

# Calidad y vida postcosecha de frutos de limón persa provenientes de árboles con síntomas de HLB y asintomáticos

Quality and postharvest life of Persian lemon fruit from HLB symptomatic and asymptomatic trees

Froylan Rodríguez Novoa<sup>1</sup>

Colegio de Postgraduados, México

Sergio Humberto Chávez Franco<sup>2</sup>

Colegio de Postgraduados, México

Daniela Saucedo Reyes<sup>3</sup>

Colegio de Postgraduados, México

Martha Elva Ramírez Guzmán<sup>4</sup>

Colegio de Postgraduados, México

José Alfredo Carrillo Salazar<sup>5</sup>

Colegio de Postgraduados, México

Gregorio Arellano Ostoa<sup>6</sup>

Colegio de Postgraduados, México

Crescenciano Saucedo Veloz<sup>†1</sup>

Colegio de Postgraduados, México

Recepción: 08 Diciembre 2023

Aprobación: 20 Diciembre 2023

Publicación: 31 Diciembre 2023



Acceso abierto diamante

## Resumen

### Notas de autor

- <sup>1</sup> Programa de Fruticultura de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9520200.
- <sup>2</sup> Programa de Fruticultura de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9520200.
- <sup>3</sup> Programa de Fruticultura de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9520200.
- <sup>4</sup> Programa de Estadística de Socioeconomía, Estadística e Informática-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9520200.
- <sup>5</sup> Programa de Fisiología Vegetal de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9520200.
- <sup>6</sup> Programa de Fruticultura de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9520200.
- <sup>†1</sup> Programa de Fruticultura de Recursos Genéticos y Productividad-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9520200.

En México, la presencia del Huanglongbing (HLB) en las zonas productoras de limón persa ha resultado en una reducción significativa de la producción, como lo demuestra el caso de la región productora de Martínez de la Torre, Veracruz, donde se ha estimado una afectación al menos del 40% en los últimos años. A pesar de esto, se han realizado pocos estudios sobre el impacto de esta enfermedad en la calidad de los frutos, con la única observación de una reducción en el tamaño de los mismos. El propósito de la investigación fue evaluar la calidad organoléptica y nutricional de los frutos de limón persa provenientes de árboles afectados por el HLB en comparación con árboles asintomáticos, centrándose en su comportamiento después de la cosecha. Para llevar a cabo el estudio, se recolectaron frutos de árboles con y sin síntomas de HLB en el Campo Experimental Ixtacuaco del INIFAP, ubicado en Martínez de la Torre, Veracruz, México. Cabe mencionar que se realizó previamente pruebas PCR para corroborar la incidencia de HLB, derivado de esto se establecieron cuatro tratamientos, considerando el origen de los frutos árboles con síntomas de HLB evaluados a temperatura ambiente e igual a refrigeración (HLBamb, HLBref) y árboles asintomáticos corroborado también con unas pruebas PCR (ASamb, ASref) en dos condiciones de temperatura de almacenamiento (temperatura ambiente:  $22 \pm 2$  °C durante 4 y 8 días, y refrigeración:  $9 \pm 1$  °C durante 2 semanas seguidas de 4 y 8 días a temperatura ambiente). Después de cada período de almacenamiento, se llevaron a cabo evaluaciones de diversas variables, que incluyeron el contenido de sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable, el contenido de ácido ascórbico (vitamina C), las pérdidas de peso, el índice de color y los daños por frío. En la cosecha, no se encontraron diferencias significativas en estas variables entre los frutos provenientes de árboles con síntomas de HLB y los de árboles asintomáticos. El comportamiento posterior a la cosecha fue similar en ambas condiciones de almacenamiento, y no se observaron diferencias significativas en las variables mencionadas. Sin embargo, se notó que los frutos de árboles con HLB experimentaron mayores pérdidas de peso en porcentaje, reducción en el contenido de ácido ascórbico en miligramos y un cambio más marcado de menor color verde de acuerdo al índice de color, además de presentar una mayor incidencia de daños causados por el frío en escala hedónica. En resumen, los resultados sugieren que la calidad de los frutos de limón persa, evaluada a través de las variables mencionadas, no se ve afectada de manera significativa por la presencia de spp, a excepción de su mayor sensibilidad a los daños causados por el frío en el caso de los frutos cosechados de árboles con HLB.

**Palabras clave:** *Diaphorina citri*, Huanglongbing, limón persa, postcosecha, HLBamb, HLBref, ASamb, ASref. *Candidatus Liberibacter*.

