

Tratamientos poscosecha para el control de *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera: Curculionidae) en guayaba (*Psidium guajava*)

Postharvest treatments for control of *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera: Curculionidae) in guava (*Psidium guajava*)

HAIDEL VARGAS-MADRÍZ¹, MARÍA TERESA MARTÍNEZ-DAMIÁN² y GUSTAVO MENA-NEVÁREZ³

Resumen: En América Latina, la guayaba (*Psidium guajava*) es uno de los principales frutales cultivados, no obstante, su producción es demeritada por diversos insectos plaga, uno de ellos es el picudo de la guayaba *Conotrachelus dimidiatus*, el cual afecta la calidad de los frutos. En este estudio se evaluó el efecto de dos tratamientos poscosecha (hidrotérmico y temperatura de almacenamiento) en el control de *C. dimidiatus* y la calidad de algunas variables fisicoquímicas de los frutos de guayaba tratados. En el tratamiento hidrotérmico se presentó mortalidad de larvas a partir de los 70 min de inmersión y en el de temperatura, se observó mortalidad de larvas después de seis días de evaluación. En ambos tratamientos poscosecha, las variables fisicoquímicas acidez titulable y vitamina C, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, mientras que, los grados °Brix y acidez iónica mostraron diferencias significativas respecto al testigo. Para el tratamiento hidrotérmico, se sugiere disminuir el tiempo de inmersión para que sus efectos sean mínimos o nulos; en cuanto al de temperatura se observó que la presencia de larvas de *C. dimidiatus* en los frutos ocasiona una reducción en el contenido de azúcares de los mismos. Por lo tanto, se requieren más estudios para determinar las temperaturas óptimas para que los efectos de los tratamientos probados sean mínimos o nulos sobre las propiedades fisicoquímicas de los frutos de guayaba y éstos puedan ser considerados como una alternativa de control poscosecha para este insecto.

Palabras clave: Picudo de la guayaba. Tratamiento hidrotérmico. Tratamiento temperatura de almacenamiento.

Abstract: Guava (*Psidium guajava*) is one of the most common fruit trees cultivated in Latin America; however, its production is delimited by different insect pests that affect fruit quality, including the guava weevil *Conotrachelus dimidiatus*. This study assessed the effects of two post-harvest treatments (hydrothermal and temperature storage) in the control of *C. dimidiatus*, as well as physicochemical variables of treated guava fruits. The hydrothermal treatment presented mortality of larvae 70 minutes after immersion, while mortality of larvae was observed after the six days of evaluation in the temperature treatment. In both post-harvest treatments, the variables titratable physicochemical acidity and vitamin C did not present significant statistical differences among treatments; whereas, the degrees °Brix and ionic acidity showed significant differences with respect to the control. For the hydrothermal treatment, a decrease in the time of immersion is suggested in order to minimize or void the effects of the treatment tested. Regarding temperature, it was observed that the presence of larvae of *C. dimidiatus* in fruit leads to a reduction in the sugar content. Hence, more studies are needed to determine ideal temperatures in which the effects of the treatments are minimal or void on the physicochemical properties of guava fruit. These may be considered as an alternative to post-harvest control for this insect.

Key words: Guava weevil. Hydrothermal treatment. Storage temperature treatment.

Introducción

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una especie de amplia distribución y demanda en diferentes continentes, África (Egipto), Asia (India, Pakistán, Malasia y Tailandia) y América Latina, (Brasil, Colombia y México). Los países que aportan a la producción mundial anual son India y Pakistán con el 50 % y Egipto, Colombia, Brasil y México con el 25 % (Yam *et al.* 2010). Éste es uno de los principales frutales cultivados en México, con una superficie de 20.899,00 ha, un volumen de producción anual de 302,718.45 t. y un valor de producción en miles de dólares USD 6.799.779,95. Entre los principales estados productores destacan Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas, Estado de México y Jalisco (SIAP 2015). Sin embargo, los cultivares de este frutal son afectados por

diversos patógenos que demeritan la calidad del fruto, como son enfermedades: pestalotiopsis (*Pestalotia* sp.), fumagina (*Capnodium* spp.; *Meliolia* spp.), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.)) y pudrición basal (*Dothiorella* sp.) (Avelar *et al.* 2001); los nematodos: *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Hoplolaimus* sp. y *Rotylenchus* sp. (Naranjo y Cortés 1982) y ciertos insectos plaga. Entre estos últimos, se destacan la mosca de la fruta (*Anastrepha striata* (Schiner)), la chiza o temolillo (*Cyclocephala lunulata* Burmeister), las moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood, *Bemisia tabaci* (Gennadius)), la escama (*Pulvinaria psidii* Maskell), el áfido (*Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* Sulzer), los trips (*Frankliniella* spp.), los piojos harinosos (*Pseudococcus* spp.), la chicharrita (*Empoasca fabae* Harris) y los ácaros (*Eotetranychus* sp.;

¹ Doctor en Ciencias, Estudiante de Estancia Posdoctoral, Postgrado de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México- Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230, haidel_vargas@hotmail.com. ² Doctora en ciencias, Profesor investigador, Postgrado de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México- Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230, teremd13@gmail.com, autor para correspondencia. ³ Maestro en Ciencias, Profesor investigador, Postgrado de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México- Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230, menanevarez@yahoo.com.mx.

