

CALIDAD POSCOSECHA DE FRUTOS DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus* Haw.) EN TRES ESTADOS DE MADUREZ

POST HARVEST QUALITY OF DRAGON FRUIT (*Hylocereus undatus* Haw.) IN THREE MATURITY STAGES

Sofía del Rocío Velásquez Cedeño, Saskia Valeria Guillen Mendoza, Galo Alexander Cedeño García, José Javier Mendoza Vargas, Katty Paola Ormaza Cedeño

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), sitio El limón, Calceta, Manabí, Ecuador

Email: svelasquez@espam.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
21/12/2018

Aceptado:
02/06/2019

Licencia: CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
10(1):8-13

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad poscosecha de frutos de pitahaya roja en tres estados de madurez. Los tratamientos fueron estados de madurez inicial (25-50%), media (50-75%) y completa (75-100%), en función del color de cáscara. Los frutos fueron almacenados en cuarto frío a 20°C. El diseño fue completamente al azar con tres tratamientos, siete réplicas y 21 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de 20 frutos. Se registró peso, firmeza, sólidos solubles totales, acidez e índice de madurez a los 0, 3, 6 y 9 días después de cosecha. El peso de fruto fue significativamente influenciado por los estados de madurez ($p < 0,05$), y manifestó una reducción lineal en el tiempo, independientemente del estado de madurez, donde el estado de madurez completa experimentó la mayor reducción. La firmeza del fruto presentó un comportamiento similar al peso; sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre estados de madurez ($p > 0,05$). Acidez y sólidos solubles totales también mostraron un comportamiento descendentemente lineal en el tiempo, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, el estado de madurez completa obtuvo la mayor acidez y concentración de grados Brix en todos los tiempos evaluados. El índice de madurez fue afectado significativamente por los estados de madurez ($p < 0,05$), mostrando un incremento notable en el tiempo, donde los valores alcanzados fueron menores de 40, lo cual es ideal para el consumo de la fruta. Se concluye que el estado de madurez influye sobre la calidad poscosecha del fruto, excepto en la firmeza.

Palabras clave: *Hylocereus undatus*, estados de madurez, calidad poscosecha.

Abstract

The objective of the research was to evaluate the post-harvest quality of red dragon fruit in three stages of maturity. The treatments were initial maturity (25-50%), average (50-75%) and complete (75-100%), depending on the skin color. The fruits were stored in a cold room at 20 ° C. The design was completely randomized with three treatments, seven replicates and 21 experimental units. The experimental unit was made up of 20 fruits. Weight, firmness, total soluble solids, acidity and maturity index were recorded at 0, 3, 6 and 9 days after harvest. The fruit weight was significantly influenced by the maturity stages ($p < 0.05$), and showed a linear reduction in time, regardless of the state of maturity, where the complete stage of maturity experienced the greatest reduction. Firmness of the fruit showed a similar behavior to the weight; however, there were not statistically significant differences between maturity stages ($p > 0.05$). Acidity and total soluble solids also showed a downwardly linear behavior over time, statistically significant differences ($p < 0.05$) were found between treatments, complete maturity stage obtained the highest acidity and concentration of Brix degrees at all evaluated stages. The maturity index was significantly affected by the maturity stages ($p < 0.05$), showing a notable increase in time, where the values reached were less than 40, which is ideal for its consumption. It is concluded that the maturity stage influences the post-harvest quality of the fruit, except for firmness.

Keywords: *Hylocereus undatus*, maturity stages, postharvest quality.

INTRODUCCIÓN

La pitahaya es la principal fruta exótica de exportación del Ecuador y en 2017 tuvo un crecimiento del 71,3%, (PROECUADOR, 2018). En Manabí, de acuerdo con cifras de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD, 2019), existen 59 sitios de producción de fruta fresca de pitahaya, de los cuales 29 se encuentran en trámite de aprobación, y un centro de acopio está aprobado para exportación.

La maduración del fruto se lleva a cabo por eventos genéticamente programados, que se caracterizan por reacciones bioquímicas y fisiológicas que modifican su firmeza, color, sabor y textura. En este sentido, gran parte de los atributos de calidad resultan del proceso de maduración, por lo que es necesario comprender los mecanismos que involucran la regulación en esta etapa de desarrollo de los frutos (Nishiyama *et al.*, 2007; Bouzayen *et al.*, 2010). La maduración del fruto es un proceso complejo de rutas metabólicas que hacen que este sea atractivo y deseable para los consumidores, por lo tanto, el estudio de la maduración de los frutos es un tema de gran interés para la investigación, ya que los cambios metabólicos que suceden en este proceso pueden repercutir positiva y negativamente en la calidad y pérdidas económicas (Martínez *et al.*, 2017).