## Abstract

In Mexico, the presence of Huanglongbing (HLB) in Persian lime producing areas has resulted in a significant reduction in production, as shown by the case of the production region of Martínez de la Torre, Veracruz, where it has been estimated that at least 40% of the fruit has been affected in recent years. Despite this, few studies have been conducted on the impact of this disease on fruit quality, with the only observation being a reduction in fruit size. The purpose of the research was to evaluate the organoleptic and nutritional quality of Persian lemon fruits from HLB-affected trees compared to asymptomatic trees, focusing on their post-harvest behavior. To carry out the study, fruits were collected from trees with and without HLB symptoms at the Ixtacuaco Experimental Field of INIFAP, located in Martínez de la Torre, Veracruz, Mexico. It is worth mentioning that PCR tests were previously carried out to corroborate the incidence of HLB, derived from this four treatments were established, considering the origin of the fruits trees with HLB symptoms evaluated at room temperature and equal to refrigeration (HLBamb, HLBref) and asymptomatic trees also corroborated with PCR tests (ASamb, ASref) in two conditions of storage temperature (room temperature:  $22 \pm 2$  °C for 4 and 8 days, and refrigeration:  $9 \pm 1$  °C for 2 weeks followed by 4 and 8 days at room temperature). After each storage period, evaluations of several variables were carried out, including total soluble solids (TSS) content, titratable acidity, ascorbic acid (vitamin C) content, weight loss, color index, and chilling injury. At harvest, no significant differences were found in these variables between fruit from trees with HLB symptoms and those from asymptomatic trees. Postharvest performance was similar in both storage conditions, and no significant differences were observed in the aforementioned variables. However, it was noted that fruits from trees with HLB experienced greater weight loss in percentage, reduction in ascorbic acid content in milligrams and a more marked change of less green color according to the color index, in addition to presenting a higher incidence of cold damage on the hedonic scale. In summary, the results suggest that the quality of Persian lemon fruit, evaluated through the variables mentioned above, is not significantly affected by the presence of spp, except for its greater sensitivity to chilling injury in the case of fruit harvested from trees with HLB.

**Keywords:** *Diaphorina citri*, Huanglongbing, Persian lemon, postharvest, HLBamb, HLBref, ASamb, ASref. *Candidatus Liberibacter*.

## INTRODUCCIÓN

El limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) tiene gran demanda a escala mundial como fruta para consumo en fresco, y los principales países consumidores son Estados Unidos, Francia, Alemania y Japón. En México, el mercado del limón persa es principalmente de exportación, por lo que su cultivo es de gran importancia económica, ya que cada año se exportan más de cien mil toneladas a Estados Unidos (Schwentenius y Gómez, 2005). Constituye uno de los frutales de importancia comercial en México; sin embargo, actualmente enfrenta una severa problemática en su producción debido a la presencia de Huanglongbing (HLB), enfermedad de impacto devastador para los cítricos (Manjunath *et al.*, 2008) causada por la proteobacteria *Candidatus liberibacter* y transmitida por el psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Bové, 2006). De acuerdo con Gottwald e Irey (2008) la presencia de HLB en cítricos es responsable de pérdidas de hasta 65% del rendimiento, en México se ha detectado en diversas zonas productoras de cítricos dulces y limas ácidas. En el caso de limón persa, se ha vuelto endémico en la región de Martínez de la Torre, Veracruz en donde la superficie sembrada es de 52,990.31 hectáreas con una producción de 858,602.78 en el año 2022. Sin embargo a pesar de la enfermedad va en aumento la superficie sembrada con respecto a años anteriores (SIAP-SADER, 2022). Al respecto, Robles *et al.* (2013) han reportado que, en árboles de limón mexicano con 75-100% de síntomas de la enfermedad, su producción se reduce hasta 50%, respecto a los asintomáticos, debido a una reducción significativa de la capacidad de floración y fructificación, a su vez provocada por la disminución de la actividad fotosintética de las hojas dañadas (Robles *et al.*, 2013).

