

Lime yield (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) and fruit quality in winter season from orchards maintained with different soil moisture tension

Producción y calidad de fruto de limón persa (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) en la época invernal con mantenimiento de diferentes tensiones de humedad del suelo

Rivera-Hernández, Benigno¹; Garruña-Hernández, René²; Santamaría-Basulto, Felipe^{3*}; Andrade-Torres, José L.⁴; Carrillo-Ávila, Eugenio⁵; Andueza-Noh, Rubén H.²

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n, Conkal. Yucatán, México. ²CONACYT-Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n, Conkal. Yucatán, México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mochochá, Yucatán, México. ⁴Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México. ⁵Colegio de Postgraduados campus Campeche. Carretera Federal Haultunchén-Edzna km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche, México.

*Autor para correspondencia: santamaria.felipe@inifap.gob.mx

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of three soil moisture tension (SMT) on lime (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) yield and fruit quality in winter season.

Design/methodology/approach: Effect of three SMT (–10kPa, –35kPa and –85kPa) was studied. The variables evaluated were yield and quality attributes (size and color), taste (total soluble solids, titrated acidity and Brix/acidity ratio) and texture (fruit firmness and juice content).

Results: Yield and percentage of large fruits decrease as the SMT increases. No significant statistical difference was found between SMT of –10kPa and –35kPa in color variables, juice percentage, firmness and TSS, but were statistically different from the values found at –85kPa of SMT.

Limitations of study/implications: Although treatments that improve production and fruit quality were found, more studies are required to better understand the floral induction process in the winter season, as well as study the effect of SMT levels on the phenological stage of flowering.

Findings/conclusions: Results show that the highest production was achieved with the SMT of –10 kPa. Fruit yield decreased as SMT increased. Color, size, firmness and juice content of the fruit improved by reducing SMT.

Key words: Citrus, Brix, flavor, texture, color.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de tres tensiones de humedad del suelo (THS) sobre la producción y la calidad de frutos de limón persa (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) en la época invernal.

Diseño/ Metodología/ Aproximación: Se estudió el efecto de tres THS (–10kPa, –35kPa y –85kPa). Las variables evaluadas fueron el rendimiento y atributos de calidad de apariencia (tamaño y color), sabor (sólidos solubles totales, acidez titulable y la relación Brix/acidez) y la textura (firmeza del fruto y contenido de jugo).

Resultados: El rendimiento y porcentaje de frutos grandes disminuyen conforme aumenta la tensión de humedad en el suelo. No se registraron diferencia estadística significativa entre las THS de -10kPa y -35kPa en las variables de color, porcentaje de jugo, firmeza y SST, pero fueron estadísticamente diferentes a los valores encontrados a -85kPa de THS.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Aunque se encontraron tratamientos que mejoran la producción, se requiere de más estudios para comprender mejor el proceso de inducción floral en la época invernal, así como estudiar el efecto de niveles de THS en la etapa fenológica de floración.

Hallazgos/conclusiones: Los resultados muestran que el mayor rendimiento se obtuvo con la tensión de humedad del suelo de -10kPa . El rendimiento de fruto disminuyó conforme se incrementó la tensión de humedad en el suelo. El color, tamaño, firmeza y el contenido de jugo del fruto mejoraron al reducir la tensión de humedad en el suelo.

Palabras clave: Citrus °Brix, sabor, textura, color.

miento a -85kPa hasta la cosecha de fruto. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, cada una con seis árboles, la unidad experimental fueron los dos árboles centrales de cada repetición. El agua fue aplicada con cinta de riego con goteros a cada 30 cm de distancia (1 L h^{-1}), se aplicó el riego cada vez que la THS fue mayor a las estudiadas. La THS se midió utilizando tensiómetros (Irrrometer® modelo "R") instalados a 30 cm de profundidad a un costado del gotero de la cinta de riego. Se colocaron dos cintas de riego por fila de árboles a una distancia de 50 cm con respecto al tallo de la planta. Se realizaron dos muestreos de cosecha (7 y 22 de marzo de 2019). Los frutos fueron trasladados al Laboratorio de postcosecha del Campo Experimental Mocochoá (INIFAP) en el estado de Yucatán. El peso del fruto (g) se cuantificó un día después de la cosecha con el uso de una balanza electrónica marca Mettler ($500 \pm 0.001\text{ g}$). El diámetro ecuatorial (mm) se midió con un vernier digital. El jugo (mL) se extrajo con ayuda de un exprimidor manual. Los frutos cosechados se clasificaron por código de tamaño (1, 2 y 3) de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-FF-077-1996. Los frutos se clasificaron de forma subjetiva por color utilizando la escala propuesta por Arévalo *et al.* (2016). El color del fruto se determinó con colorímetro Minolta CR-400 mediante tres lecturas alrededor de la zona ecuatorial de los frutos, los valores se reportan en luminosidad (L^*), saturación de color (C^*), y ángulo de tono del fruto (h). La firmeza del fruto fue determinada de manera similar a Pranamornkith *et al.* (2010), utilizando un analizador de textura TA-plus (Lloyd Instruments, Reino Unido). Los sólidos solubles