A partir de la cosecha, el color del fruto de la pitahaya roja varía durante el almacenamiento y entre los estados de madurez inicial, media y completa, por lo que se suelen presentar valores de ángulo de matiz que van disminuyendo desde las tonalidades rojo-naranja, rojo y rojo morado, lo cual está en función a la concentración de betalainas (Le Bellec *et al.*, 2006; Phebe *et al.*, 2009; Osuna *et al.*, 2011). Por lo general, se ha señalado que los estados de madurez en función del color de los frutos, se relaciona con su calidad, tanto en concentración de sólidos solubles, acidez, firmeza y relación °Brix/acidez (Osuna *et al.*, 2011).

En Ecuador, existe limitada información relacionada a la calidad poscosecha de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), en comparación con pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*) donde se evidencia información más completa (Jiménez *et al.*, 2017a; Jiménez *et al.*, 2017b; Sotomayor *et al.*, 2019). En este sentido, Jiménez *et al.* (2017a) al estudiar las condiciones óptimas de almacenamiento de frutos de pitahaya amarilla para preservar su vida útil, determinaron que las mejores condiciones de almacenamiento son a temperatura fría ($6\pm 2^{\circ}\text{C}$) y madurez inicial (15-25 % color amarillo), que mostraron menor pH y una mayor acidez titulable a los 26 días de almacenamiento, en relación al almacenamiento a temperatura ambiente, por lo que su maduración fisiológica disminuyó en el tiempo, y esto provoca que la vida útil del fruto se extienda.

En otro estudio realizado por Jiménez *et al.* (2017b) donde evaluaron la calidad organoléptica de frutas de pitahaya amarilla en tres estados de madurez (15-25%, 50%, 75-90%) bajo dos condiciones de almacenamiento (6 ± 2 y $16\pm 2^{\circ}\text{C}$), reportaron que los frutos almacenados a temperatura de $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ mostraron mejores atributos de color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad de la parte comestible (pulpa) por el panel evaluador, en relación a los almacenados a $6\pm 2^{\circ}\text{C}$. Por otra parte, Sotomayor *et al.* (2019) evaluaron los cambios físicos y químicos que ocurren durante el crecimiento y maduración de pitahaya amarilla en dos estados de desarrollo que fueron verde-oscuro (estado 0) y totalmente amarillos (estado 6). Entre los resultados obtenidos destacan, que el peso fresco de la fruta de pitahaya aumenta con el desarrollo, el porcentaje de cáscara y pulpa son inversamente proporcionales en el desarrollo del fruto, el fruto al llegar a madurez presenta menor firmeza de pulpa y acidez titulable, así como mayor contenido de sólidos solubles y pH.

Debido a que no se conoce el comportamiento poscosecha de frutos de pitahaya roja bajo condiciones locales y dado el hecho que el cultivo se va extendiendo cada vez más en el litoral ecuatoriano, se justifica plenamente la investigación, por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar la calidad poscosecha de frutos de pitahaya roja en función de tres estados de madurez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Los frutos de pitahaya roja fueron tomados de lotes de seis años de la hacienda El Okaso, localizada en el sitio La Papaya, perteneciente al cantón Rocafuerte, Manabí, ubicada geográficamente en las coordenadas $0^{\circ}52'48''$ Latitud Sur y $80^{\circ}23'02''$ Longitud Oeste, a una altitud entre 5-30 msnm. La investigación se realizó en los meses de julio y agosto de 2018, en el Laboratorio de Postcosecha de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Tratamientos

Los tratamientos fueron los estados de madurez en función del color de cáscara, esto de acuerdo con la metodología descrita por Osuna *et al.* (2011): madurez inicial (madurez 1) 25-50%, madurez media (madurez 2) 50-75% y madurez completa (madurez 3) 75-100%.

Diseño y unidad experimental

El diseño utilizado fue completamente al azar con tres tratamientos, siete réplicas y 21 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de 20 frutos, donde en cada periodo de evaluación (0, 3, 6 y 9 días) se destruyeron 5 frutos para el registro de variables. Los frutos fueron almacenados en cuarto frío a temperatura de

20°C, según la metodología descrita por Osuna *et al.* (2011). Las pitahayas se almacenaron en cajas de polietileno con fines de simular las condiciones de mercadeo.