Bové (2006) ha señalado que los síntomas en los frutos no son específicos en el caso del HLB. Sin embargo, en árboles con síntomas avanzados de esta enfermedad, los frutos producidos suelen ser pequeños, asimétricos y de baja calidad comercial. Además, se ha observado una reducción en el porcentaje de jugo y en el contenido de sólidos solubles totales (SST). A pesar de estas observaciones, el comportamiento de los frutos afectados por el HLB en la etapa postcosecha es un área poco explorada. Esto se debe a la sensibilidad de estos frutos a pérdidas de peso, cambios en el color verde y la aparición de desórdenes fisiológicos. Sorprendentemente, a pesar de estos desafíos, la demanda de estos frutos en el mercado internacional no ha disminuido. Dado este contexto, el objetivo de esta investigación fueron evaluar el impacto del HLB en la calidad organoléptica y nutritiva de los frutos de limón persa, en especial después de la cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la fase experimental, se procedió a la recolección de un total de 600 frutos de limón persa de la variedad persa común, en árboles cultivados en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Ixtacuaco, ubicado en Martínez de la Torre, Veracruz, México. El presente estudio se desarrolló en el sitio experimental Ixtacuaco a 112 msnm, entre las coordenadas 20° 02' 36" latitud norte y 97° 05' 52.5" latitud oeste. Ubicado en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Ixtacuaco, perteneciente a la región Golfo Centro, km 4.5 carretera Martínez de la Torre - Tlapacoyan, estado de Veracruz.

De los 600 frutos recolectados, 300 de ellos provinieron de árboles que presentaban síntomas de la enfermedad HLB, con un porcentaje de jugo promedio de  $39.1 \pm 3.4$ . Los otros 300 frutos fueron cosechados de árboles asintomáticos (sin síntomas de HLB) y presentaron un porcentaje de jugo promedio de  $37.2 \pm 2.4$ .

Cada lote de 300 frutos se dividió a la mitad, uno de los cuales se almacenó a la temperatura ambiente ( $20 \pm 2$  °C y  $55 \pm 5$  % HR) y otro a condiciones de refrigeración ( $9 \pm 1$  °C;  $85 \pm 5$  % HR), quedando conformados cuatro tratamientos: HLBamb, ASamb, HLBref y ASref, (frutos de árboles con síntomas de HLB evaluados a temperatura ambiente y refrigeración, así como frutos de árboles que no presentan síntomas en las mismas condiciones de temperatura). Los frutos al ambiente se almacenaron por 4 y 8 días y los expuestos a

refrigeración por 2 semanas más 4 y 8 días a temperatura ambiente, esto último para simular condiciones de comercialización para consumidores.

En el transcurso del experimento, se llevaron a cabo evaluaciones de diversas variables relacionadas con la calidad organoléptica, la calidad nutricional y la vida de los frutos después de la cosecha. Para medir los sólidos solubles totales (SST), se utilizó el método establecido por la AOAC (2000), empleando un refractómetro digital ATAGO PR-100 con una escala que abarcaba desde el 0% hasta el 32%. Los datos se expresaron en porcentaje (%SST). La acidez titulable (AT) se determinó siguiendo el procedimiento descrito en la AOAC (2000). Se empleó una solución de NaOH 0.1N como agente neutralizante, y la fenolftaleína en una solución alcohólica al 2.5% se utilizó como indicador. Los resultados de la acidez titulable se expresaron en términos del contenido de ácido cítrico, también en porcentaje. Estas mediciones se llevaron a cabo de acuerdo con métodos y procedimientos estandarizados para evaluar la calidad organoléptica y nutricional de los frutos, así como para analizar su comportamiento después de la cosecha.

Para determinar el contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en el jugo de los frutos, se siguió el método propuesto por Tillman en 1990. Esto implicó una extracción utilizando ácido oxálico al 0.5% y luego una titulación con una solución de 2,6-diclorofenol-indofenol al 0.02%. Para calcular el contenido de vitamina C (mg/100 mL), se generó una curva estándar. El color externo de los frutos se midió en la zona ecuatorial de los frutos enteros utilizando un colorímetro de reflexión Hunter Lab, modelo D-25, originario de Reston, Virginia, EE. UU. Se calcularon los parámetros de color L, a y b y, con estos datos, se obtuvo el índice de color (IC) para cítricos utilizando la fórmula propuesta por Jiménez y colaboradores en 1981 ( $IC = 1000a/(bL)$ ). Las pérdidas de peso se calcularon mediante la diferencia en peso entre el momento de la cosecha y el registrado durante el período de almacenamiento. Estos datos se expresaron como porcentaje de pérdidas de peso (%PP). El índice de daños por frío se determinó considerando el número de frutos que presentaban síntomas de picado y manchado en la superficie del epicarpio, siguiendo el método propuesto por Wang (2010). Los resultados se expresaron en forma de porcentaje.

