



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.
México

Muñoz Lazcano, Ana Angélica; Saucedo Veloz, Crescenciano; García Osorio, Cecilia; Robles
González, Manuel

Evaluación de la calidad y tiempo de almacenamiento del fruto de tres variedades de limón mexicano

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 12, núm. 2, 2011, pp. 156-163

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.

Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81320900006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL FRUTO DE TRES VARIEDADES DE LIMÓN MEXICANO

Ana Angélica Muñoz Lazcano¹, Crescenciano Saucedo Veloz^{1*}, Cecilia García Osorio¹ y Manuel Robles González².

¹Colegio de Postgraduados-Fruticultura, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, (56230). Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, Tel. y Fax: (595) 95 20233. *sauveloz@colpos.mx.

²Campo Experimental Tecomán, Km 35 Carretera Tecomán-Colima apdo. Postal 28100, Tecomán, Colima, México. Tel. y Fax: (313) 32 40133

Palabras clave: Citrus aurantifolia Swingle, color externo, ácido ascórbico, pérdidas de peso, refrigeración.

RESUMEN

Frutos de limón mexicano variedades Colimex (árboles con espina, frutos con semilla), Colimón (árboles con espina, frutos sin semilla) y Lise (árboles sin espina, frutos con semilla), se cosecharon con color verde externo y contenido de jugo de $45.4 \pm 0.7\%$, $35.7 \pm 1.3\%$ y $47.4 \pm 0.9\%$, respectivamente. Un lote se almacenó al ambiente ($22 \pm 2^\circ \text{C}$), otros dos en refrigeración ($9 \pm 1^\circ \text{C}$) por 2 y 4 semanas + 2 y 4 días al ambiente. Durante el almacenamiento se evaluaron las variables: Pérdidas de peso (%), índice de color ($\text{IC} = 1000 \text{ a/bL}$), sólidos solubles (%) y contenidos de ácido cítrico (%) y ácido ascórbico ($\text{mg}/100 \text{ mL}$). Los resultados revelaron que los frutos de las tres variedades presentaron una acelerada pérdida de ácido ascórbico y de color verde, afectando su calidad y tiempo de almacenamiento. Los frutos de la variedad Lise resultaron menos sensibles a las pérdidas de peso y daños por marchitamiento, en tanto que los de 'Colimón' fueron los más susceptibles a daños por frío. De acuerdo con lo anterior, los frutos de la variedad Lise presentaron el mayor tiempo de almacenamiento, con frutos comercializables, alcanzando 6 días a $22 \pm 2^\circ \text{C}$, o 4 semanas a $9 \pm 1^\circ \text{C}$ + 2 días al ambiente.

EVALUATION OF THE QUALITY AND TIME STORAGE OF THE FRUITS OF THREE MEXICAN LIME VARIETIES

Key Words: Citrus aurantifolia Swingle, external colour, ascorbic acid, loss of weight, cold storage.

ABSTRACT

Mexican limes fruits varieties Colimex (trees with thorns, fruits with seeds), Colimón (trees with thorns, fruits without seeds), and Lise (trees without thorns, fruits with seeds) were harvested with external green colour and juice content of $45.4 \pm 0.7\%$, $35.7 \pm 1.3\%$ y $47.4 \pm 0.9\%$, respectively. One batch was stored at room temperature ($22 \pm 2^\circ \text{C}$), two batches were stored at refrigeration ($9 \pm 1^\circ \text{C}$) from 2 to 4 weeks + 2 days, and 4 days at room temperature. During storage, it was evaluated the following parameters: weight lost (%), Colour Index ($\text{CI} = 1000 \text{ a/bL}$), soluble solids (%), and contents of citric acid (%) and ascorbic acid ($\text{mg}/100 \text{ mL}$). The results revealed that the three fruits varieties presented a rapidly lost of green color affecting their quality, instead, the fruits of the variety Lise had less sensitive to weight lost and wilting injury, while those of 'Colimón' were the most susceptible to chilling injury. 'Lise' fruits could be stored for up 4 weeks at $9 \pm 1^\circ \text{C}$ + 2 days at room temperature with acceptable quality.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las limas ácidas, el limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) constituye una de las especies frutícolas de importancia comercial en México; su producción se estima en más de 1.3 millones de toneladas (SIAP, 2009), de las cuales cerca del 35% se comercializa como fruta; en tanto que el 65% restante se utiliza para la extracción de aceite esencial y la cáscara seca para la obtención de pectina (Medina-Urrutia y Robles González, 2004). Como fruta fresca se comercializa principalmente en el mercado nacional donde, por sus diferentes usos en bebidas, alimentos preparados, repostería y helados, su demanda supera a la del limón 'Persa' con un consumo *per cápita* de 12.1 kg contra 3.0 kg, respectivamente (FAOSTAT, 2009); no obstante, por problemas en la calidad de la fruta su nivel de exportaciones resulta incipiente, presentando mayor demanda el limón 'Persa' del cual se exportan más de 487 mil toneladas, con un valor de 242.3 millones de dólares (FAOSTAT, 2008).