INTRODUCCIÓN

En México, la mayor producción de limón persa (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) ocurre entre los meses de mayo a octubre, lo que coincide con los precios bajos de los mercados nacionales e internacionales (Rivera-Cabrera *et al.*, 2010). De diciembre a abril se obtiene baja producción y se alcanzan los precios más altos (Almaguer-Vargas *et al.*, 2011). Para aumentar la producción de limón persa en la época invernal en México, se han estudiado varias prácticas como el uso de hormonas, estrés hídrico, fertilización y anillado, en tratamientos solos y combinados, con resultados promisorios (Almaguer-Vargas *et al.*, 2011; Ambriz-Cervantes *et al.*, 2018) siendo el estrés hídrico, una las prácticas más utilizadas en los subtrópicos y trópicos para inducir floración en la época invernal (Ariza *et al.*, 2004). En términos de rentabilidad, la calidad de la fruta se ha convertido tan importante como el rendimiento (Yılmaz *et al.*, 2018). El tamaño, forma, color, carencia de defectos, cantidad de jugo y sabor, son algunos de los atributos de calidad que pueden verse afectados por las prácticas culturales usadas para desfasar la cosecha (Almaguer-Vargas *et al.*, 2011; Arévalo *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres tensiones de humedad en el suelo como estimulante para incrementar la producción y la calidad de frutos de limón persa en la época invernal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado del 1 de octubre de 2018 al 30 de marzo de 2019 en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, México ($19^\circ 29' 55''\text{ N}$ y $90^\circ 32' 45''\text{ O}$, y altitud de 20 m). Los tratamientos de tensión de humedad en el suelo (THS) se estudiaron en un plantío de limón persa de 16 años injertada en naranjo agrio, establecido en un marco de plantación $1.5\text{ m} \times 10\text{ m}$ ($666\text{ árboles ha}^{-1}$). Del 1 octubre al 5 de noviembre todas las plantas se mantuvieron a -85 kPa de THS, después de esa fecha, se estudiaron las THS a -10 y -35 kPa , manteniendo un trata-

Cuadro 1. Rendimiento total y por código de tamaño obtenido de dos cosechas de limón persa (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) en la época invernal.

THS	Rendimiento (t ha ⁻¹)	% Código de tamaño 1 (58-67 mm)	% Código de tamaño 2 (53-62 mm)	% Código de tamaño 3 (48-57 mm)
-10 kPa	4.16±0.32a	53.2±2.3a	34.6±1.3b	12.0±3.4c
-35 kPa	3.15±0.21b	41.4±1.7b	40.7±2.4a	17.8±2.8b
-85 kPa	1.34±0.27c	28.4±1.4c	36.3±3.2b	35.1±2.5a

THS=Tensión de humedad en el suelo. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (n=6; Tukey p≤0.05).

totales (SST) se determinaron colocando gotas de jugo en un refractómetro (PAL-1, Atago®, Japón), expresando los valores en °Brix. La acidez titulable (AT) se determinó de acuerdo con la norma mexicana NMX-FF-011-1982. Con los valores de SST y AT, se determinó la relación de ambas variables. Para cada variable se realizó un análisis de varianza y se aplicaron pruebas de comparación de medias Tukey (p≤0.05) utilizando el programa SAS V9.1.3. (Statistical Analysis System, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor rendimiento fue de 4.14 ha⁻¹ con la THS de -10 kPa. El rendimiento disminuyó conforme se incrementó la THS hasta 1.34 ha⁻¹ con la THS de -85 kPa observándose diferencias estadísticas en las tres THS (Cuadro 1). Los rendimientos de 3.1 y 4.1 ha⁻¹ obtenidos con las THS de -35 kPa y -10kPa en el presente trabajo son 2.1 y 2.9 veces el promedio de 1.4 t ha⁻¹ reportado para el estado de Campeche durante los meses de invierno del año 2018 (SIAP, 2019). Respecto al tamaño del fruto el porcentaje de frutos de código 1 fue mayor en las THS más bajas, además se observa en esas mismas THS un gradiente de disminución (código de tamaño 1 > código 2 > código 3) en las THS a -10 y -35kPa, mientras que a -85kPa se tuvo menor porcentaje de fruto de código.