Análisis de datos

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

Variabes respuesta

Se registró la pérdida de peso del fruto, firmeza, acidez titulable (AT) y sólidos solubles totales (°Brix). Además, con los valores °Brix y AT se estimó el índice de madurez (°Brix/AT). Estas variables se registraron a los 0, 3, 6 y 9 días de almacenamiento, esto debido a que según Osuna *et al.* (2011) los frutos de pitahaya roja muestran una vida poscosecha máxima de 10 días.

Para determinar la acidez titulable se empleó el método de la Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 1998); a una alícuota de 50 mL del jugo de pitahaya se agregó NaOH 0.1 N, hasta alcanzar un cambio de color debido al indicador fenoltaleína a un pH de 8.2. La acidez se expresó como porcentaje de ácido málico. Para determinar los sólidos solubles totales, se colocó una gota de jugo de la fruta en un refractómetro manual ATAGO® (Japón) expresando los sólidos solubles totales en °Brix. La pérdida de peso se determinó registrando el peso individual de frutos en una balanza digital (Shimadzu ELB3000, Japón), con una sensibilidad de 0.1 g y se reportó el porcentaje de pérdida de peso acumulado respecto al día en que se inició la toma de datos (Alia-Tejacal *et al.*, 2005). La firmeza fue registrada con un durómetro no destructivo (Turoni, 53215TT, escala 0-100 Shore, Italia) cada tres días a cada uno de los frutos seleccionados y se reportó como el acumulado de pérdida de firmeza respecto al día en que se inició el registro de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso del fruto varió significativamente ($p < 0.05$) con los estados de madurez, mostrando una reducción lineal en el tiempo independientemente de los estados de madurez probados. Se observó mayor reducción del peso en el estado de madurez completa, donde al día 9 de evaluación hubo una pérdida del 27 y 20% de peso en relación con los estados de madurez inicial y media, respectivamente.

Según el modelo de regresión lineal el mayor ritmo de pérdida de peso diario se dio en el estado de madurez media con 6,49 g día⁻¹, en contraste a los estados de madurez inicial y completa con 4,60 y 2,91 g día⁻¹ (Figura 1).

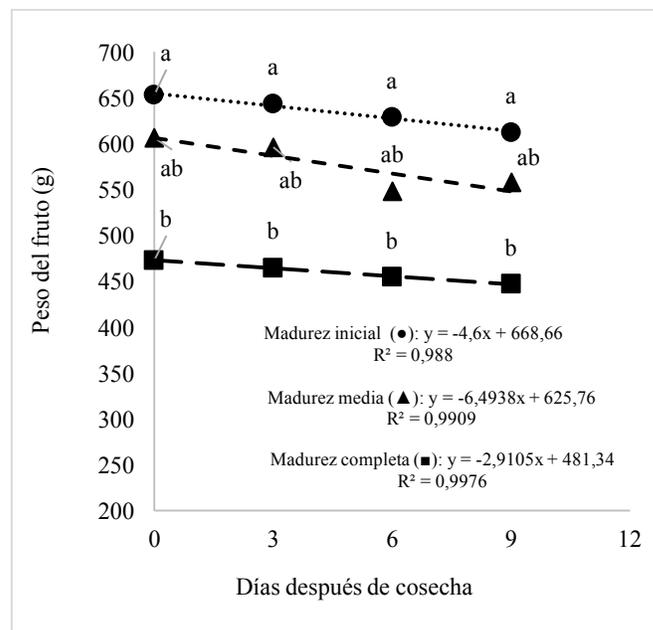


Figura 1. Pérdida de peso en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez. Medias con distinta letra en el día de muestreo son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 95% de confianza

Los resultados obtenidos en pérdida de peso del fruto se asemejan a los reportados por Azlin *et al.* (2017) y Osuna *et al.* (2011), quienes también reportaron reducción significativa de peso en frutos de pitahaya roja en estados más avanzados de madurez durante periodos de tiempo 9 días de almacenamiento. Por el contrario, los resultados obtenidos no coinciden con los reportados por Jiménez *et al.* (2017a) quienes no observaron diferencias significativas en pérdida de peso para frutos de pitahaya amarilla entre tres estados de madurez de cosecha. La pérdida de peso sufrida por los frutos durante la maduración es propia de los ritmos respiratorios y la transpiración, donde se pierde sustratos y agua (Kays y Paull, 2004).