Es de señalar que actualmente la producción de limón mexicano se basa en una variedad comercial de pie franco, producción heterogénea, con espinas y plantas bien adaptada a las condiciones agroclimáticas de las zonas productoras de México; sin embargo, el fruto que se obtiene es muy pequeño, con alto contenido de semillas y con manejo postcosecha difícil, situación que le resta calidad al fruto no obstante su alto contenido de jugo, alta concentración de ácido cítrico y de ácido ascórbico, así como su excelente sabor y aroma. Sin embargo, por sus características de tamaño pequeño, pericarpio delgado con elevada presencia de glándulas de aceite, así como bajo contenido de ceras intra y extracuticulares, los frutos de limón mexicano resultan altamente sensibles a pérdidas de agua por transpiración, diversos daños mecánicos (heridas, golpes, deformaciones, picaduras y rozaduras),

alteraciones fisiológicas (oleocelosis y daños por frío), así como al ataque de microorganismos causantes de pudriciones; todo lo cual se traduce en elevadas pérdidas de peso, aparición de síntomas de marchitamiento, acelerada pérdida del color verde característico, biosíntesis de metabolitos fermentativos, pérdida del valor nutricional por disminución del contenido de ácido ascórbico y corta vida de anaquel (Saucedo-Veloz y Medina Urrutia, 2008).

En los últimos años en el Campo Experimental del INIFAP de Tecoman, Colima, México, se han venido realizando estudios sobre variación genética natural y colecta de materiales en limón mexicano, lo que se ha traducido en la obtención de tres variedades denominadas como Colimex, Colimón y Lise, con características sobresalientes en producción y calidad de fruta (Robles et al., 2010). 'Colimex' se ha reportado como una selección clonal obtenida a partir de la variedad comercial denominada "limón mexicano con espinas", morfológicamente la planta mantiene las mismas características pero su producción es mayor y consistente; asimismo, los frutos presentan aceptable apariencia en cuanto a tamaño y color, contienen de 3 a 6 semillas y su calidad organoléptica es similar en acidez y sabor. 'Colimón' es una variación genética originada de la variedad comercial, los árboles tienen las mismas características morfológicas pero presentan de 70 a 75% de frutos sin semilla; su tamaño aunque menor, resulta comercialmente aceptable por su alto contenido de jugo. Por su parte, 'Lise' es una variación genética natural de la variedad comercial, su principal característica es la ausencia de espinas en las ramas, lo que asegura una mayor proporción de fruta empacable al reducir la incidencia de daños mecánicos durante la cosecha (Robles et al., 2010). No obstante lo anterior, la introducción a nivel comercial de estas variedades es aún

