

Potencial comercial de frutos de grupos varietales *albus* de chayote

Edgar Adrián Rivera-Ponce¹
Ma. de Lourdes Arévalo-Galarza¹
Jorge Cadena-Iñiguez^{2,5}
Ramón Marcos Soto-Hernández³
Cecilia García-Osorio¹

1 Campus Montecillo-Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, México. CP. 56230. (rivera.edgar@colpos.mx; gcecilia@colpos.mx; larevalo@colpos.mx).

2 Innovación en Manejo de Recursos Naturales- Campus San Luis Potosí-Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. CP. 56264.

3 Campus Montecillo-Botánica-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, México. CP. 56230. (msoto@colpos.mx).

Autor para correspondencia: jocadena@colpos.mx.

Resumen

México cuenta con la mayor variabilidad de frutos de chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.). Sin embargo, no hay reportes sobre los tratamientos postcosecha para los chayotes blancos tipo *albus*. El objetivo fue evaluar diferentes tratamientos postcosecha en los grupos varietales *albus*: *a. minor*, *a. levis*, *a. dulcis*, *a. spinosum* y *a. levis gigante* cosechados en Huatusco, Veracruz, México. Para ello los frutos se almacenaron a 12 ± 1 °C y 90 $\pm$ 5% HR por siete días, y después se mantuvieron a 18 ± 1 °C y 60 $\pm$ 5% HR para su evaluación. Los tratamientos fueron: cera, película plástica, ácido cítrico y ácido ascórbico, solos o combinados. Se determinó la pérdida de peso, la calidad comercial, la actividad enzimática, la permeabilidad de membrana y el contenido de fenoles. Se observó que los frutos tipo *albus* son sensibles al obscurecimiento del epicarpio, pérdida de peso, viviparismo e incidencia de hongos, con una vida de anaquel de entre 1 y 6 días. El uso de recubrimiento de cera y películas plásticas individuales o combinadas con ácidos orgánicos redujeron las pérdidas de peso y la actividad enzimática de polifenol oxidasa (PPO) y peroxidasa (POD), incrementando la vida útil de los frutos de 6 a 12 días.

Palabras clave:

calidad, grupos varietales chayote, obscurecimiento.



Introducción

México es el centro de origen del chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.], por lo que cuenta con la mayor diversidad de esta especie en el mundo. Actualmente, están registrados 12 grupos varietales que se diferencian con base en sus caracteres morfológicos, bioquímicos y genéticos. Dentro de estos grupos varietales, los chayotes amarillos tipo *albus* son los siguientes: *a. minor*, *a. levis*, *a. levis gigante*, *a. dulcis* y *a. spinosum*, los cuales se distinguen por el epicarpio amarillo y el sabor ligeramente dulce de su pulpa (Iñiguez-Luna *et al.*, 2021).

Comparado con otros grupos varietales, los chayotes *albus* contienen mayor cantidad de sólidos solubles totales (SST, 7.21-8.08%) y menor acidez titulable (0.28-0.035%) (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2011). Asimismo, los *albus* son una fuente importante de metabolitos bioactivos, por ejemplo *a. minor* y *a. levis* tienen 16.16 y 10.48 mg g⁻¹ de peso seco (p.s.) de cucurbitacinas, además de 1.64 y 1.59 mg g⁻¹ p.s. de flavonoides, respectivamente (Iñiguez-Luna *et al.*, 2021).

En México, la distribución de los grupos *albus* se restringe a zonas con una altitud entre 1 160 a 2 398 m y solo en los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo y Oaxaca. En este sentido, se estima que para el año 2050 *a. dulcis* perderá más del 50% de su distribución actual debido a las sequías prolongadas y aumento de la temperatura. Además, en sus hábitats naturales los grupos *albus* están siendo gradualmente reemplazados por la introducción de variedades de chayote más comerciales como el verde liso (*virens levis*) (González-Santos *et al.*, 2017).

Lo anterior, ha provocado que los grupos *albus* sean altamente susceptibles a extinguirse, con lo que se perdería parte de la diversidad genética de la especie *S. edule*. Para evitar esto, se ha iniciado el establecimiento de cultivos comerciales de grupos *albus*. Sin embargo, no existen reportes que muestren las estrategias de manejo postcosecha a fin de que los frutos puedan comercializarse más allá de los mercados locales.

La refrigeración es una técnica postcosecha ampliamente utilizada, sin embargo, bajas temperaturas pueden provocar daños por frío (DF). Por ejemplo, en cucurbitáceas como el pepino (*Cucumis sativus*), el almacenamiento a 4 °C, provocó el oscurecimiento de la epidermis por el incremento de la fuga de electrolitos y cambios en los ácidos grasos de la membrana, dañando la apariencia del fruto (Zhang *et al.*, 2023).