La firmeza del fruto mostró un comportamiento similar al peso; sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre estados de madurez ($p > 0.05$). En la figura 2, se aprecia que la firmeza disminuyó en el tiempo en los tres estados de madurez probados, donde según el modelo de regresión lineal hubo una pérdida de 0.90, 0.88 y 0.89 de firmeza día⁻¹. Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por Osuna *et al.* (2011) y Magaña *et al.* (2013) quienes no reportaron variaciones significativas en pérdida de firmeza entre estadios de madurez.

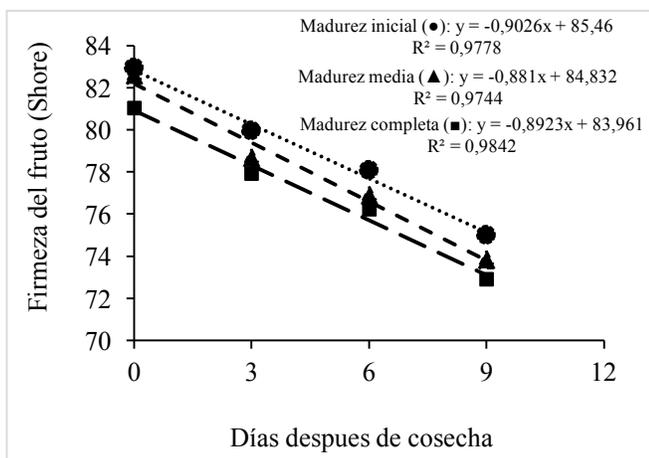


Figura 2. Pérdida de firmeza en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez

La acidez titulable mostró un comportamiento descendente lineal en el tiempo, aunque sin diferencias significativas ($p > 0.05$), y se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre estados de madurez, donde los estados de madurez media y completa alcanzaron la mayor acidez en todos los tiempos evaluados. En la figura 3, se observa que, según los modelos de regresión, la acidez disminuyó 0.04, 0.02 y 0.02 unidades de pH día⁻¹ en los frutos con madurez inicial, media y completa, respectivamente. Estos resultados, son próximos a los obtenidos por Osuna *et al.* (2011), quienes reportaron mayor acidez en frutos con madurez media y completa. Así mismo, los resultados se acercan a los obtenidos por Azlin *et al.* (2017) quienes encontraron una reducción de la acidez de frutos de pitahaya roja cosechados en estado de madurez de 50-75%.

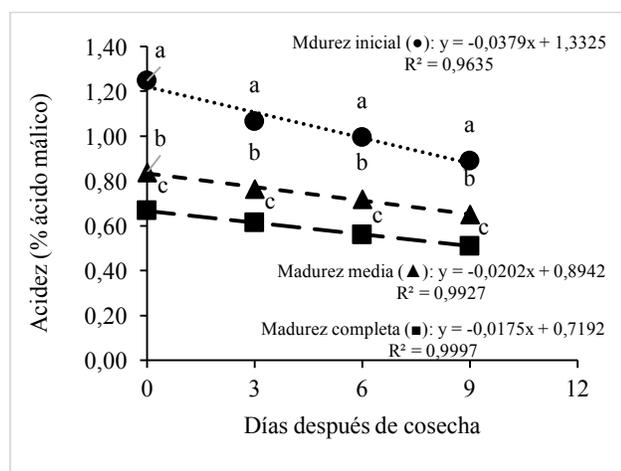


Figura 3. Comportamiento de la acidez en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez. Medias con distinta letra en el día de muestreo son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 95% de confianza

Los sólidos solubles totales mostraron un comportamiento descendente lineal en el tiempo, aunque sin diferencias significativas ($p > 0.05$), pero con diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre estados de madurez, donde los estados de madurez media y completa alcanzaron mayor porcentaje de grados Brix en todos los tiempos evaluados. En la figura 4, se observa que, según los modelos de regresión lineal los grados Brix disminuyeron a un ritmo de 0.06, 0.12 y 0.17 grados Brix día⁻¹ en los frutos con madurez inicial, media y completa, respectivamente. Los resultados son coincidentes a los reportados por Osuna *et al.* (2011) que observaron un comportamiento similar en frutos de pitahaya almacenados. Por su parte, los resultados reportados por Azlin *et al.* (2017) mostraron que no hubo variación significativa de °Brix entre los 0 y 11 días después de la cosecha. Estos resultados a su vez se acercan a los reportados por Magaña *et al.* (2013) quienes no reportaron variación de ° Brix entre los 0, 3 y 6 días de evaluación en frutos de pitahaya roja cosechados entre 50-70% de maduración.