incipiente, debido principalmente al ajuste de la tecnología de producción por aplicar, al desconocimiento de su comportamiento fisiológico postcosecha y respuesta a las tecnologías de conservación para mantenimiento de su calidad. En este sentido, el objetivo de esta investigación fue evaluar los cambios en la fisiología y calidad de las variedades de limón mexicano Colimex, Colimón y Lise, almacenados a condiciones de refrigeración y comercialización por diferentes periodos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento se cosecharon frutos de las variedades clonadas Colimex (árboles con espina, frutos con semilla) Colimón (árboles con espina, frutos sin semilla) y Lise (árboles sin espina, frutos con semilla), desarrollados en el Campo Experimental Tecomán del INIFAP (Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias), localizado en Tecomán, Colima, México. a 32 msnm con clima BS1 wig considerado como calido semiseco, con temperaturas medias de 26° C y precipitación media anual de 750 mm. En total se cosecharon 300 frutos de cada una de las variedades en estudio, seleccionando tamaños 4 y 5 para Colimex, 3 y 4 para Colimón y 4 y 5 para Lise (Norma Oficial NMX-FF-087-SCFI-2001), color verde-brillante y contenido de jugo de 45.4±0.7%, 35.7±1.3% y 47.4±0.9%, respectivamente. Por cada variedad se establecieron tres lotes de 100 frutos cada uno, los cuales se almacenaron a las siguientes condiciones: un lote a 22±2° C y 50-60% de humedad relativa por un periodo de 2, 4 y 6 días (condiciones de comercialización), otro a 9±1° C y 85-90% HR por 2 semanas y uno más a 9±1° C y 85-90% HR por 4 semanas; en el caso de estos dos últimos, una vez terminado el periodo de almacenamiento a 9±1° C, los frutos se expusieron a condiciones de comercialización durante 2 y 4 días. Para evaluar los cambios en la calidad de los frutos

se realizaron las siguientes determinaciones: Pérdidas de peso obtenidas por la diferencia en peso entre el valor inicial y el de cada periodo de almacenamiento establecido, reportando los datos en porcentaje (%PP); color externo mediante un colorímetro de reflexión Hunter Lab D-25- PC2, obteniendo directamente los parámetros L, a, b-Hunter y aplicando el índice de color (IC = 1000 a /bL) propuesto por Jiménez-Cuesta *et al.* (1981); sólidos solubles totales (% SST) y acidez titulable (% ácido cítrico) de acuerdo con los métodos descritos por la A.O.A.C. (1990); además el contenido de ácido Ascórbico determinado por el método de Tillman y reportando los datos como mg de ácido ascórbico/100 mL de jugo (A.O.A.C., 1990). Las determinaciones de pérdidas de peso y color externo se realizaron, cada uno, en un total 20 frutos, realizando medidas de manera individual (unidad experimental un fruto), durante los periodos 0 (inicial), 2, 4 y 6 días en los frutos expuestos a condiciones de comercialización; además, al inicio y salida de la refrigeración por 2 y 4 semanas más 2 y 4 días al ambiente. En el caso de las medidas de SST, acidez titulable y contenido de ácido ascórbico, se realizaron en una muestra de 15 frutos, formando tres repeticiones de 5 frutos cada uno (unidad experimental 5 frutos), durante los mismos periodos antes señalados para cada condición de almacenamiento.

Para evaluar el efecto del tiempo y la temperatura de almacenamiento en la fisiología y calidad de los frutos de las tres variedades, se utilizó un análisis multifactorial de la varianza (ANOVA). Para determinar qué niveles de cada factor eran significativamente diferentes ($p < 0.05$), se aplicó una prueba de rangos múltiples (MRT) utilizando la distribución F de Fisher (LSD) para contrastar la igualdad de varianzas. Todos los análisis estadísticos fueron hechos en Microsoft Office Excel 2003 ®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Almacenamiento a condiciones de comercialización

De acuerdo con los resultados obtenidos, las pérdidas de peso de las tres variedades se incrementaron significativamente ($p < 0.05$) en función del tiempo de almacenamiento, alcanzando estos valores de $10.0 \pm 1.4\%$ para 'Colimón', 8.6 ± 1.0 para 'Colimex' y $6.1 \pm 0.9\%$ para 'Lise', después de 6 días de almacenamiento a $22 \pm 2^\circ \text{C}$ (Figura 1). Entre variedades, también se observaron pérdidas de peso significativamente diferentes ($p < 0.05$), siendo estas mayores en los frutos de 'Colimón', influyendo en esta respuesta el menor tamaño y cáscara delgada de los frutos (Robles et al., 2010), factores que de acuerdo a Wills et al. (2007) favorecen las pérdidas de agua por transpiración. Por otro lado, la ausencia de espinas en las ramas de la variedad Lise, permiten asumir una menor incidencia de daños físicos por picaduras en los frutos durante la cosecha, lo cual a su vez se traduce en una menor sensibilidad a pérdidas de agua; al respecto, en esta variedad se ha reportado una mayor proporción de fruta empacable (hasta 70%), con relación a la variedad Colimex cuya planta es de ramas con espinas (Robles et al., 2010).