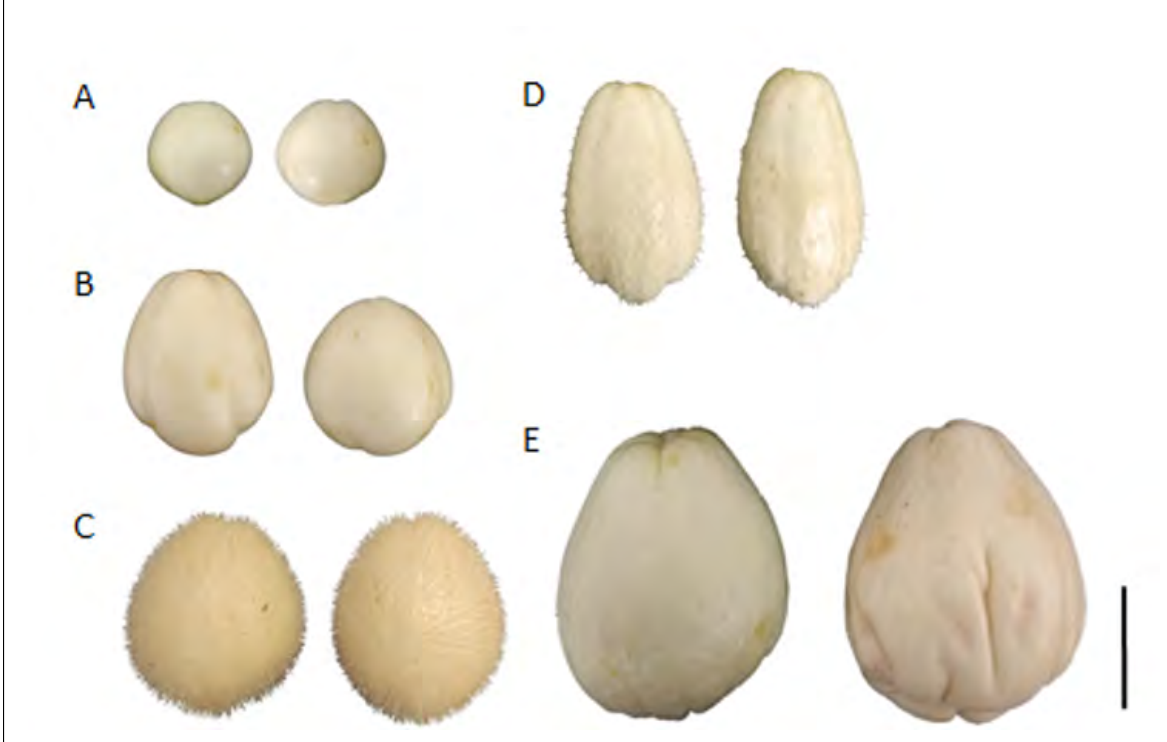
En este sentido, las aplicaciones de ácidos orgánicos combinadas con atmósferas modificadas (AM) han tenido efectos positivos para retrasar el oscurecimiento de los frutos, por ejemplo, el uso de recubrimientos a base de goma xantana (10% p/v) combinada con ácido ascórbico (1% p/v) o ácido cítrico (1% p/v) redujeron más de la mitad la actividad de PPO frutos de uva var. *Pinot noir* a los 21 días de almacenamiento a 4 °C (Golly *et al.*, 2019). De manera similar, la aplicación de ácido ascórbico (40 mmol L⁻¹) y oxálico (2 mmol L⁻¹) combinada con atmósferas controladas (5% CO₂+1% O₂), redujeron el oscurecimiento del epicarpio en frutos de litchi, al reducir la fuga de iones de la membrana y la actividad de PPO y POD y aumentar la actividad de enzimas antioxidantes como la catalasa (CAT) (Ali *et al.*, 2021).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del ácido cítrico y del ácido ascórbico, solo e incorporados junto con películas plásticas en el oscurecimiento del epicarpio y la calidad comercial de los frutos de chayotes *albus* almacenados en refrigeración.

Materiales y métodos

Los frutos de chayote de los grupos varietales: *a. levis*, *a. dulcis*, *a. minor*, *a. levis gigante* y *a. spinosum* se obtuvieron en noviembre de 2021 del Banco Nacional de Germoplasma de *Sechium edule* en México (BANGESe) localizado en Huatusco, Veracruz, México (19° 08' 48" latitud norte y 97° 57' 00" longitud oeste). Se seleccionaron frutos sin daños físicos o plagas y se cosecharon en madurez hortícola (18 ±2 d después de la antesis). Los frutos de *a. minor* tuvieron pesos de 12 a 27 g; *a. levis* de 51 a 148 g; *a. dulcis* de 43 a 108 g; *a. spinosum* de 162 a 287 g y los de *a. gigante*, de 168 a 374 g (Figura 1).