En la clasificación subjetiva de los frutos se detectaron diferencias significativas (P≤0.05) en el porcentaje de color de fruto (Cuadro 2). En la THS de -10kPa se obtuvo el mayor porcentaje de fruto con cáscara de color verde, y conforme la THS aumentó, se disminuyó el porcentaje de fruto de este color. En la THS de -85kPa se registró el mayor porcentaje de frutos con el 50% de color amarillo en la cáscara.

El color de la cáscara es la característica más utilizada para evaluar el estado de maduración de los frutos y es además

un aspecto importante para determinar su calidad. Los datos obtenidos de la determinación objetiva del color de los frutos con cáscara de color verde (FCCV) presentaron diferencia significativa en los parámetros de luminosidad (L*) y ángulo del tono (h) en la primera cosecha (Figura 1). Los frutos provenientes de la THS de -85kPa de THS presentaron mayor luminosidad y menor ángulo del tono, esto es, más claros y menos verdes que los frutos provenientes de THS de -35kPa y -10kPa. En cambio, los tratamientos con mayor humedad del suelo presentaron mayor ángulo del tono, por ende, su apariencia es de frutos más verdes. A 20 ddc no se observaron diferencias estadísticas en estas variables entre tratamientos estudiados, eso significa que después de este tiempo todos los frutos fueron más claros, más amarillos y con menos saturación de color, lo que parece indicar que la vida de anaquel es menor a los 20 d. Los valores de luminosidad y ángulo del tono encontrados en el presente trabajo (43.6 y 124°) de los frutos de las parcelas mantenidas con THS de -10kPa son similares a los valores reportados por García-López et al. (2017) para limones de calidad Extra (42 y 121°).

El mayor porcentaje de jugo se obtuvo con las parcelas mantenidas a -10kPa y -35kPa de THS, con valores cercanos a 48% siendo estadísticamente iguales en los frutos de los tres tamaños (Cuadro 3). Estos valores superan el requisito mínimo (42%) que establece la Norma Mexicana NMX-FF-077-1996. En cambio, los frutos de la THS de -85 kPa no solo fueron menores, sino muy cercanos al límite del 42% de jugo. Un dato de mu-

Cuadro 2. Clasificación de fruto de limón persa (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) por color subjetivo de cáscara en tres tensiones de humedad en el suelo.

THS	FCCV (0%)	FCCVPA (25%)	FCCVPA (50%)
-10kPa	71.3±1.7a	15.4±2.1b	13.3±1.6b
-35kPa	62.3±2.8b	22.2±2.8a	15.5±1.2b
-85kPa	54.5±2.5c	20.4±1.6a	25.1±1.3a

THS=Tensión de humedad del suelo; FCCV (0%)=frutos con cáscara de color verde; FCCVPA (25%)=frutos con cáscara verde y porciones amarillas hasta el 25 % y FCCVPA (50%)=frutos con cáscara verde y porciones amarillas hasta 50 %. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, p≤0.05; n=9).