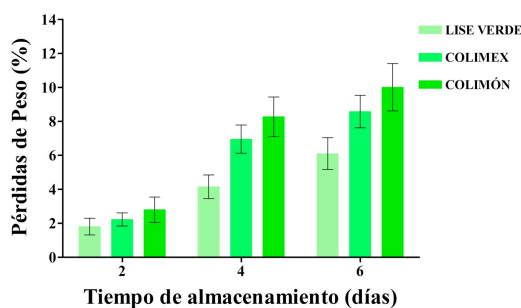


Figura 1: Pérdidas de peso de tres variedades de limón mexicano almacenados a condiciones de comercialización ($22.2 \pm 2^\circ \text{C}$; 50-60% HR) (Medias \pm DE para $n=20$)

La evaluación de los cambios en color también reportó cambios significativos ($p <$

0.05) en función del tiempo a las condiciones de comercialización, observándose una drástica disminución del IC ya a partir del segundo día de almacenamiento (Cuadro 1), equivalente al 51.3, 50.9 y 51.8%, del valor inicial, para Colimón, Colimex y Lise, respectivamente, traducándose en una rápida pérdida del color verde característico al momento de cosecha. Se ha reportado (Goldschmidt, 1997) que la degradación de clorofila y biosíntesis de carotenoides es un proceso independiente y constituye uno de los cambios relevantes relacionados con el fenómeno de senescencia en cítricos; este cambio resulta favorable en algunas especies ya que esta relacionado con la aparición de los colores amarillo y naranja característicos del producto, en el caso de limón mexicano, se manifiesta como un efecto desfavorable (amarillamiento) dando lugar a pérdidas de la calidad, por lo que, de acuerdo con los resultados obtenidos se puede asumir que las tres variedades estudiadas presentan una acelerada pérdida de la calidad visual conforme se prolonga el tiempo de exposición a condiciones de comercialización. Es de señalar que no se presentaron diferencias estadísticas significativas, respecto al color externo, entre variedades (Cuadro 1).

Con respecto a la calidad interna, no se observaron diferencias estadísticas significativas en los sólidos solubles totales y contenido de ácido cítrico entre variedades y tiempo de almacenamiento a condiciones de comercialización. En cuanto a la concentración de ácido ascórbico, los frutos de las variedades Colimex y Lise presentaron significativamente ($p < 0.05$) una mayor concentración, respecto a la variedad Colimón (Cuadro 1); sin embargo, en función del tiempo de almacenamiento, se observaron pérdidas de este compuesto alcanzando niveles de 34.0, 44.8 y 37.3%, para Colimón, Colimex y Lise, respectivamente, tras seis días a $22 \pm 2^\circ \text{C}$. Se ha reportado (Saucedo y Medina Urrutia, 2008) que el fenómeno de senescencia en frutos de limón mexicano esta

relacionado principalmente por un acelerado amarillamiento y por elevadas pérdidas de peso y del contenido de ácido ascórbico; asimismo se ha señalado (Belitz, 1997) que la pérdida de este último compuesto se debe a una reacción de oxidación formando ácido dehidroascórbico y otros productos subsecuentes, lo que conlleva pérdidas en la actividad biológica como Vitamina C; siendo la temperatura, presencia de oxígeno y cambios en el pH del jugo los principales factores que favorecen esta pérdida.

Cuadro 1: Cambios en la calidad de frutos de limón mexicano almacenados a condiciones de comercialización ($22 \pm 2^\circ \text{C}$; 50 - 60% H.R.)