Figura 1. Grupos varietales de *Sechium edule* var *albus*. A) *a. minor*, B) *a. levis*, C) *a. spinosum*, D) *a. dulcis*, E) *a. levis gigante*. La barra equivale a 5 cm.



Los frutos de cada grupo varietal lavados y seleccionados se dividieron en cuatro tratamientos. La solución de ácidos incluyó la combinación de ácido cítrico (0.2% p/v) + ácido ascórbico (1% p/v) en agua destilada. El tiempo de inmersión de los frutos fue de 5 min. Los tratamientos fueron los siguientes: T0= testigo; T1= cera Clarity® PHS, asperjada directamente en los frutos; T2= inmersión en solución de ácidos; T3= película plástica (polietileno perforado utilizado por los productores, (27 μ m de grosor) en *a. spinosum* y *a. levis gigante*. En los frutos de *a. minor*, *a. levis* y *a. dulcis* se utilizaron bolsas de polipropileno selladas (grosor 31 μ m); T4= inmersión en solución de ácidos y posterior aplicación de cera Clarity® PHS y T5= inmersión solución de ácidos y película plástica.

Después de la aplicación de tratamientos, todos los frutos se almacenaron en refrigeración (12 ± 1 °C y $90 \pm 5\%$ HR) por siete días, seguido de almacenamiento a temperatura de 18 ± 1 °C y $60 \pm 5\%$ HR simulando las condiciones de comercialización. La aplicación de tratamientos dependió de la cantidad de frutos disponibles, por ello para *a. spinosum* se aplicaron todos los tratamientos, mientras para el resto de los grupos varietales únicamente T0, T4 y T5. Se consideró un fruto por repetición y cada tratamiento tuvo 15 repeticiones.

Las pérdidas de peso se determinaron con una balanza digital (Setra® modelo SI-2000S, EE. UU.) con sensibilidad de 0.01 g. Los resultados se expresaron como porcentaje de pérdida de peso con respecto al peso inicial del fruto fresco. El oscurecimiento del epicarpio se clasificó con base en los siguientes niveles: nivel 0= ninguna mancha, 1= leve; 2= moderada; 3= severa. Los niveles de viviparismo fueron los siguientes: nivel 0= sin presencia de semilla, 1= semilla visible y apertura basal y 2= semilla completamente expuesta. La vida de anaquel se dio por finalizada cuando los frutos tuvieron: pérdidas de peso mayores al 10%, deshidratación, viviparismo, oxidación de la epidermis y daños por hongos.

Debido a la disponibilidad de frutos de *a. spinosum*, se realizaron tres repeticiones por tratamiento de la actividad enzimática, los fenoles totales y la permeabilidad de la membrana. La actividad enzimática se evaluó en polvo de acetona a partir de la epidermis de los frutos (Alia-Tejacal *et al.*, 2005). Se tomaron 8 g de pericarpio y se homogeneizaron con 16 ml de acetona fría (-4 °C) en una

licuadora por 1 min. Posteriormente, el macerado se filtró, el proceso se repitió dos veces más y el polvo de acetona se dejó secar a temperatura ambiente (21 °C) y se almacenó en congelación a -4 °C hasta su uso.

La actividad de la PPO (EC 1.10.3.1) se evaluó con el método reportado por Lamikanra (1995). A una temperatura ambiente de 19 °C se mezclaron 3 ml de catecol (60 mM) disuelto en un amortiguador Tris-HCl (100 mM, pH 7.1) y 0.2 ml del extracto enzimático obtenido del polvo de acetona. La mezcla se agitó y se midió el cambio de absorbancia a 420 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo Scientific™, modelo Genesystem 10UV). La actividad enzimática se reportó como U g⁻¹ de peso fresco, donde una unidad de actividad es igual a la formación de 1 µmol de o-benzoquinona min⁻¹.

La actividad de la POD (EC 1.11.1.7) se midió siguiendo el método descrito por Flurkey y Jen (1978). Para ello se tomaron 2.6 ml del amortiguador Tris-HCl (100 mM, pH 7.1), 0.25 ml de guayacol 0.1 M, 0.1 ml de peróxido de hidrógeno 0.25% y 0.05 ml del extracto enzimático obtenido a partir del polvo de acetona. Se determinó el cambio de absorbancia a 470 nm en 3 min en un espectrofotómetro UV (Thermo Scientific™, modelo Genesystem 10UV). Una unidad de actividad es igual a la formación de 1 µmol de tetraguaicol min⁻¹ (U g⁻¹ de peso fresco).