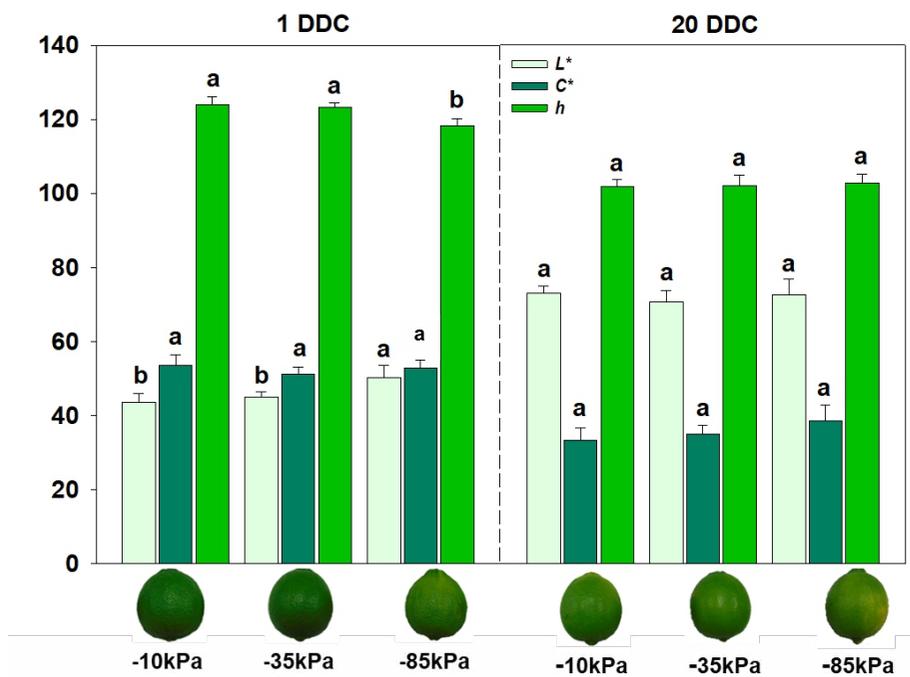


Figura 1. Luminosidad (L*), saturación de color (C*) y ángulo del tono del color (h) en frutos de *Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez de cáscara de color verde (FCCV), 1 y 20 d después de la cosecha en tres tensiones de humedad en el suelo en la primera cosecha.

cha importancia es que a los 20 días después de corte (ddc), el porcentaje de jugo de los frutos de las THS de -10kPa y -35kPa se redujo, pero su valor fue mayor al de la norma mexicana, no así los frutos de la THS -85 kPa, donde el porcentaje de jugo cayó por debajo de lo que marca la norma mexicana NMX-FF-077-1996.

Los frutos provenientes de la THS de -85kPa presentaron mayor firmeza, en los frutos verdes no hubo diferencia estadística entre las tensiones de humedad del suelo, pero en los frutos con 25% y 50% de porciones amarillas el valor de firmeza de frutos a -85kPa fue estadísticamente diferente a las otras dos THS (Cuadro 4). Después de 20 d, la firmeza de los frutos verdes fue mayor, mientras que en frutos con 25% y 50% de porciones amarillas la maduración continuó con el proceso de ablandamiento. Los valores de firmeza de fruto a 1 ddc en las THS a -10 y -35 kPa estuvieron dentro del rango (25.5N a 30.9 N) reportados para México (Ariza et al., 2004).

Cuadro 3. Porcentaje de jugo (mL) de limón persa (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) por código de tamaño de frutos a uno y veinte días después de la cosecha en tres tensiones de humedad del suelo.

THS	1 ddc			20 ddc		
	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)
-10 kPa	48.2±4.5a	48.2±1.9a	48.0±2.1a	42.5±2.5a	42.1±2.9a	43.6±2.6a
-35 kPa	47.8±4.5a	47.8±1.9a	48.6±2.6a	43.2±3.1a	42.5±2.2a	43.7±3.3a
-85 kPa	41.4±3.1b	42.2±2.1b	41.9±3.2b	38.8±2.3b	38.5±3.1b	38.9±3.5b

THS=Tensión de humedad en el suelo. Valores con la misma letra en columna son estadísticamente iguales (Tukey, p≤0.05; n=9).

Cuadro 4. Firmeza de fruto entero (Newtons) de limón persa (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) a uno y veinte días después de la cosecha en tres tensiones de humedad del suelo.

THS	1 ddc			20 ddc		
	FCCV 0%	FCCVPA 25%	FCCVPA 50%	FCCV 0%	FCCVPA 25%	FCCVPA 50%
-10 kPa	29.9±1.2a	26.9±1.1b	18.9±1.0b	31.6±1.3b	22.9±1.1a	10.2±1.0a
-35 kPa	30.4±1.1a	27.1±1.2b	19.1±1.1b	32.1±1.0b	23.7±1.3a	10.5±1.1a
-85 kPa	32.1±1.3a	30.1±1.1a	23.3±1.2a	35.5±1.6a	24.1±2.4a	12.6±1.2a

THS=Tensión de humedad en el suelo; FCCV (0%)=frutos con cáscara de color verde, FCCVPA (25%)=frutos con cáscara verde y porciones amarillas hasta el 25 % y FCCVPA (50%)=frutos con cáscara verde y porciones amarillas hasta 50 %. Valores con la misma letra en columna son estadísticamente iguales (Tukey, p≤0.05; n=9).

