canales, R. 2005. La 'escama blanca', *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Homóptera: Diaspididae) una nueva plaga del mango: fluctuación poblacional y anotaciones biológicas. *Entomol. Mex.* 4:579-584.
- Urías-López, M. A.; J. A. González-Carrillo; N. C. García-Álvarez y J. I. López-Arroyo. 2016b. Control biológico de la escama blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera-Diaspididae). *In: la escama blanca del mango: tecnologías de manejo integrado*. Urías, L. M. A.; Hernández, F. L. M. y Gómez, J. R. (Eds.). INIFAP. Centro Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Libro científico núm. 7. 207-228 pp.
- Urías-López, M. A.; López-Guillén, G. y Miranda-Salcedo, M. 2016a. Plagas principales del mango. *In: la escama blanca del mango: tecnologías de manejo integrado*. Urías, L. M. A.; Hernández, F. L. M. y Gómez, J. R. (Eds.). INIFAP. Centro Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Libro científico núm. 7. 15-35 pp.
- Urías-López, M. A.; N. C. García-Álvarez y J. A. Osuna-García. 2016c. La escama blanca del mango: Descripción, biología y daños. *In: la escama blanca del mango: tecnologías de manejo integrado*. Urías, L. M. A.; Hernández, F. L. M. y Gómez, J. R. (Eds.). INIFAP. Centro Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Libro científico núm. 7. 37-56 pp.
- Urías-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.