La actividad de CAT (CE 1.11.1.6) se evaluó de acuerdo a lo descrito por Martínez-Damián *et al.* (2013). Se tomaron 3 ml de amortiguador Tris-HCl (10 mM, pH 8.5) y 0.1 ml de peróxido de hidrógeno 0.88% en 100 mM de Tris-HCl y se mezclaron en una celda de cuarzo. La reacción se inició al adicionar 0.1 ml del extracto enzimático, observando el cambio en absorbancia a 240 nm en un espectrofotómetro UV (Thermo Scientific™, modelo Genesystem 10UV). Para la actividad enzimática donde una unidad de actividad es igual a la descomposición de 1 µmol de H₂O₂ min⁻¹ (U g⁻¹ de peso fresco).

Los fenoles totales (FT) se obtuvieron siguiendo la metodología de Singleton *et al.* (1999). Las muestras se leyeron a 765 nm en un espectrofotómetro UV (Thermo Scientific™, modelo Genesystem 10UV). Los resultados se expresaron como equivalentes de µg de ácido gálico por g de peso fresco.

La permeabilidad de membrana se evaluó de acuerdo a lo descrito por Qu *et al.* (2009). Se extrajeron 3 discos del pericarpio de chayote de 1 cm de diámetro y 4 mm de espesor. Los discos se lavaron tres veces con agua desionizada y se colocaron en 30 ml de manitol (0.2 M). Después de agitar durante 2 h a temperatura ambiente, se midió la conductividad eléctrica inicial con un conductímetro digital (Beckman 4.0, New York, Estados Unidos). Enseguida, los discos se hirvieron durante 5 min y se midió la conductividad eléctrica total. La fuga de electrolitos se expresó como porcentaje de la conductividad total.

El análisis se realizó con ayuda del software R (versión 4.0.2). Se utilizó un diseño completamente al azar. Se realizó un análisis de varianza y una comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

Los tratamientos con ácidos cítrico y ácido ascórbico más cera (T4) y ambos ácidos más película (T5) redujeron significativamente la pérdida de peso en todos los grupos varietales (Cuadro 1). Los frutos del T5 redujeron 91, 92, 95 y 48% la pérdida de peso para *a. minor*, *a. levis*, *a. dulcis* y *a. levis gigante*, respectivamente. Los frutos del grupo varietal *albus* pierden mucho peso, particularmente los *a. minor*.



Cuadro 1. Calidad de frutos *albus*: *a. minor*, *a. levis*, *a. dulcis* y *a. levis gigante* después de almacenamiento refrigerado (1 semana a 12 ± 1 °C y $90 \pm 5\%$ HR) y 4 d a 18 ± 1 °C y $60 \pm 5\%$ HR.

Grupo varietal	Tratamiento	Pérdida de peso (%)		Oscurecimiento		Vida de anaquel (d)
		Salida de refrigeración	Día 4	Salida de refrigeración	Día 4	
<i>a. minor</i>	T0	5.32 b	23.66 c	1.18	2.72	1
	T4	4.43 b	13.32 b	0.36	1.45	3
	T5	0.52 a	0.84 a	0	0.18	6
<i>a. levis</i>	T0	4.31 b	17.86 c	1.5	2	3
	T4	3.85 b	9.16 b	1.16	1.66	5
	T5	0.34 a	0.69 a	0.17	0.33	10
<i>a. dulcis</i>	T0	4.8 b	16.54 b	1.36	2	3
	T4	4.36 b	14.14 b	1.20	1.7	6
	T5	0.21 a	0.37 a	0.33	0.67	11
<i>a. levis gigante</i>	T0	1.93 b	6.09 b	0.83	1.83	6
	T4	1.92 b	4.61 ab	0.66	1	10
	T5	1 a	3.66 b	0.5	0.83	12

Donde: T0= testigo; T4= ácido cítrico (0.2%) y ácido ascórbico (1%) + cera y T5= ácido cítrico (0.2%) y ácido ascórbico (1%) + película plástica. Letras diferentes dentro de cada día indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey, $p < 0.05$, $n = 10$).

Esta pérdida de peso se atribuyó a los procesos metabólicos de transpiración y respiración, en chayote var. *virens levis* se han reportado valores de transpiración entre 1.1 y 2.7 g kg⁻¹ h⁻¹ al momento de cosecha (Ramírez-Rodas *et al.*, 2023) y respiración entre 0.86 y 1.3 µg kg⁻¹ s⁻¹ (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2006). Sin embargo, los frutos de *albus* tienen entre 54 y 191% más pérdida de peso diaria que *virens levis*, con excepción *a. levis gigante*, que pierde menos peso (Rivera-Ponce *et al.*, 2024).