Panonychus sp; *Tetranychus urticae* Koch; *Oligonychus* sp.) (Mendoza *et al.* 2005). Sin embargo el daño más perjudicial es ocasionado por el picudo de la guayaba *Conotrachelus dimidiatus* (Champion) el cual puede infestar, si no se controla, hasta el 70 % de la superficie sembrada con pérdidas del 60 % de la producción (Muñiz y González 1982). Las hembras de este insecto hacen pequeños orificios en los frutos verdes de la guayaba ovipositando un huevo en cada orificio, siendo característica de esta especie la oviposición única por fruto (Tafuya *et al.* 2010); la larva recién eclosionada penetra al interior del fruto donde se desarrolla causando destrucción y ennegrecimiento de pulpa y semillas; los frutos atacados se petrifican y maduran prematuramente. Por otra parte, el excremento de las larvas fermenta el fruto haciéndolo no apto para la industria o el consumo humano. De acuerdo con O'Brien y Wibmer (1982) esta especie se puede encontrar en Centroamérica y en México, específicamente en los estados de Morelos (Muñiz y González 1982), Aguascalientes, Zacatecas (Tafuya *et al.* 2010), Tabasco (Sánchez-Soto 2011), Querétaro y Jalisco. En la actualidad se han realizado diversos estudios de diversidad fenotípica, poscosecha, genética y control de enfermedades en frutos de guayaba (Medina y Pagano 2003; Martínez-De Lara *et al.* 2004; Yam *et al.* 2010; García *et al.* 2011; Gutiérrez *et al.* 2012; Ordóñez-Santos y Vásquez-Riascos 2012; Parra-Coronado 2014), sin embargo, en los tratamientos poscosecha no se considera el control de las larvas de insectos. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente trabajo consistió en determinar el efecto de tratamientos hidrotérmico y temperatura de almacenamiento en el control de *C. dimidiatus* en frutos de guayaba y en la calidad de algunas variables fisicoquímicas de los frutos tratados.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el Departamento de Fitoecología, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), México, utilizando como material vegetal frutos de guayaba (*Psidium guajava*) de la variedad Media China (cosechados con pulpa firme e inicio del cambio de verde oscuro a amarillento, índice que utilizan los productores de la región de Querétaro), infestados con larvas de *C. dimidiatus*. La colecta de los frutos se realizó en el huerto Rancho La Abuela del municipio de Tolimán, Querétaro de Arteaga, México (20°53'38.8"N 99°54'59.9"O, 1.167 msnm). Estos fueron pesados (peso uniforme de 26-26,7 kg) y trasladados a la UACH en cajas de unicel para su posterior análisis.

Tratamiento hidrotérmico. Se realizó por inmersión, sumergiendo los frutos en baño de agua a una temperatura de 65 °C por un lapso de 70, 80, 90 y 100 min, más un testigo sin larvas. Para cada tiempo de evaluación se tomaron tres repeticiones, cada una conformada por tres frutos, utilizando un total de 45 frutos de guayaba con larvas de quinto estadio del insecto. Lo anterior con la finalidad de apreciar el efecto del tratamiento en las larvas del insecto de interés abriendo el fruto y observando la larva que no presentará ningún signo de movilidad, así como la calidad de los frutos expuestos al mismo, las variables de calidad fueron acidez titulable, °Brix, acidez iónica, vitamina C.

Tratamientos de temperatura. Se realizó en una cámara de refrigeración entre 5 a 7 °C, utilizando 90 frutos de guayaba

con larvas del quinto estadio del insecto, comparado con un testigo sin larvas (sólo se utilizó para evaluar la calidad de los frutos tratados al final del experimento). Se tomaron tres repeticiones que conformaban nueve frutos en cada tiempo de evaluación los cuales se realizaban cada dos días, para medir el efecto de la temperatura en las larvas del insecto abriendo el fruto y observando la larva que no presentará ningún signo de movilidad, así como la calidad de los frutos expuestos al mismo, las variables de calidad de igual manera fueron acidez titulable, °Brix, acidez iónica, vitamina C.

Análisis de variables fisicoquímicas de frutos sometidos a los tratamientos poscosecha. Las variables evaluadas para cada tratamiento fueron acidez titulable, °Brix, acidez iónica (pH) y vitamina C. La acidez fue valorada por titulación, de acuerdo con (AOAC 2003). En esta determinación se licuó 5 g de pulpa en 25 mL de agua destilada, luego, se tomó una alícuota de 5 mL para ser valorada con NaOH 0,01N y fenolfaleína como indicador. Los sólidos solubles totales se evaluaron con un refractómetro digital (ATAGO Pal-1), en el cual se colocaron 3 gotas del jugo de 5 g de pulpa maceradas manualmente, los datos se reportaron en °Brix. La acidez iónica (pH) se midió con un potenciómetro. Para la determinación de vitamina C (ácido ascórbico) se homogeneizaron 5 mL de pulpa con 50 mL de una solución de ácido oxálico (0,5 %), de la cual se tomó una alícuota de 5 mL y se tituló con solución de Tillman (0,01 %) hasta que permaneció una coloración rosa visible por 1 min (AOAC 2003).

Análisis estadístico. Las variables respuestas fueron número de larvas muertas, contenido de acidez titulable, contenido de acidez iónica (pH), contenido de vitamina C y el contenido de azúcares (°Brix). Para los tratamientos (tratamiento hidrotérmico y temperatura) se realizó un análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha < 0,05$). Las variables respuestas fueron sometidas a las pruebas de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y a la prueba de homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett, dichos análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System, SAS (versión 9.1) (SAS. 2005).