En el porcentaje de acidez titulable (AT) no se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 5), aunque se observó una ligera tendencia de disminución de los valores de la AT conforme se incrementó la THS de -10 a -85 kPa, tendencia que coincide con los resultados reportados en limón persa por Neto et al. (2013). Los valores de acidez titulable de este trabajo cumplieron con la Norma Mexicana NMX-FF-077-1996 que establece que el porcentaje de AT mínimo para el punto de sazón o madurez en limón persa no debe ser menor a 7% de ácido cítrico.

Los valores del contenido de SST fueron significativamente mayores en los frutos del tratamiento en el que el riego se aplicó cuando la THS fue de -85 kPa ($p \leq 0.05$) (Cuadro 6) pero a los 20 ddc, estos valores resultaron ligeramente superiores y estadísticamente iguales en los tres tratamientos de THS. Klug et al. (2003) reportan incrementos similares en SST en frutos de limón persa al-

macenados a temperatura ambiente (38 °C) durante 30 ddc. No se encontraron diferencias estadísticas en la relación SST/AT en el jugo de los frutos como resultado de la aplicación de los tratamientos de THS (Cuadro 7). De manera similar, Bassan et al. (2013) no encontraron efectos significativos del estrés hídrico en la relación SST/AT en limón persa. Los valores correspondientes a las THS de -10 y -35 kPa están dentro del rango de valores (1.1 a 1.3) en los que se realiza la comercialización de limón persa en México (Ambriz-Cervantes et al., 2018).

CONCLUSIONES

La tensión de humedad en el suelo tuvo efecto sobre la producción y calidad de fruto de limón en la época de invierno. El rendimiento de fruto disminuyó conforme se incrementó la tensión de humedad en el suelo. El color, tamaño, firmeza y el contenido de jugo del fruto mejoraron al reducir la tensión de humedad en el suelo. El grosor de la cáscara, el

Cuadro 5. Acidez titulable (% de ácido cítrico) del jugo de frutos de limón persa (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) por código de tamaño, en tres tensiones de humedad del suelo: primera cosecha.

THS	1ddc			20ddc		
	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)
-10 kPa	7.21 ± 0.34	7.19 ± 0.28	7.20 ± 0.38	6.94 ± 0.20	6.93 ± 0.28	6.94 ± 0.18
-35 kPa	7.22 ± 0.41	7.21 ± 0.32	7.19 ± 0.30	6.98 ± 0.18	6.96 ± 0.26	6.90 ± 0.27
-85 kPa	7.47 ± 0.54	7.39 ± 0.40	7.42 ± 0.39	7.14 ± 0.19	6.99 ± 0.31	6.98 ± 0.26

THS=Tensión de humedad en el suelo. No se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$; $n=9$).

Cuadro 6. Sólidos solubles totales (°Brix) del jugo de frutos de limón persa (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) a uno y veinte días después de la cosecha, por código de tamaño de fruto, en tres tensiones de humedad del suelo.

THS	1ddc			20ddc		
	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)
-10 kPa	$9.2 \pm 0.48a$	$9.2 \pm 0.46a$	$9.2 \pm 0.40a$	$9.4 \pm 0.28a$	$9.5 \pm 0.16a$	$9.5 \pm 0.19a$
-35 kPa	$9.2 \pm 0.41a$	$9.3 \pm 0.44a$	$9.3 \pm 0.87a$	$9.4 \pm 0.16a$	$9.5 \pm 0.18a$	$9.5 \pm 0.17a$
-85 kPa	$9.8 \pm 0.48b$	$9.9 \pm 0.51b$	$9.8 \pm 0.82b$	$10.1 \pm 0.28a$	$10.0 \pm 0.14a$	$10.1 \pm 0.22a$

THS=Tensión de humedad en el suelo. Valores con la misma letra en columna son estadísticamente iguales (Tukey, $p \leq 0.05$; $n=9$).

Cuadro 7. Relación entre sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT) (SST/AT) a uno y veinte días después de la cosecha en el jugo de frutos de limón persa (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) en tres tensiones de humedad del suelo.