El uso de atmósferas modificadas resultó efectivo en reducir el oscurecimiento de los frutos, siendo las películas plásticas más eficientes, en combinación con los ácidos orgánicos (Cuadro 1). El ácido ascórbico es capaz de prevenir la formación de melanina al unirse a los metabolitos intermediarios, mientras que agentes quelantes del cobre, como el ácido cítrico y el ácido oxálico son capaces de suprimir la actividad de PPO al unirse a cofactores metálicos en la enzima PPO (Golly *et al.*, 2019).

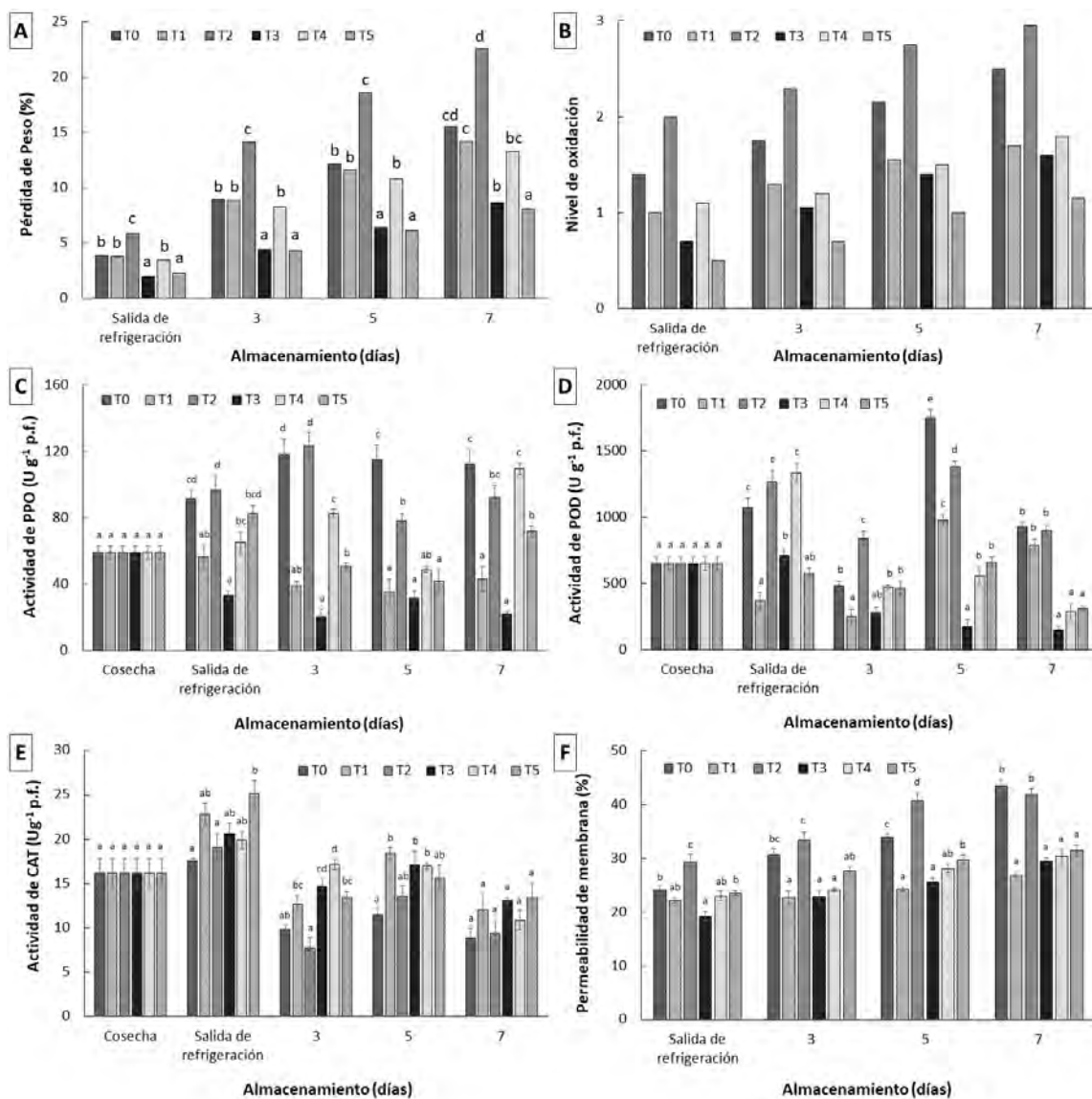
La vida de anaquel aumentó significativamente en todos los grupos varietales del T5. Es importante destacar que la alta humedad relativa alrededor de los frutos con película plástica provocó el desarrollo de hongos a partir del día 6 en *a. minor* y día 10 en *a. dulcis* y *a. levis* (Cuadro 1). La vida de anaquel de los frutos testigo de *a. spinosum* fue de cuatro días, mientras que el uso de películas plásticas fue el más efectivo en reducir la pérdida de peso y extender la vida de anaquel durante seis días más (Figura 2A).