Resultados

Tratamiento hidrotérmico. En los resultados del tratamiento hidrotérmico en guayaba con larvas de *C. dimidiatus* (Tabla 1), los valores medios de las propiedades fisicoquímicas evaluadas en los frutos de guayaba con el tratamiento hidrotérmico, muestran que desde los 70 min de inmersión las larvas de *C. dimidiatus* se mueren respecto al testigo; los parámetros de acidez titulable y vitamina C en la comparación de medias no se observa diferencia estadística entre los tratamientos ($F = 1,25$; $df = 4$; $P < 0,3522$; $F = 2,37$; $df = 4$; $P < 0,1227$), pero si muestra diferencia numérica y conforme se incrementan los minutos de inmersión el contenido de estos parámetros disminuye en los frutos tratados. Por otra parte, los grados °Brix presentó una disminución desde los 90 y 100 min de inmersión, sin embargo los tratamientos que con diferencias significativas fueron a los 70 y 80 min de inmersión ($F = 19,06$; $df = 4$; $P < 0,3522$), para la acidez iónica se observa una disminución a los 70 min respecto a los 80, 90 y 100 min que se incrementa este parámetro mostrando diferencias estadísticamente significativas ($F = 6,76$; $df = 4$; $P < 0,0067$).

Tabla 1. Comparación de medias de los valores fisicoquímicos en el tratamiento hidrotérmico para larvas de *C. dimidiatus* a 65 °C de inmersión.

Tratamiento	R.	n	Larvas muertas	Dev std	Acidez titulable	Dev std	°Brix	Dev std	Acidez iónica (pH)	Dev std	Vitamina C (mg)/100 g	Dev std
			Media	Media	Media	Media	Media	Media				
Testigo	3	9	0 b	0,000	7,15 a	0,558	20,66 a	0,577	4,65 a b	0,092	3,16 a	1,092
70 minutos	3	9	1 a	3,000	7,81 a	1,871	23,00 a	1,000	4,45 b	0,052	5,80 a	2,515
80 minutos	3	9	1 a	3,000	5,89 a	0,083	18,66 a	7,506	4,72 a	0,100	5,79 a	4,046
90 minutos	3	9	1 a	3,000	5,61 a	0,941	2,33 b	1,528	4,65 a b	0,045	2,20 a	0,912
100 minutos	3	9	1 a	3,000	6,12 a	2,367	7,33 b	2,082	4,82 a	0,135	1,63 a	0,087

R.= repetición; n = número de muestra; medias con la misma letra por columna son estadísticamente iguales, Tukey ($P < 0,05$).

En la figura 1, se aprecia la cantidad de acidez titulable, en los diferentes tratamientos de inmersión, el tratamiento a los 70 min se encuentra más concentración de este parámetro respecto a los otros tratamientos.

El parámetro de °Brix fue mayor en los primeros tratamientos y disminuyó de acuerdo como se incrementaron los min de inmersión en los frutos de guayaba tratados siendo afectado este parámetro después de los 80 min de inmersión (Fig. 2).

Para el caso de la acidez iónica (Fig. 3), se mantuvo estable sometido a los diferentes tratamientos de inmersión solo presento ligeros cambios en su contenido en los frutos de guayaba tratados.

En la figura 4, el parámetro de vitamina C se presenta inestable en los diferentes tratamientos, pero de igual manera este parámetro disminuye o se degrada de acuerdo a los min sometidos en inmersión, sin embargo es más notable esta degradación de vitamina C después de los 80 min de inmersión.

Tratamiento de temperatura. Los resultados muestran que las larvas de *C. dimidiatus* se empezaron a morir después de seis días de evaluación a temperaturas que oscilaban de 5 a 7 °C ($F = 8,48$; $df = 9$; $P < 0,0001$), con relación a la comparación de medias se puede observar que las propiedades fisicoquímicas evaluadas de guayaba como son acidez titulable y acidez iónica no presentaron diferencias significativas en los diferentes periodos de evaluación ($F = 0,60$; $df = 9$; $P < 0,7794$; $F = 1,12$; $df =$

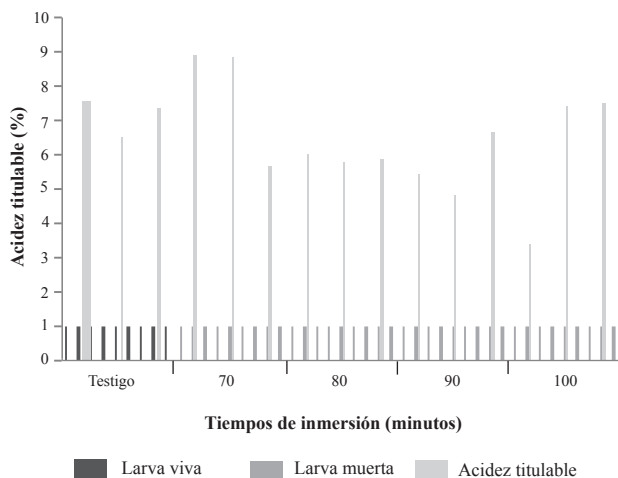
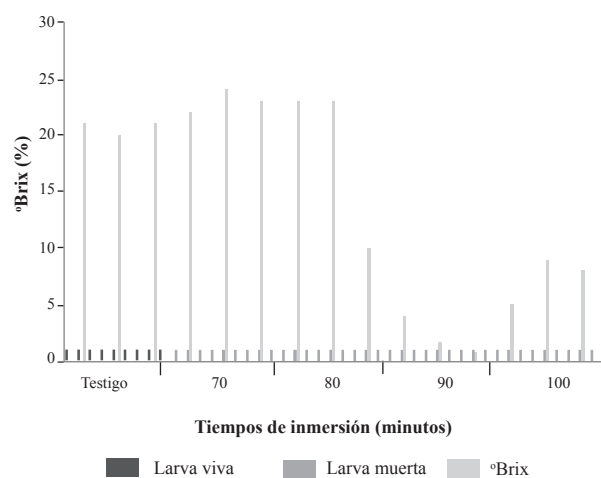
9; $P < 0,3962$), solo presentaron diferencias numéricas en estos parámetros incrementando su valor conforme pasa el tiempo de refrigeración, sin embargo, para el parámetro de °Brix mostró diferencia significativa a lo largo de los periodos de evaluación en relación al testigo ($F = 2,81$; $df = 9$; $P < 0,0262$) sin embargo, se aprecia que con la presencia de larvas ocasiona una baja de azúcares en los frutos tratados. En cuanto al parámetro de vitamina C de igual manera mostró diferencia significativa ($F = 6,67$; $df = 9$; $P < 0,0002$) en los primeros días de evaluación en comparación al resto de los periodos de evaluación (Tabla 2).