| Parámetro | Inicial | 2 días | 4 días | 6 días |
|-----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Colimón | | | | |
| Ác. Cítrico (%) | 7.5±0.2 | 7.3±0.1 | 7.2±0.2 | 7.1±0.3 |
| Sólidos Solubles (%) | 10.3±0.3 | 10.4±0.1 | 10.6±0.2 | 10.7±0.2 |
| Índice Color (1000 a/bL) | -26.5±4.2 | -12.9±1.4 | -11.6±1.1 | -11.1±2.4 |
| Ácido Ascórbico (mg/100g) | 42.4±2.4 | 33.2±0.5 | 31.4±1.8 | 27.8±2.0 |
| Colimex | | | | |
| Ác. Cítrico (%) | 7.7±0.7 | 8.0±0.1 | 7.6±0.3 | 7.6±0.4 |
| Sólido solubles (%) | 11.0±0.1 | 11.1±0.1 | 11.2±0.7 | 11.3±0.4 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -23.2±0.4 | -11.4±0.8 | -9.4±0.9 | -9.0±0.8 |
| Ácido ascórbico (mg/100g) | 46.9±2.1 | 31.2±1.5 | 28.7±0.5 | 25.9±1.2 |
| Lise | | | | |
| Ác. Cítrico (%) | 8.0±0.1 | 7.9±0.9 | 7.6±0.4 | 7.4±0.3 |
| Sólido solubles (%) | 11.1±0.1 | 11.1±0.3 | 11.2±0.2 | 11.4±0.1 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -22.0 ±2.4 | -10.6±0.4 | -10.2±0.9 | -9.7±1.4 |
| Ácido ascórbico (mg/100g) | 43.2±0.6 | 33.3±0.9 | 33.0±1.8 | 27.1±1.3 |

Almacenamiento a condiciones de refrigeración

De acuerdo con los resultados obtenidos, las pérdidas de peso durante el almacenamiento a $9 \pm 1^\circ \text{C}$ se incrementaron significativamente ($p < 0.05$) conforme se prolongó el tiempo de conservación y de comercialización (Figuras 2 y 3). En este sentido, los frutos almacenados por dos semanas a bajo refrigeración alcanzaron pérdidas de 3.3 ± 0.4 ('Lise'), 5.5 ± 0.7 ('Colimex') y 4.3 ± 0.4 ('Colimón'), no observándose síntomas de marchitamiento. Tras cuatro días de exposición a $22 \pm 2^\circ \text{C}$, las pérdidas de peso se incrementaron hasta 8.9 ± 1.2 , 11.7 ± 1.4 y 9.7 ± 1.1 , en el mismo orden, siendo dichas pérdidas significativamente mayores en los frutos de la variedad Colimex, los cuales además presentaron síntomas de marchitamiento y apariencia no comercializable. En el caso de los frutos almacenados por cuatro semanas, a la salida de la refrigeración las pérdidas de peso resultaron significativamente menores en 'Lise' ($7.3 \pm 1.4\%$), respecto a 'Colimex' ($9.9 \pm 1.7\%$) y 'Colimón' ($10.2 \pm 1.3\%$), presentando únicamente los frutos de 'Lise' apariencia comercializable, respecto a 'Colimex' y 'Colimón' en los cuales se observaron síntomas de marchitamiento que afectaron la calidad visual; además de que en esta última variedad se presentaron síntomas de daños por frío caracterizados por manchado y picado de la cáscara (Saucedo y Medina-Urrutia, 2008). La exposición por 2 días al ambiente, resultó en un aumento en las pérdidas de peso: 'Lise' ($9.9 \pm 1.7\%$), 'Colimex' ($12.3 \pm 2.2\%$) y 'Colimón' (12.5 ± 1.7); si bien, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre variedades, es de señalar que los frutos de 'Colimón' presentaron las mayores pérdidas, influyendo, tal como ha sido señalado por Lafuente *et al.* (2005), la incidencia de daños por frío. La prolongación del tiempo de exposición hasta cuatro días al ambiente reportó frutos con apariencia no

aceptable para su comercialización en las tres variedades (datos no incluidos)

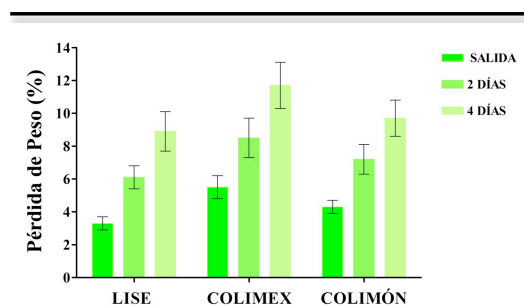


Figura 2: Pérdidas de peso de tres variedades de limón mexicano almacenados bajo refrigeración ($9\pm 1^\circ\text{C}$; 85-90% HR) por 2 semanas y posterior exposición a condiciones de comercialización ($22.2\pm 2^\circ\text{C}$; 50-60% HR) por 2 y 4 días (Medias \pm DE para $n=20$).