Para el análisis estadístico de los datos se consideró como unidad experimental un fruto, con un número de repeticiones de: 10 (pérdidas de peso e índice de color) y 50 (daños por frío, considerando para el análisis de calidad organoléptica y nutritiva como unidad experimental cinco frutos y cinco repeticiones. Las determinaciones se realizaron a los 4 y 8 días en los almacenados directamente a temperatura ambiente, así como al inicio y salida de refrigeración más 4 y 8 días después de transferir al ambiente. Los datos se analizaron aplicando el diseño experimental en bloques al azar generalizado y pruebas de comparación de medias por Tukey 0.05, con el programa R Studio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Almacenamiento a temperatura ambiente

Al momento de la cosecha, no se observaron diferencias significativas entre los frutos procedentes de árboles con síntomas de HLB y los frutos de árboles asintomáticos en las variables evaluadas (Cuadro 1). Este hallazgo concuerda con los resultados (Robles *et al.*, 2013), quienes tampoco encontraron diferencias significativas en el contenido de jugo, los grados Brix ni en el ácido ascórbico entre los dos grupos de frutos. Sin embargo, estos resultados discrepan con lo que se ha reportado en estudios (Bassanezi *et al.*, 2009) que se centraron en naranjas dulces en Brasil. En ese caso, los frutos recolectados de árboles afectados por el HLB mostraron un menor contenido de jugo y sólidos solubles totales (SST), así como una mayor acidez. A medida que avanzó el período de almacenamiento, se observó un incremento significativo en las pérdidas de peso en ambos grupos de frutos, ya sean aquellos provenientes de árboles con síntomas de HLB o de árboles asintomáticos. No obstante, no se encontraron diferencias notables entre estos dos grupos en este aspecto. Lo mismo ocurrió con el índice de color, que disminuyó significativamente a medida que transcurría el período de almacenamiento, pero no se

observaron diferencias entre los dos grupos de frutos. En este caso, no se evidenciaron problemas relacionados con la pérdida de color verde (greening) en la parte estilar de los frutos, como se ha informado en el estudio en naranjas en el estudio (Bassanezi *et al.*, 2009).

**Cuadro 1**

**Evaluación de los componentes de calidad de frutos de limón persa almacenados a temperatura ambiente ( $20 \pm 2$  °C) por 4 y 8 días.**

Almacenamiento (días)	PP (%)	AT (% ácido cítrico)	SST (%)	IC (1 000a/bL)	Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )
<b>C/HLB</b>					
Cosecha	0 c	7.7 a	9.2 a	-13.2 a	39.1 a
4	6.5 b	7.7 a	9.2 a	-11.8 b	33.7 b
8	12.4 a	8.3 a	9.9 a	-8.7 c	25.4 c
<b>S/HLB</b>					
Cosecha	0 c	7.7 a	9.2 a	-13.3 a	43.6 a
4	6.3 b	7.7 a	9.2 a	-11.2 b	35.3 b
8	11.9 a	7.5 a	8.9 a	-9.2 c	28.2 c

Medias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

En cuanto a la vitamina C, en ambos grupos de frutos la concentración tendió a disminuir al avanzar el almacenamiento, esto como producto de la oxidación del ácido ascórbico por efecto del avance de la senescencia y el estrés por las pérdidas de agua (Lee y Kader, 2000), es de señalar que si bien no se presentaron diferencias significativas en la concentración de vitamina C entre frutos cosechados de árboles con HLB y asintomáticos, estos últimos presentaron mayor concentración (Cuadro 1); asimismo, en ambos casos la concentración de ácido ascórbico estuvo entre los rangos reportados por otros investigadores con 39.3 mg 100 g<sup>-1</sup> (Zea-Hernández *et al.*, 2016) y 45.2 mg 100 g<sup>-1</sup> (Álvarez-Armenta *et al.*, 2008).

El contenido de ácido cítrico y SST permanecieron sin cambios significativos entre los frutos provenientes de árboles con y sin HLB, así como en función del tiempo de almacenamiento, permaneciendo similares a los del momento de cosecha.