En la figura 5 la acidez titulable fluctúa en un rango de 5,45 a 12,78 en los frutos de guayaba tratados y presentando una mayor mortalidad de larvas a partir de la sexta evaluación.

Para el parámetro de °Brix en las diferentes evaluaciones el rango de fluctuación fue de 5 a 28, la sexta evaluación presento mayor valor de °Brix respecto a las otras evaluaciones, asimismo se presentó una mayor mortalidad de larvas a partir de esta evaluación.

En la figura 7, el parámetro de acidez iónica fluctuó en un rango de 3,81 a 9,78, la sexta evaluación presento mayor valor de pH respecto a las otras evaluaciones, además a partir de esta misma evaluación se presentó la mayor mortalidad de larvas.

Para el parámetro de vitamina C de los frutos de guayaba tratados se observa que conforme se incrementan los días de refrigeración se degrada o disminuye la vitamina C (Fig. 8).

**Figura 1.** Acidez titulable en fruto de guayaba en tratamiento hidrotérmico a 65 °C con larvas de *C. dimidiatus*.**Figura 2.** °Brix de frutos de guayaba en tratamiento hidrotérmico a 65 °C con larvas de *C. dimidiatus*.

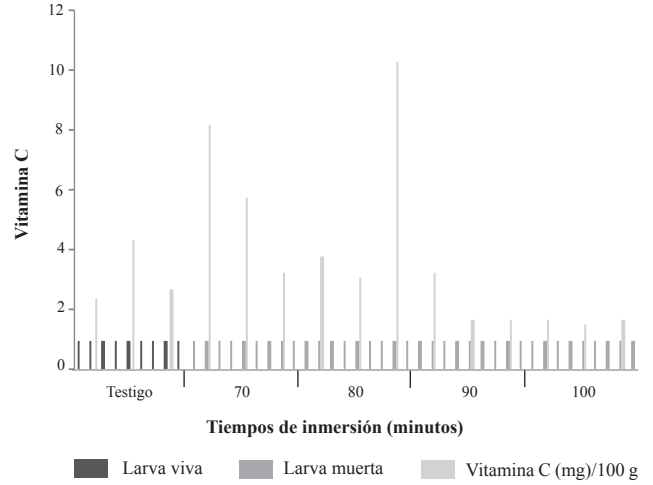
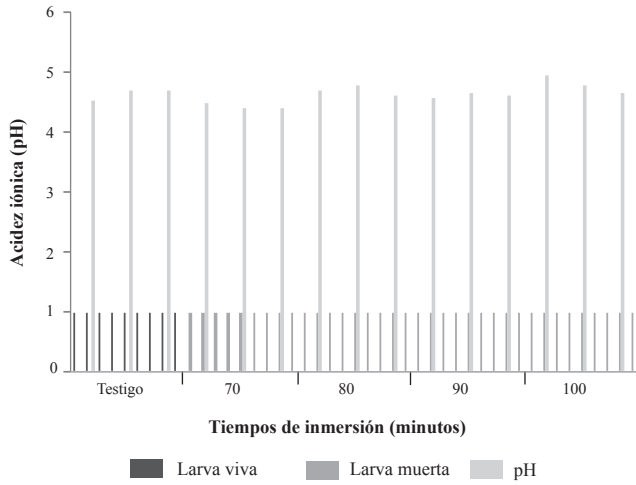


Figura 3. Acidez iónica (pH) de fruto de guayaba en tratamiento hidrotérmico a 65 °C con larvas de *C. dimidiatus*.

Figura 4. Concentración de vitamina C de frutos de guayaba en tratamiento hidrotérmico a 65 °C con larvas de *C. dimidiatus*.