El efecto positivo del uso de las películas plásticas se ha observado en otras cucurbitáceas. En pepino, el polietileno de baja densidad (LDPE, 37.5 µm) redujo más de 65% la pérdida de peso a los 12 d de almacenamiento a 10 °C y 85% HR (Kaur *et al.*, 2021).



Figura 2. Efecto de los tratamientos en la pérdida de peso (%), nivel de oxidación (0 - 3), actividad enzimática (U g⁻¹ p.f) y permeabilidad de membrana (%) en frutos de *S. edule* var. *albus spinosum* almacenados 1 semana a 12 ± 1 °C y 90 ± 5%HR, seguido de almacenamiento a 18 ± 1 °C y 60 ± 5% HR (media ± error estándar).

T0= testigo; T1= cera (Clarity® PHS); T2= ácido cítrico (0.2%) y ácido ascórbico (1%); T3= película plástica; T4= ácido cítrico (0.2%), ácido ascórbico (1%), cera; y T5= ácido cítrico (0.2%) y ácido ascórbico (1%) y película plástica.



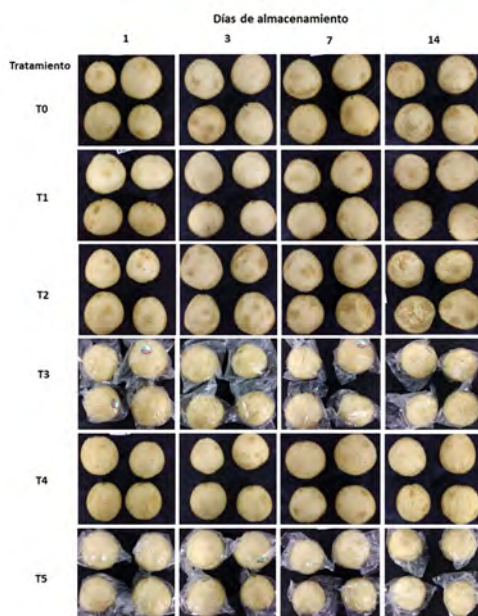
En calabacín (*Cucurbita pepo*), la película de cloruro de polivinilo redujo cerca de 70% la pérdida de peso de frutos a los 15 d de almacenamiento a 10 °C y 80% HR (Guerra *et al.*, 2020). Una vez que los frutos se trasladaron a temperatura ambiente el oscurecimiento se hizo más evidente, pero fue mitigado por la película plástica y la cera (Figura 2B). La actividad de PPO en el epicarpio incrementó después de transferir los frutos a temperatura ambiente, con la máxima actividad al tercer día de almacenamiento. Los frutos de los T0 y del T2 presentaron el mayor oscurecimiento del epicarpio y la mayor actividad de PPO y POD hasta el quinto día de almacenamiento (Figura 2C y 2D).

La actividad de la CAT fue mayor en los tratamientos que tuvieron menor oxidación de la epidermis. Es decir, la cera, la película plástica y la combinación con ácidos ($p < 0.0001$). Sin embargo, la actividad se reduce de manera sostenida desde la salida de refrigeración y durante el almacenamiento en todos los tratamientos (Figura 2E). En cuanto al viviparismo (germinación temprana de la semilla), inició a los dos días de almacenamiento a condiciones ambientales en *a. spinosum*. En los frutos del testigo se presentó en el 50%, mientras en los frutos de los tratamientos fue del 30%.

A la cosecha, el contenido de FT en el pericarpio de *a. spinosum* fue de $407.64 \pm 16.75 \mu\text{g g}^{-1}$. Sin embargo, a la salida de refrigeración incrementó en todos los tratamientos, siendo menor en el T3 con $484.11 \pm 11.93 \mu\text{g g}^{-1}$ y mayor en el T2 con $639.02 \pm 22.61 \mu\text{g g}^{-1}$, lo cual se relaciona con el oscurecimiento de los frutos (Figura 3).

Figura 3. Apariencia de los frutos de chayote *albus spinosum* almacenados por una semana a $12 \pm 1^\circ\text{C}$ y $90 \pm 5\%$ HR, seguido del almacenamiento a $18 \pm 1^\circ\text{C}$ y $60 \pm 5\%$ HR por 14 días.