### Almacenamiento a temperatura de refrigeración

En los frutos cosechados de árboles con y sin HLB almacenados a  $9 \pm 1$  °C por dos semanas, no se observaron diferencias significativas, en las pérdidas de peso, las cuales se situaron en 6.4 y 5.7%, siendo similares ( $5.5 \pm 0.7\%$ ) a las reportadas por Muñoz-Lazcano *et al.* (2011) a las mismas condiciones de refrigeración; mismo comportamiento se presentó al transferir a la temperatura ambiente (Cuadro 2). En relación al tiempo de almacenamiento, en ambos grupos de frutos las pérdidas de peso se incrementaron significativamente tanto a las condiciones de refrigeración como de temperatura ambiente. En el IC no se observaron diferencias significativas entre los frutos provenientes de árboles con HLB y asintomáticos a las dos condiciones de almacenamiento, en función del tiempo de almacenamiento. Los frutos de ambos grupos presentaron un IC sin diferencias, respecto al valor al momento de cosecha, a la salida de refrigeración, y con diferencias tras cuatro y ocho días de exposición al ambiente (Cuadro 2).



Cuadro 2

Evaluación de algunos de los componentes de calidad de frutos de limón mexicano almacenados a  $9 \pm 1^\circ\text{C}$  por dos semanas y transferidos a temperatura ambiente ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) por 4 y 8 días.

Almacenamiento (días)	PP (%)	AT (% ácido cítrico)	SST (%)	IC (1 000a/bL)	Ácido ascórbico (mg 100 <sup>-1</sup> mL)
<b>C/HLB</b>					
Cosecha	0 d	7.7 a	9.2 a	-13.2 a	39.1 a
Salida*	6.4 c	7.4 a	8.8 a	-10.5 ab	31 b
4	9.6 b	7.4 a	8.8 a	-5.3 bc	23.3 bc
8	13.9 a	7.5 a	8.9 a	-3.3 c	16.4 c
<b>S/HLB</b>					
Cosecha	0 d	7.5 a	9.2 a	-13.3 a	43.6 a
Salida*	5.7 c	7.4 a	8.9 a	-11.9 ab	31.5 b
4	8.7 b	7.1 a	8.5 a	-6.6 bc	21.3 bc
8	13.6 a	7.3 a	8.7 a	-4.8 c	17 c

\* dos semanas de refrigeración ( $9 \pm 1^\circ\text{C}$ ). Medias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

Durante el almacenamiento a las dos temperaturas, se observaron pérdidas de ácido ascórbico por efecto del tiempo de exposición, principalmente al transferir los frutos a condiciones ambientales; sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre frutos cosechados de árboles con síntomas de HLB y asintomáticos. En cuanto a las variables acidez titulable y SST no se observaron cambios significativos entre ambos grupos de frutos ni tampoco por efecto del tiempo de almacenamiento, permaneciendo sus valores similares a los del momento de cosecha (Cuadro 2).

A la salida de refrigeración los frutos cosechados de árboles con síntomas de HLB presentaron un índice de daños por frío de 27.7%, en tanto que los asintomáticos 13.3%, en ambos casos de carácter ligero ( $<10\%$  de la superficie del epicarpio con síntomas de picado). De acuerdo con McDonald *et al.* (1993) la composición y morfología de ceras epicuticulares influye en el desarrollo de daños por frío en frutos cítricos, debido a la alteración del transporte de gases y vapor de agua a través del epicarpio; si bien, en la presente investigación no se observaron diferencias en las pérdidas de peso (como indicador de pérdidas de agua), entre frutos provenientes de árboles con HLB y asintomáticos, en los primeros la tendencia fue de una mayor pérdida, lo que permitiría asumir que en los frutos con síntomas de HLB el contenido y composición de ceras epicuticulares es afectado, no obstante, esto debe ser comprobado mediante otros estudios.

## CONCLUSIONES

Al momento de cosecha, no hay diferencias en la calidad, evaluada por el contenido de jugo, SST, ácido cítrico, ácido ascórbico, índice tecnológico e índice de color, entre frutos provenientes de árboles con síntomas de HLB y asintomáticos.

El comportamiento postcosecha de los frutos, en cuanto a pérdidas de peso, disminución del color verde externo, pérdidas de vitamina C (ácido ascórbico), no presenta diferencias entre los cosechados de árboles con

y sin HLB, tanto a la temperatura ambiente como de refrigeración; no obstante, en los frutos de árboles con HLB dichas pérdidas son más evidentes.