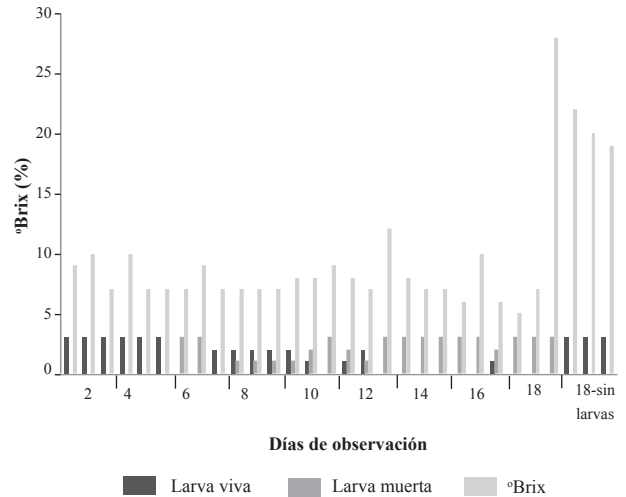
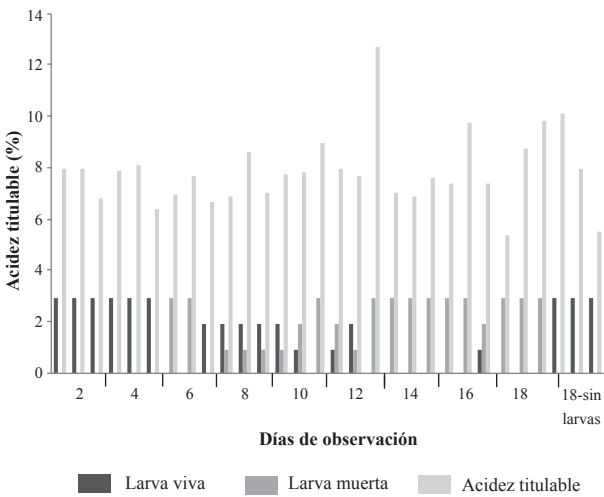


Figura 5. Acidez titulable en frutos de guayaba en tratamiento de temperaturas 5 a 7 °C, con larvas de *C. dimidiatus*.

Figura 6. °Brix de frutos de guayaba en tratamiento de temperaturas 5 a 7 °C, con larvas de *C. dimidiatus*.

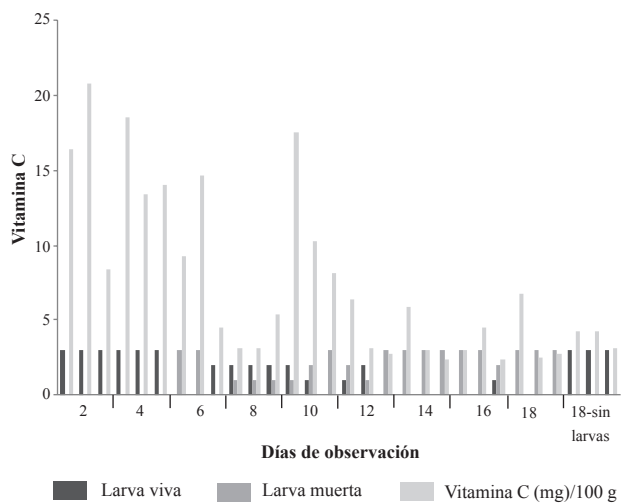
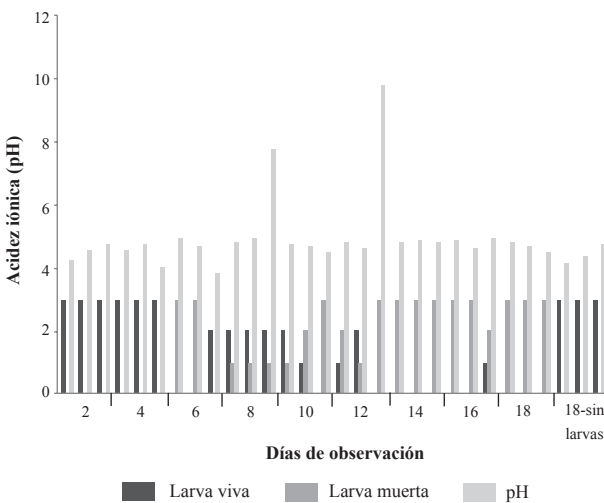


Figura 7. Acidez iónica (pH) de frutos de guayaba en tratamiento de temperaturas 5 a 7 °C, con larvas de *C. dimidiatus*.

Figura 8. Concentración de vitamina C de frutos de guayaba en tratamiento de temperaturas 5 a 7 °C, con larvas de *C. dimidiatus*.

Tabla 2. Comparación de medias de los valores fisicoquímicos en el tratamiento temperaturas 5 a 7 °C para guayaba con larvas de *C. dimidiatus*.

Días de observación	R.	n	Larvas muertas	Dev std	Acidez titulable	Dev std	°Brix	Dev std	Acidez iónica (pH)	Dev std	Vitamina C (mg)/100 g	Dev std
			Media		Media		Media		Media		Media	
2	3	9	0 b	0,00	7,63 a	2.286	8,66 ab	1.527	4,51 a	0,317	15,20 a	0,669
4	3	9	0 b	0,00	7,1 a	0,629	8,00 ab	1.527	4,45 a	0,251	15,29 a	6.264
6	3	9	2 ab	0,00	7,15 a	0,932	7,66 b	1.732	4,47 a	0,388	9,49 ab	2.806
8	3	9	1 ab	1,73	7,59 a	0,524	7,00 b	1.154	5,83 a	0,587	3,88 b	5.037
10	3	9	2 ab	0,00	8,25 a	0,943	8,33 ab	0,000	4,65 a	1.677	11,98 ab	1.333
12	3	9	2 ab	1,00	9,53 a	0,689	9,00 ab	0,577	6,41 a	0,142	4,07 b	4.895
14	3	9	3 a	1,00	7,25 a	2.812	7,33 b	2.645	4,84 a	2.913	3,73 b	2.046
16	3	9	2 a	0,00	8,24 a	0,359	7,33 b	0,577	4,80 a	0,051	3,30 b	1.853
18	3	9	3 a	0,57	8,04 a	1.356	13,33 ab	2.309	4,67 a	0,151	3,97 b	1.117
18 (sin larvas)	3	9	0 b	0,00	7,93 a	2.311	20,33 a	2.741	4,44 a	0,141	3,88 b	2.368

R.= repetición; n = número de muestra; medias con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (P < 0,05).