T0= testigo; T1= cera (Clarity® PHS); T2= ácido cítrico (0.2%, p/v) y ácido ascórbico (1%, p/v); T3= película plástica; T4= ácido cítrico (0.2%, p/v) y ácido ascórbico (1%, p/v) más cera; T5= ácido cítrico (0.2%, p/v); y ácido ascórbico (1%, p/v) más una película plástica.



Este incremento puede atribuirse al estrés por frío, que induce la expresión de genes relacionados con la biosíntesis de fenilpropanoides, precursores de los compuestos fenólicos (Liu *et al.*, 2024). Además, cuando se presenta la pérdida de la integridad de membrana, las enzimas entran en contacto con el sustrato, lo que provocó el oscurecimiento (Figura 3). Ante los cambios en la permeabilidad hay un aumento en la actividad de POD y la formación de ROS, resultando en la peroxidación de los fosfolípidos de las membranas (Luo *et al.*, 2021). En pera (*Pyrus bretschneideri* Rehd), el uso de películas a base de LDPE (10 μm) redujo la expresión de genes relacionados con la biosíntesis de PPO (Cheng *et al.*, 2015).

Conclusiones

Los frutos de chayotes tipo *albus* son susceptibles a la rápida pérdida de peso, la oxidación del epicarpio, viviparismo e incidencia de hongos en el almacenamiento en refrigeración y temperatura ambiente. Los problemas de pérdida de peso y oscurecimiento del pericarpio de frutos pueden

mitigarse con el uso de ceras y películas plásticas individuales o combinadas con ácidos orgánicos, debido a que reducen la actividad oxidativa PPO y POD e incrementan la actividad de la CAT, con el consecuente aumento de la vida de anaquel de los frutos. Por lo tanto, el uso de películas plásticas y ceras cera son una opción viable para la conservación de la calidad de frutos *albus* en el almacenamiento en refrigeración y temperatura ambiente.

Bibliografía

- 1 Ali, S.; Khan, A. S.; Malik, A. U.; Anwar, R.; Anjum, M. A.; Nawaz, A.; Shafique, M. and Naz, S. 2021. Combined application of ascorbic and oxalic acids delays postharvest browning of litchi fruits under controlled atmosphere conditions. *Food Chem.* 350:129277. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129277>.
- 2 Alia-Tejacal, I.; Colinas-León, M. T. and Soto-Hernández, R. M. 2005. Daños por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn). II. cambios en fenoles totales y actividad enzimática. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 28(1):25-25. <https://doi.org/10.35196/rfm.2005.1.25>.
- 3 Cadena-Iñiguez, J.; Arévalo-Galarza, L.; Ruiz-Posadas, L. M.; Aguirre-Medina, J. F.; Soto-Hernández, M.; Luna-Cavazos, M. and Zavaleta-Mancera, H. A. 2006. Quality evaluation and influence of 1-MCP on *Sechium edule* (Jacq.) Sw. fruit during postharvest. *Postharvest Biol. Technol.* 40(2):170-176. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.12.013>.
- 4 Cadena-Iñiguez, J.; Soto-Hernández, M.; Arévalo-Galarza, M. L.; Avendaño-Arrazate, C. H.; Aguirre-Medina, J. F. and Ruiz-Posadas, L. M. 2011. Caracterización bioquímica de variedades domesticadas de chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. comparadas con parientes silvestres. *Revista Chapingo Serie Horticultura.* 17(2):45-55.
- 5 Cheng, Y.; Liu, L.; Zhao, G.; Shen, C.; Yan, H.; Guan, J. and Yang, K. 2015. The effects of modified atmosphere packaging on core browning and the expression patterns of PPO and PAL genes in 'Yali' pears during cold storage. *LWT-Food Sci. Technol.* 60(2):1243-1248. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.005>.
- 6 Flurkey, W. H. and Jen, J. J. 1978. Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. *J. Food Sci.* 43(6):1826-1828. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb07424.x>.
- 7 Golly, M. K.; Ma, H.; Sarpong, F.; Dotse, B. P.; Oteng-Darko, P. and Dong, Y. 2019. Shelf-life extension of grape (Pinot noir) by xanthan gum enriched with ascorbic and citric acid during cold temperature storage. *J. Food Sci. Technol.* 56(11):4867-4878. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03956-7>.
- 8 González-Santos, R.; Cadena-Iñiguez, J.; Morales-Flores, F. J.; Ruiz-Vera, V. M. and Pimentel-López, J. 2017. Prediction of the effects of climate change on *Sechium edule* (Jacq.) Swartz varietal groups in Mexico. *Genet. Resour. Crop Evol.* 64(4):791-804. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0401-4>.
- 9 Guerra, A. M. N. M.; Santos, D. S.; Silva, M. G. M.; Evangelista, R. S.; Maia, A. G.; Silva, I. G.; Medeiros, A. C. and Maracaja, P. B. 2020. PVC film coatings promote post-harvest conservation of Italian zucchini fruits (*Cucurbita pepo* L.). *Research, Society and Development.* 9(8):e550985530-e550985530. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5530>.
- 10 Iñiguez-Luna, M. I.; Cadena-Iñiguez, J.; Soto-Hernández, R. M.; Morales-Flores, F. J.; Cortes-Cruz, M. and Watanabe, K. N. 2021. Natural bioactive compounds of *Sechium* spp. for therapeutic and nutraceutical supplements. *Front. Plant Sci.* 12:772389. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.772389>.
- 11 Kaur, P.; Devgan, K.; Kumar, N.; Kaur, A.; Kumar, M. and Sandhu, K. 2021. Quality retention and shelf-life prolongation of cucumbers (*Cucumis sativus* L.) under different cool