Los frutos provenientes de árboles con HLB resultan más sensibles a daños por frío durante la conservación a 9 °C por dos semanas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16.
- AOAC. 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 13th.
- Báez-Sañudo R. 2008. Reguladores de crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón mexicano. Agric. Téc. Méx. 34(1):5-11.
- Bassanezi R. B.; Montesino, L. H. and Stuchi, E. S. 2009. Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. Eur. J. Plant Pathol. 125(1):565-572.
- Bové, J. M. 2006 Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. Bol. Entomol. Venez 15(2):235-243.
- Carrillo, M. S. H.; Medina, U. V. M.; Hernández, F. L. M.; Gómez, J. R.; Manzo, S. G.; Farías, L. J.; Nieto, Á. D.; Minjangos, H. E.; Sánchez, De la T. J. A. y Valera, F. S. 2014. El Limón Mexicano (*Citrus aurantifolia*) SAGARPA, INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Tecomán, Colima, México. Libro técnico núm. 1. 489 p. Ed. Arlington, V. 1023 p.
- Gottwald, T. R. and Irey, M. 2008. The plantation edge effect of HLB: a geostatistical analysis. Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing, Orlando. Orlando, Florida. 305-308 pp.
- Jiménez-Cuesta MJ, Cuquerella J, MartínezJávega JM (1981) Determination of a color index for citrus fruit degreening. In Proc. of the International Society of Citriculture, Vol. 2. 750-753.
- Lee, S. K. and Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biol. Technol. 20:207-220.
- Manjunath, K. L.; Halbert, S. E.; Ramadugu, C.; Webb, S. and Lee, R. F. 2008. Detection of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' in *Diaphorina citri* and its importance in the management of citrus Huanglongbing in Florida. Am. Phytopathol. Soc. 98(4):387-396.
- McDonald, E. R.; Nordby, E. H. and McCollum, G. T. 1993. Epicular wax morphology and composition are related to grapefruit chilling injury. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, US. Horticultural Research Laboratory, 2120 Camden Road, Orlando, FL 32803. 28(4):311-312.
- Muñoz, L. A.; Saucedo, V. C.; García, O. C. y Robles, G. M. 2011. Evaluación de la calidad y tiempo de almacenamiento del fruto en tres variedades de limón mexicano. Rev. Iberoam. Tecnol. Postcosecha. 12(2):156-163.
- Obeed, R. S. and M. M. Harhash., J. 2006. Impact of postharvest treatments on storage life on quality of "Mexican" lime. Adv. Agric. Res. (Fac. Agric. Saba Basha). II(3):1-17.
- Orozco, S. M.; Robles, G. M. M.; Velásquez, M. J. J.; Manzanilla, R. M. A.; Bermúdez, G. M. J. 2014. El Huanglongbing (HLB). In: El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*), Orozco-Santos, M.; Robles-González, M. M.; Velázquez-Monreal, J. J. y Manzanilla-Ramírez, M. Á. (Eds.). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 242-283 pp.
- Robles, G. M. M.; Velásquez, M. J. J.; Manzanilla, R. M. Á.; Orozco, S. M.; Medina, U. V. M.; López, A. J. I.; Flores, V. R. 2013. Síntomas del huanglongbing (hlb) en árboles de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (*Christm*) *Swingle*] y su dispersión en el estado de colima, México. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 19(1):15-31.
- SIAP-SADER (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2022. Producción agrícola: Cíclicos y perenes 2022. México.



Zea, H. L.; Saucedo, V. C.; Cruz, H. N.; Ramírez, G. M. E. y Robles, G. M. M. 2016. Evaluación de aplicaciones precosecha de ácido giberélico en la calidad y vida de anaquel de tres variedades de limón mexicano. Rev. Chapingo Hortic. 22(1):17-26.

## Información adicional

*redalyc-journal-id:* 813



**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81377384005>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante  
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la  
academia

Froylan Rodríguez Novoa, Sergio Humberto Chávez Franco,  
Daniela Saucedo Reyes, Martha Elva Ramírez Guzmán,  
José Alfredo Carrillo Salazar, Gregorio Arellano Ostoa,  
Crescenciano Saucedo Veloz

**Calidad y vida postcosecha de frutos de limón persa  
provenientes de árboles con síntomas de HLB y  
asintomáticos**

**Quality and postharvest life of Persian lemon fruit from  
HLB symptomatic and asymptomatic trees**

*Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*  
vol. 24, núm. 2, p. 140 - 149, 2023  
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.,  
México  
[rebasa@hmo.megared.net.mx](mailto:rebasa@hmo.megared.net.mx)

**ISSN:** 1665-0204