Discusión

Tratamiento hidrotérmico. En cuanto a la efectividad del tratamiento para controlar insectos los resultados de mortalidad de larvas de *C. dimidiatus*, en el tratamiento hidrotérmico a diferentes tiempos, coinciden con lo obtenido por Caro-Corrales *et al.* (2015) quienes señalan que las larvas tratadas de *Anastrepha ludens* Loew en frutos de mango se mueren a inmersión de 46,1 °C durante 19,6 min. Para controlar hongos patógenos e insectos, la mayoría de frutas y verduras toleran la exposición de temperaturas de agua de 50 a 60 °C durante 10 min, aunque la exposición más corta a estas temperaturas puede controlar muchos patógenos en los vegetales en tratamiento postcosecha, sin embargo, la inmersión en agua caliente en el caso de frutas requiere 90 min de exposición a 46 °C (Barkai-Golán y Phillips 1991; Lurie 1998) Por otra parte, Hawkins (1932) y Baker (1952) mencionan que se ha utilizado el método de vapor de agua a 40-50°C, para controlar huevos y larvas de *Ceratitis capitata* Wiedemann y *Anastrepha ludens* Loew, mediante la transferencia de calor por condensación de vapor de agua sobre la superficie de los frutos frescos.

Acidez titulable. Los resultados de acidez titulable no coinciden con lo reportado por González *et al.* (2011); Ordóñez-Santos y Vásquez-Riascos (2012); Ordóñez-Santos *et al.* (2013), siendo los rangos que manejan de 0,017, 0,19, 0,33, 0,34, 0,37 hasta 3,20 % de acidez, pero esto depende de la evaluación del método utilizado para acidez titulable. Por otra parte, Bartolomé *et al.* (1996) mencionan que el sabor de las frutas depende del balance entre los ácidos orgánicos no volátiles y los azúcares que las constituyen.

Grados brix. En los resultados °Brix para guayaba en el tratamiento hidrotérmico se puede observar que el valor disminuyó conforme se incrementó el tiempo (min) en el tratamiento; estos resultados son similares a los reportados por González *et al.* (2011); Ordóñez-Santos *et al.* (2013), quienes reportan valores de °Brix de 5,9, 7,5, 8,6, 9,5, 9,53, 11,83 y 13,82 en diferentes variedades de guayaba, sin embargo las inmersiones de los 70 y 80 min presentaron diferencias significativas de este parámetro a diferencia de las otras inmersiones.

Acidez iónica. El pH fue 4,65 para el testigo; por lo cual la pulpa de guayaba es ligeramente ácida. Este valor se ubica en el intervalo de pH 4,45-4,82, estos resultados coinciden con los rangos reportados por Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca (2009); por otra parte, Ordóñez-Santos *et al.* (2013) mencionan que el pH de la guayaba en fresco se de 3,73 de acidez iónica, siendo los tratamientos a 80 y 100 min los que presentaron diferencias significativas de este parámetro a diferencia de los otros tiempos de inmersión, observándose un mayor valor de pH en los frutos tratados.

Vitamina C. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas, solo se presentaron diferencias numéricas entre los 70 y 80 min de inmersión, en coincidencia con lo reportado para guayaba por Medina y Pagano (2003). Sin embargo difieren con los valores reportados por Ordóñez-Santos y Vásquez-Riascos (2010); Valente *et al.* (2011) y Ordóñez-Santos *et al.* (2013); posiblemente los valores de vitamina C para guayaba varíen de acuerdo con la variedad y condiciones bajo las cuales se evalúen los tratamientos (Lee and Kader 2000; Ordóñez-Santos *et al.* 2013). Garcés (1968) señala que la guayaba es uno de los frutos tropicales que tiene mayor pérdida de ácido ascórbico. De hecho, la determinación del ácido ascórbico se usa como indicador de la eficiencia del procesamiento de las frutas, en sistemas modelos se ha encontrado que la velocidad de destrucción de la vitamina C es mayor cuando su concentración es menor de 200 mg / 100 g (Rahman *et al.* 1964a, 1964b).

Tratamiento de temperatura. La mortalidad de larvas de *C. dimidiatus* en los frutos bajo este tratamiento, ocurrió a partir de la sexta evaluación; al respecto se menciona que los productos hortícolas tienen una vida óptima a temperatura de 0°C, pero la tasa de deterioro de los productos perecederos aumenta de dos a tres veces con cada incremento en la temperatura, de igual manera este incremento afecta drásticamente la germinación de esporas y crecimiento de patógenos (Kader y Rolle 2004), este suceso se pudo observar en los resultados de mortalidad de larvas de *C. dimidiatus* en los frutos de guayaba expuestos a este tratamiento.