- storage systems with passive modified atmosphere bulk packaging. Packag. Technol. Sci. 34(9):567-578. <https://doi.org/10.1002/pts.2595>.
- 12 Lamikanra, O. 1995. Enzymatic browning of muscadine grape products, in: enzymatic browning and its prevention, ACS symposium series. American Chemical Society. 166-177 pp. <https://doi.org/10.1021/bk-1995-0600.ch013>.
- 13 Liu, Y.; Wu, J.; Li, Y.; Deng, W.; Cao, K.; Li, Z. and Wang, L. 2024. Metabolism and transcriptional regulation in chilling injury development of nectarine fruit during postharvest cold storage. Postharvest Biol. Technol. 210:112748. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112748>.
- 14 Luo, T.; Yin, F.; Liao, L.; Liu, Y.; Guan, B.; Wang, M.; Lai, T.; Wu, Z. and Shuai, L. 2021. Postharvest melatonin treatment inhibited longan (*Dimocarpus longan* Lour.) pericarp browning by increasing ROS scavenging ability and protecting cytomembrane integrity. Food Science and Nutrition. 9(9):4963-4973. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2448>.
- 15 Martínez-Damián, M. T.; Cruz-Álvarez, O.; Colinas-León, M. T. B.; Rodríguez-Pérez, J. E. and Ramírez-Ramírez, S. 2013. Actividad enzimática y capacidad antioxidante en menta (*Mentha piperita* L.) almacenada bajo refrigeración. Agronomía Mesoamericana. 24(1):57-69. <https://doi.org/10.15517/am.v24i1.9641>.
- 16 Qu, G. Q.; Liu, X.; Zhang, Y. L.; Yao, D.; Ma, Q. M.; Yang, M.Y.; Zhu, W. H.; Yu, S. and Luo, Y. B. 2009. Evidence for programmed cell death and activation of specific caspase-like enzymes in the tomato fruit heat stress response. Planta. 229(6):1269-1279. <https://doi.org/10.1007/s00425-009-0908-4>.
- 17 Ramírez-Rodas, Y. C.; Arévalo-Galarza, M. L.; Cadena-Iñiguez, J.; Soto-Hernández, R. M.; Peña-Valdivia, C. B. and Guerrero-Analco, J. A. 2023. Chayote fruit (*Sechium edule* var. *Virens levis*) development and the effect of growth regulators on seed germination. Plants. 12(1):108. <https://doi.org/10.3390/plants12010108>.
- 18 Rivera-Ponce, E. A.; Arévalo-Galarza, M. L.; Cadena-Iñiguez, J.; Soto-Hernández, M.; Ramírez-Rodas, Y. and García-Osorio, C. 2024. Characteristics and potential use of fruits from different varietal groups of *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Horticulturae. 10(8):844. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10080844>.
- 19 Singleton, V. L.; Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. In: methods in enzymology, oxidants and antioxidant's part a. Academic Press. 152-178 pp. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
- 20 Zhang, Y.; Lin, D.; Yan, R.; Xu, Y.; Xing, M.; Liao, S.; Wan, C.; Chen, C.; Zhu, L.; Kai, W.; Chen, J. and Gan, Z. 2023. Amelioration of chilling injury by fucoidan in cold stored cucumber via membrane lipid metabolism regulation. Foods. 12(2):301. <https://doi.org/10.3390/foods12020301>.



Potencial comercial de frutos de grupos varietales *albus* de chayote

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: May 2025
Date accepted: August 2025
Publication date: 11 November 2025
Publication date: Oct-Nov 2025
Volume: 16
Issue: 7
Electronic Location Identifier: e3862
DOI: 10.29312/remexca.v16i7.3862

Categories

Subject: Artículos

Palabras clave:

Palabras clave:

calidad
grupos varietales chayote
obscurecimiento

Counts

Figures: 3

Tables: 1

Equations: 0

References: 20