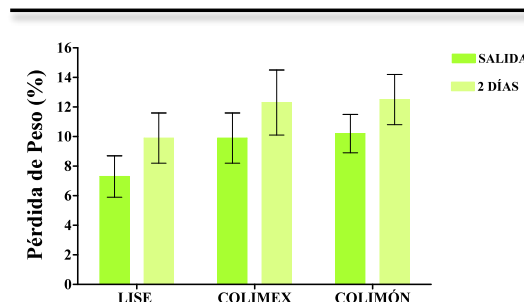


Figura 3: Pérdidas de peso de tres variedades de limón mexicano almacenados bajo refrigeración ($9\pm 1^\circ\text{C}$; 85-90% HR) por 4 semanas y posterior exposición a condiciones de comercialización ($22.2\pm 2^\circ\text{C}$; 50-60% HR) por 2 días. (Medias \pm DE para $n=20$).

Respecto al color externo, los frutos experimentaron una disminución significativa ($p < 0.05$) del IC, principalmente durante el periodo de conservación a condiciones de refrigeración, tanto por 2 como 4 semanas; situación que significó una importante pérdida del color verde inicial. Después de 2 semana a $9\pm 1^\circ\text{C}$, dichas pérdidas se situaron en: 'Colimón' 51.7%, 'Colimex' 60.9% y 'Lise' 58.2%, mismas que se incrementaron, de manera no significativa, durante el periodo de

exposición a condiciones de comercialización, principalmente en los frutos de 'Colimex' y 'Lise' con 70.1 y 69.7%, respectivamente (Cuadro 2). Después de 4 semanas a $9\pm 1^\circ\text{C}$ también se presentó una disminución significativa ($p < 0.05$) del IC, lo cual permitió establecer que el color verde de los frutos disminuyó hasta en un 65.0% ('Colimón'), 71.5% ('Colimex') y 58.2% ('Lise'); tras 2 días a condiciones de comercialización, dicha disminución se ubicó en 65.3, 74.7, 69.7% para las variedades Colimón y Colimex y Lise, respectivamente, presentando únicamente los frutos de la variedad Lise aceptable apariencia para su comercialización.

En cuanto al contenido de ácido ascórbico o Vitamina C, los resultados revelaron que después de 2 semanas a $9\pm 1^\circ\text{C}$, la variedad Colimón presentó pérdidas significativas ($p < 0.05$) en el contenido de ácido ascórbico al final del almacenamiento refrigerado; después de 4 días a $22\pm 2^\circ\text{C}$ dichas pérdidas alcanzaron para 'Colimón' 34.4%, Colimex 18.6% y Lise' 40.7%; siendo por lo tanto los frutos de Colimex los menos proclives a pérdidas de vitamina C (Cuadro 2). El almacenamiento por 4 semanas, reportó pérdidas significativas ($p < 0.05$) de esta vitamina ya a la salida de a $9\pm 1^\circ\text{C}$ en las tres variedades en estudio; dichas pérdidas alcanzaron niveles del 33.7% ('Colimón'), 32.6 ('Colimex') y 38.7% ('Lise') después de 2 días a $22\pm 2^\circ\text{C}$ (Cuadro 3). Estos resultados sugieren que tiempos prolongados de almacenamiento refrigerado favorecen la pérdida del contenido de ácido ascórbico en limón mexicano, principalmente por oxidación hasta ácido dehidroascórbico.

Por otro lado, los frutos de las tres variedades no presentaron diferencias estadísticas significativas en sólidos solubles totales y contenido de ácido cítrico, tanto para 2 como 4 semanas a $9\pm 1^\circ\text{C}$ y exposición a condiciones de comercialización (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2: Cambios en la calidad de frutos de limón mexicano almacenados en refrigeración ($9 \pm 1^\circ \text{C}$; 85 - 90% H.R.) por 2 semanas y posterior exposición a condiciones de comercialización