THS	1ddc			20ddc		
	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)	Código 1 (58-67mm)	Código 2 (53-62mm)	Código 3 (48-57mm)
-10 kPa	1.27 ± 0.08	1.27 ± 0.06	1.27 ± 0.07	1.35 ± 0.08	1.37 ± 0.06	1.36 ± 0.07
-35 kPa	1.27 ± 0.09	1.28 ± 0.11	1.28 ± 0.09	1.34 ± 0.09	1.36 ± 0.11	1.37 ± 0.09
-85 kPa	1.31 ± 0.07	1.34 ± 0.10	1.33 ± 0.08	1.41 ± 0.07	1.43 ± 0.10	1.46 ± 0.08

THS=Tensión de humedad en el suelo. No se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$; $n=9$).

contenido de acidez titulable y la relación acidez titulable y sólidos solubles totales no se modificaron con las tensiones de humedad en el suelo estudiadas en este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Almaguer-Vargas, G., Espinoza-Espinoza, J.R. & Quirós-García, J.L. (2011). Desfasamiento de cosecha de limón persa. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 17(3):197-205.
- Ambriz-Cervantes, R., Ariza-Flores, R., Tejacal, I.A., Michel-Aceves, A.C., Barrios-Ayala, A. & Otero-Sánchez, M.A. (2018). Effect of banding and biostimulants in the flowering, production and quality of Persian lime (*Citrus Latifolia* Tan.) in winter. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(4):711-722.
- Arévalo, P.A., Parra-Coronado, A. & Orduz-Rodríguez, J.O. (2016). Postharvest physicochemical characterization of different materials of Tahiti acid lime (*Citrus latifolia* Tanaka) for exports. *Revista Colombiana Ciencias Hortícolas* 10(2):241-251.
- Ariza, F.R., Cruzaley, S.R., Vázquez, G.E., Barrios, A.A. & Alarcón, C.N. (2004). Efecto de las labores culturales en la producción y calidad del limón mexicano de invernadero. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27(1):73-76.
- Bassan, M.M., Mourão, F.F.A., Cristina, C.V., Zarate, C.H.T. & Jacomino, A.P. (2013). The harvesting system affects the quality and conservation of the 'Tahiti' acid lime. *Scientia Horticulturae* 155:72-77.
- García-López, F.M., Herrera-Corredo, J.A., Pérez-Sato, J.A., Alariste-Pérez, I., & Contreras-Oliva, A. (2017). Relación entre color y parámetros fisicoquímicos del limón persa (*Citrus latifolia* T.) del centro de Veracruz, México. *Agroproductividad* 10(9):9-14.
- Kluge, R.A., Jomori, M.L.L., Vitti, M.C.D. & Padula, M. (2003). Intermittent warming in 'Tahiti' lime treated with an ethylene inhibitor. *Postharvest Biology and Technology* 29:195-203.
- Neto, H.B., Filho F.A.A.M., Stuchi, E.S., Spinoza-Nunez, E. & Cantuarias-Avilés, T. (2013). The horticultural performance of five Tahiti lime selections grafted onto Swingle citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. *Scientia Horticulturae* 150:181-186.
- NMX-FF-011-1982. Productos alimenticios no industrializados, para uso humano. fruta fresca. determinación de acidez titulable. método de titulación. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. 4 p.
- NMX-FF-077-1996. Productos alimenticios no industrializados para consume humano fruta fresca. Limón persa (*Citrus latifolia* L.). Especificaciones. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. 10 p.
- Pranamornkith, T., Mawson, A. & Heyes, J.A. (2010). Effects of CA and alternative postharvest treatments on quality of lime (*Citrus latifolia* Tan) fruit. *Acta Horticulturae* 857:306-312.
- Rivera-Cabrera, F., Ponce-Valadez, M., Díaz de León, F., Buentello, B., Villegas-Monter, A. & Pérez-Flores, L.J. (2010). Acid limes: a review. *Fresh Produce* 4:116-122.
- SIAP. (2019). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Atlas Agroalimentario. <https://nube.siap.gob.mx/gobmx>.
- Statistical Analysis System (2003). Statistical Analysis System (SAS) for Windows 9 1.3. Service Pack 2. SAS Institute Inc Cary, NC, USA.
- Yilmaz, B., Cimen, B., Esiloglu, T.Y., Incesu, M., Kamiloglu, M.U. & Yilmaz, M. (2018). Effects of 2,4-DP- P (2,4-Dichlorophenoxypropionic Acid-P) Plant Growth Regulator on Fruit Size and Yield of Star Ruby Grapefruit (*Citrus paradisi* Osb.). *Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 6(9):1279-1284.