Acidez titulable. Se puede apreciar que el rango osciló entre 7,15-9,53 en los frutos de guayaba en los días evaluados, sin embargo entre días de evaluación no se presentó diferencia estadística significativa, aunque se apreciaron diferencias numéricas desde el cuarto periodo de evaluación, estos resultados no coinciden con lo reportado por Ordóñez-Santos y Vázquez-Riascos (2010); González *et al.* (2011); Ordóñez-Santos y Vázquez-Riascos (2012) y Ordóñez-Santos *et al.* (2013); quizás estas discrepancias se deban a las variedades o métodos poscosecha evaluados, esto se reflejó en el presente estudio. Cabe mencionar que, los valores para este parámetro difirieron de los valores obtenidos en el tratamiento hidrotérmico.

Grados brix. Los resultados para °Brix en guayaba del tratamiento temperatura, se pudo observar diferencia significativa entre los días de evaluación, el rango de fluctuación fue de 7,33-20,33; estos rangos coinciden con lo reportado por Ordóñez-Santos y Vázquez-Riascos (2010); González *et al.* (2011); Ordóñez-Santos y Vázquez-Riascos (2012), Ordóñez-Santos *et al.* (2013), sin embargo este rango de grados brix del tratamiento temperatura, es similar a lo obtenido en el tratamiento hidrotérmico de este estudio.

Acidez iónica. En cuanto al pH osciló entre 4,44-6,4, de igual manera que en el tratamiento hidrotérmico la pulpa de guayaba es ligeramente ácida, estos resultados coinciden con los rangos reportados para guayaba (Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca 2009); por otra parte Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca (2009) y Ordóñez-Santos *et al.* (2013) mencionan que el pH de la guayaba en fresco y entre variedades puede variar su acidez iónica.

Vitamina C. Los resultados en el tratamiento temperatura, mostraron diferencias estadísticas entre las fechas evaluadas, observándose también disminución de vitamina C conforme pasó el tiempo de evaluación, este fenómeno de degradación coincide con Lee y Kader (2000) y Ordóñez-Santos *et al.* (2013) los cuales señalan que el valor de vitamina C cambia de acuerdo a la variedad y a las condiciones de evaluación de los tratamientos; por lo anterior se sabe que la guayaba es uno de los frutos tropicales que tiene mayor pérdida de ácido ascórbico (Garcés 1968). Sin embargo, los valores de vitamina C que se obtuvieron en este estudio coinciden con lo reportado por Medina y Pagano (2003) y Ordóñez-Santos y Vázquez-Riascos (2010), pero no con los obtenidos por Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca, (2009); Valente *et al.* (2011) y Ordóñez-Santos *et al.* (2013).

Conclusiones

Se observó que tanto los tratamientos hidrotérmico y temperatura ocasionaron mortalidad de larvas de *C. dimidiatus*, sin embargo el tratamiento hidrotérmico es el que presentó desde los 70 min de inmersión mayor efectividad. Los valores de las variables fisicoquímicas de los frutos tratados no fueron afectados por el tratamiento hidrotérmico, sin embargo se sugiere disminuir los minutos de inmersión para que los efectos del tratamiento probado sean mínimos o nulos. Los valores de las variables fisicoquímicas de los frutos tratados con temperatura, de igual manera no fueron afectados con el tratamiento aplicado, aunque se observó que la presencia de larvas del insecto en los frutos ocasionó una disminución en

el contenido de azúcares de los mismos, sin embargo se requiere más estudios para determinar las temperaturas óptimas para que los efectos de los tratamientos probados sean mínimos o nulos sobre las propiedades fisicoquímicas los frutos de guayaba y se puedan considerar estos tratamientos como una alternativa de control poscosecha para este insecto.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico para realizar la investigación.

Literatura citada

- AOAC. 2003. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemistry 17 ed. Association of Official Analytical Chemistry. Inc. Arlington, VA. EEUU 1006 p.
- AVELAR, M. J. J.; TÉLIZ, O. D.; ZAVALA, M. E. 2001. Patógenos asociados con el "Declinamiento del guayabo". Revista Mexicana de Fitopatología 19 (2): 223-229.
- BAKER, A. G. 1952. The vapor-heat process. U.S. Dept. Agric. Yearbook, U. S. Govt. Printing Office, Wash., D.C.
- BARKAI-GOLAN, R.; PHILLIPS, D. J. 1991. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. Journal Plant Disease 75: 1085-1089.
- BARTOLOMÉ, A. P.; RUPÉREZ, P.; FÚSTER, C. 1996. Non-volatile organic acids, pH and titratable acidity in pineapple fruit slices during frozen storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 70 (4): 475-479.
- CARO-CORRALES, L.; CARO-CORRALES, J.; VALDEZ-ORTIZ A.; LOPEZ-VALENZUELA, J.; LOPEZ-MORENO, H.; CORONADO-VELAZQUEZ, D.; HERNANDEZ-ORTIZ, E.; RENDON-MALDONADO, J. 2015. Histopathological changes in third-instar and adult *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) after in vitro heat treatment. Journal of Insect Science 15 (18): 1-6.
- GARCÉS, M. M. 1968. Pectina, pectinesterasa y ácido ascórbico en pulpas de frutas tropicales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 64: 401-412.
- GARCÍA, M. C.; CURY, R. K. I.; DUSSÁN, S. S. 2011. Comportamiento poscosecha y evaluación de calidad de fruta fresca de guayaba en diferentes condiciones de almacenamiento. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín 64 (2): 6207-6212.
- GONZÁLEZ, V. A.; OSORIO, C.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, J. A.; GONZÁLEZ-MIRET, L. M.; HEREDIA, F. J. 2011. Application of tristimulus colorimetry to evaluate colour changes during the ripening of Colombian guava (*Psidium guajava* L.) varieties with different carotenoid pattern. International Journal of Food Science and Technology 46: 840-848.
- GUTIÉRREZ, G. N.; DUSSAN, S. S.; CASTRO, C. J. 2012. Fisiología y atributos de calidad de la guayaba "pera" (*Psidium guajava*) en poscosecha. Revista de Ingeniería Universidad de los Andes. Bogotá D.C., Colombia 37: 26-30.
- HAWKINS, L. A. 1932. Sterilization of citrus fruit by heat. Citriculture 9: 21-22.
- KADER, A. A.; ROLLE, S. R. 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. Agricultural Services Bulletin 152: 3.
- LEE, K. S.; KADER, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology 20: 207-220.
- LURIE, S. 1998. Postharvest heat treatments. Postharvest Biology and Technology 140 (14): 257-269.
- MARTÍNEZ-DE LARA, J.; BARRIENTOS-LARA, M. C.; REYES-DE, A. A. C.; HERNÁNDEZ-DELGADO, S.; PADILLARAMÍREZ, J. S.; MAYEK, P. N. 2004. Diversidad fenotípica