| Parámetro | Inicial | 0 días* | 2 días | 4 días |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| COLIMON | | | | |
| Ácido cítrico (%) | 7.5 \pm 0.2 | 7.6 \pm 0.3 | 7.8 \pm 0.2 | 8.0 \pm 0.2 |
| Sólido solubles (%) | 10.3 \pm 0.3 | 10.9 \pm 0.2 | 10.6 \pm 0.2 | 11.9 \pm 0.4 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -20.7 \pm 2.5 | -10.0 \pm 1.9 | -9.8 \pm 1.6 | -9.3 \pm 1.3 |
| Ácido ascórbico (mg/100 mL) | 42.4 \pm 2.4 | 36.1 \pm 1.1 | 34.6 \pm 1.7 | 27.8 \pm 2.3 |
| COLIMEX | | | | |
| Ácido cítrico (%) | 7.7 \pm 0.7 | 8.0 \pm 0.1 | 7.6 \pm 0.3 | 7.6 \pm 0.4 |
| Sólido solubles (%) | 11.0 \pm 0.1 | 10.7 \pm 0.2 | 11.0 \pm 0.7 | 11.5 \pm 0.2 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -27.6 \pm 3.0 | -10.8 \pm 1 | -9.9 \pm 1.4 | -7.9 \pm 1.1 |
| Ácido ascórbico (mg/100 mL) | 46.9 \pm 2.1 | 39.2 \pm 1.8 | 38.1 \pm 2.0 | 25.6 \pm 1.6 |
| LISE | | | | |
| Ácido cítrico (%) | 8.0 \pm 0.1 | 7.8 \pm 0.1 | 7.6 \pm 0.4 | 8.0 \pm 0.1 |
| Sólido solubles (%) | 11.1 \pm 0.1 | 10.9 \pm 0.3 | 11.2 \pm 0.2 | 11.9 \pm 0.1 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -25.1 \pm 2.0 | -10.5 \pm 1.9 | -9.2 \pm 1.2 | -7.6 \pm 1.4 |
| Ácido ascórbico (mg/100 mL) | 43.2 \pm 0.6 | 41.8 \pm 1.4 | 32.8 \pm 2.3 | 25.6 \pm 1.6 |

*Salida condiciones de refrigeración

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que, las tres variedades presentan una acelerada pérdida del color verde inicial (amarillamiento), tanto a condiciones de

comercialización ($22 \pm 2^\circ \text{C}$; 50-60% HR) como de refrigeración ($9 \pm 1^\circ \text{C}$; 85-90% HR), lo cual representa una limitante para tiempos prolongados de almacenamiento; A diferencia de las variedades Colimex y Colimón, los frutos de la variedad Lise, provenientes de árboles con ramas sin espinas, son menos susceptibles a las pérdidas de peso y daños por marchitamiento, situación que les permite alcanzar un periodo de almacenamiento, con aceptables características de calidad, de 6 días a las condiciones de comercialización, bien 2 semanas a condiciones de refrigeración + 4 días a las de comercialización, o 4 semanas a $9 \pm 1^\circ \text{C}$ + 2 días a $22 \pm 2^\circ \text{C}$. Los frutos de la variedad Colimón, sin semilla, resultan altamente sensibles a daños por frío, limitándose su tiempo de almacenamiento a 2 semanas bajo refrigeración + 4 días al ambiente. Por su parte, el tiempo de almacenamiento de los frutos de la variedad Colimex, provenientes de árboles con espinas, si bien presentan una menor pérdida de ácido ascórbico (Vitamina C), debido a su alta sensibilidad a pérdidas de peso y manchado de la cáscara, se sitúa únicamente en 2 semanas a $9 \pm 1^\circ \text{C}$ + 2 días a $22 \pm 2^\circ \text{C}$.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C). 1990. Official Methods of Analysis. Fruits and fruits products. 13th ed. Washington, D.C. 1023 p.
- Belitz, W. G. 1997. Química de los alimentos. Edt. ACRIBIA, Zaragoza, España. 567 p.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization, agricultural production). 2009. Versión electrónica. Disponible en: <http://www.faostat.fao.org/site> 567. Fecha de consulta: Septiembre 14, 2010.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization, food and agriculture exports and imports). 2008. Versión electrónica. Disponible en: <http://www.faostat.fao.org/site> 342. Fecha de consulta: Septiembre 14, 2010.
- Goldschmidt, E.E. 1997. Ripening of citrus and