- y genética en huertas de guayabo de calvillo, Aguascalientes. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27 (3): 243-249.
- MEDINA, B. M. L.; PAGANO, G. F. 2003. Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo "Criolla Roja". *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 20: 72-86.
- MENDOZA, L. M. R.; LUIS A. A.; CASTILLO O. S. F.; VIDALES, F. I. 2005. Diagnóstico del manejo actual del cultivo de guayaba en la región oriente de Michoacán. *INIFAP*. 1: 49.
- MUÑIZ, V. R.; GONZÁLEZ, R. E. 1982. *Conotrachelus dimidiatus* Champ, "el picudo de la guayaba" en Morelos, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 26: 9-35.
- NARANJO, N. A.; CORTÉS, B. J. 1982. Evaluación de nematocidas para control de nematodos en guayabo en la zona de Cañón de Juchipila, Zacatecas. *CONAFRUT-Zac*. 13 p.
- O'BRIEN, C. W.; WIBMER, G. J. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). *Memoirs of the American Entomological Institute* 34: 1-382.
- ORDÓÑEZ-SANTOS, E. L.; VÁSQUEZ-RIASCOS, A. 2010. Effect of processing and storage time on the vitamin C and lycopene contents of nectar of pink guava (*Psidium guajava* L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 60 (3): 280-284.
- ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E.; PORTILLA, M. A. O.; RODRÍGUEZ, D. X. R. 2013. Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Lasallista de Investigación* 10 (2): 44-51.
- ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E.; VÁSQUEZ-RIASCOS, A. M. 2012. Cambios en la concentración de ácido ascórbico en el procesamiento de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Vitae* 19 (1): 84-86.
- PARRA-CORONADO, A. 2014. Maduración y comportamiento poscosecha de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 8 (2): 314-327.
- RAHMAN, A. R.; ANZIANI, J.; DÍAZ N.E. 1964a. Stability of vit. C at elevated concentrations in canned tropical fruits juices and nectars. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 48 (1): 327-336.
- RAHMAN, A.; ANZIANI, J.; CRUZCAY, J. R. 1964b. Factors affecting the stability of vit. C in tropical fruits juices and nectars. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 48 (1): 1-12.
- ROJAS-BARQUERA, D.; NARVÁEZ-CUENCA C. E. 2009. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colombia. *Química Nova* 2 (9): 2336-2340.
- SÁNCHEZ-SOTO, S. 2011. *Conotrachelus dimidiatus* Champion (Coleoptera: Curculionidae): el picudo de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Tabasco, México. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 12 (2): 17-18.
- SAS. 2005. SAS for Windows Ver. 9.1 SAS Institute. Cary, NC, EEUU.
- SIAP. 2015. Producción agrícola por cultivo y por estado. México (En línea). Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (Fecha de consulta 26 de noviembre 2015).
- TAFOYA, F.; PERALES-SEGOVIA, C.; GONZÁLEZ-GAONA E.; CALYECAC-CORTERO, H. G. 2010. Fruit damage patterns caused by ovipositing females of *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera: Curculionidae) in guava trees. *Psyche* 2010: 1-4.
- VALENTE, A.; ALBUQUERQUE, T. G.; SANCHES-SILVA. A.; COSTA, H. S. 2011. Ascorbic acid content in exotic fruits: A contribution to produce quality data for food composition databases. *Food Research International* 44: 2237-2242.
- YAM, T. J. A.; VILLASEÑOR, P. C. A.; ROMANTCHIK, K. E.; SOTO, E. M.; PEÑA, P. M. A. 2010. Una revisión sobre la importancia del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 19 (4): 74-82.

Recibido: 19-mar-2015 • Aceptado: 06-may-2017

Citación sugerida:

VARGAS-MADRÍZ, H.; MARTÍNEZ-DAMIÁN, M. T.; MENA-NEVÁREZ, G. 2017. Tratamientos poscosecha para el control de *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera: Curculionidae) en guayaba (*Psidium guajava*). *Revista Colombiana de Entomología* 43 (1): 14-20. Enero-Junio 2017. ISSN 0120-0488.