- other non-climateric fruits: A role for ethylene. *Acta Horticulturae*, 493: 335-340.
- Jimenez-Cuesta, M.; Cuquerella, J. y J.M. Martínez-Jávega. 1981. Determination of color index for fruit degreening. *Pro. Int. Soc. Citriculture* 2: 750-753.
- Lafuente, M.T. I. Zacarías, J.M. Sala, M.T. Sánchez-Ballesta, M.J. Gosálbes, J.M. Marco and L. González-Candela. 2005. Understanding the basis of chilling Injury in citrus fruit. *Acta Horticulturae* 682: 831-842.
- Medina-Urrutia, V.M.; M.M., Robles-González. 2004. Situación actual y perspectivas del limón mexicano. *Memorias Simposium Internacional de Citricultura*. Puerto Escondido, Oaxaca, México, pp: 185-206.
- Robles-González, M.; S. Carrillo-Medrano; J. Manzanilla-Ramírez; J. Velázquez-Monreal; V. Medina-Urrutia. 2010. Mejoramiento genético de limón mexicano: avances y perspectivas. *VI Simposium Internacional Citrícola*. Tecomán, Colima, México, pp: 93-110.
- Saucedo-Veloz, C. y V. Medina-Urrutia. 2008. Problemas del manejo postcosecha y comercialización de limas ácidas en México. . En: *Tópicos em qualidade e pos-colheita de frutas (org.) Lenice Magali do Nascimento, José D. de Negri, Dirceu de Mattos Junior*. Campinas (Brasil): Instituto Agronômico e Fundag. Cap.7: 93-109 (ISBN: 978-85-85564-15-5).
- Secretaría de Economía (Norma Oficial: NMX-FF-087-SCFI), 2001. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano, fruta fresca, limón mexicano (*Citrus aurantifolia Swingle*). 13 p.
- SIAP, 2009. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <http://www.siap.Sagarpa.gob.mx/59>. Consultado en septiembre 18, 2011.

Wills, R.B.H., W. B. McGlasson, D. Graham and D.C. Joyse. 2007. *Postharvest: An introduction to the Physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals*. CAB-International, Wallingford, U.K. (ISBN: 978-1-84593-227-5), 227 p.

Cuadro 3: Cambios en la calidad de frutos de limón mexicano almacenados en refrigeración ($9 \pm 1^\circ \text{C}$; 85 - 90% H.R.) por 4 semanas y posterior exposición a condiciones de comercialización

| Parámetro | Inicial | 0 días* | 2 días |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| COLIMON | | | |
| Ácido cítrico (%) | 7.5 \pm 0.2 | 7.5 \pm 0.1 | 7.3 \pm 0.3 |
| Sólido solubles (%) | 10.3 \pm 0.3 | 7.9 \pm 0.2 | 7.8 \pm 0.3 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -25.7 \pm 3.6 | -9.0 \pm 2.3 | -8.9 \pm 2.0 |
| Ácido ascórbico (mg/100g) | 42.4 \pm 2.4 | 37.0 \pm 2.2 | 28.1 \pm 1.4 |
| COLIMEX | | | |
| Ácido cítrico (%) | 7.7 \pm 0.7 | 7.8 \pm 0.1 | 7.5 \pm 0.1 |
| Sólido solubles (%) | 11.0 \pm 0.1 | 7.9 \pm 0.3 | 7.8 \pm 0.2 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -25.3 \pm 5.3 | -7.2 \pm 1.5 | -6.4 \pm 1.6 |
| Ácido ascórbico (mg/100g) | 46.9 \pm 2.1 | 35.3 \pm 1.2 | 31.6 \pm 1.3 |
| LISE | | | |
| Ácido cítrico (%) | 8.0 \pm 0 | 7.6 \pm 0.1 | 7.7 \pm 0.1 |
| Sólido solubles (%) | 11.1 \pm 0.1 | 7.9 \pm 0.2 | 8.2 \pm 0.3 |
| Índice de Color (1000 a/bL) | -25.1 \pm 2.0 | -10.5 \pm 1.4 | -7.6 \pm 2.0 |
| Ácido ascórbico (mg/100g) | 43.2 \pm 0.6 | 32.1 \pm 1.3 | 26.5 \pm 1.0 |

*Salida condiciones de refrigeración