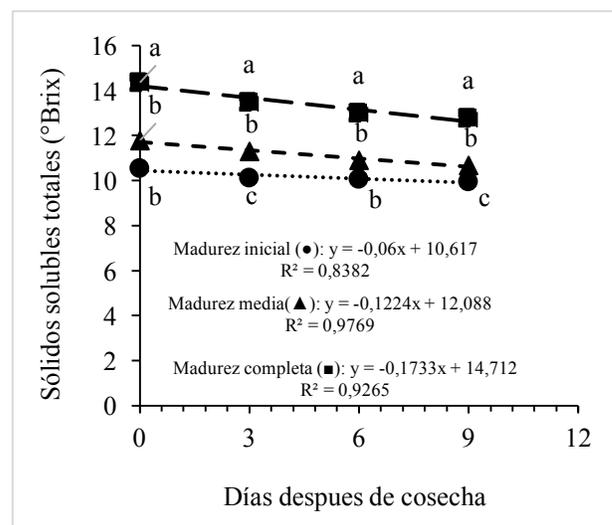


Figura 4. Comportamiento de grados Brix en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez. Medias con distinta letra en el día de muestreo son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 95% de confianza

El índice de madurez fue significativamente influenciado por los estados de madurez probados ($p < 0.05$); sin embargo, entre días de evaluación en cada estado de madurez no se reportaron diferencias significativas ($p > 0.05$). La figura 5, muestra que en los tres grados de madurez el índice de madurez se incrementó en el tiempo, donde el estado de madurez completo alcanzó el mayor índice de madurez (25.08) a los 9 días de almacenamiento, lo cual es deseable de acuerdo con (Nerd *et al.*, 1999; To *et al.*, 2002) quienes consideran que el valor ideal de índice de madurez para consumo debe ser menor a 40. En este sentido, todos los estados de madurez mantienen

valores ideales de índice de madurez para el consumo de la fruta. Todos los cambios mostrados en este experimento se corresponden con los procesos bioquímicos y fisiológicos propios de la maduración de frutos climatéricos, que están relacionados con la actividad respiratoria, ablandamiento de tejidos, oxidación de sustratos, hidrólisis de los almidones a azúcares y expiración de sustancias aromáticas que pueden mejorar o alterar la calidad de los frutos, por lo que es importante el momento óptimo de cosecha (Martínez et al., 2017).

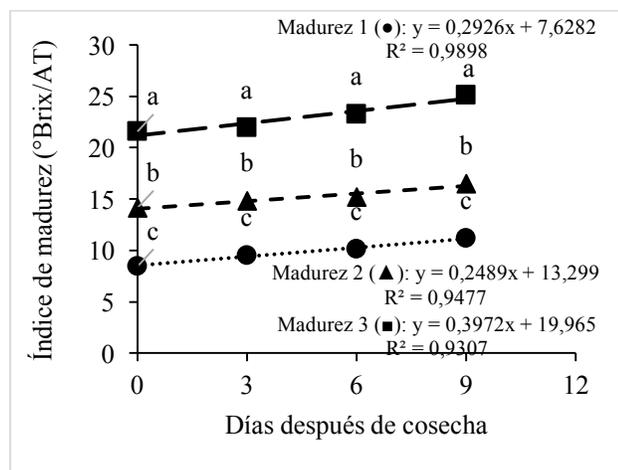


Figura 5. Índice de madurez en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez. Medias con distinta letra en el día de muestreo son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 95% de confianza

CONCLUSIONES

El estado de madurez de los frutos influyó en el peso, donde los frutos en estado de madurez completa tuvieron la mayor reducción. Los frutos en estados de madurez inicial, media y completa presentaron disminución en la firmeza sin alcanzar diferencias significativas entre tratamientos. Los frutos de pitahaya cosechados en madurez completa mantuvieron mejores niveles de sólidos solubles totales que los frutos cosechados en madurez inicial y media. En cuanto a la acidez titulable, los frutos de madurez media y completa obtuvieron los valores más bajos durante los 9 días de almacenamiento (20°C). Hasta el día 9 de almacenamiento los tres estados de madurez evaluados mantuvieron valores de índice de madurez menores a 40, lo cual es ideal para el consumo de la fruta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la hacienda el Okaso, en la persona de Don Olvin Intriago, por el apoyo técnico y logístico realizado a la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- AGROCALIDAD (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario). 2019. Información para la exportación de pitahaya. Recuperado de: <http://www.agrocalidad.gob.ec/informacion-para-la-exportacion-de-pitahaya/>
- Alia, T. I.; Colinas L., M. T.; Martínez D., M. T.; Soto, H. M. R. 2005. Daños por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore and Stearn*) II: Cambios en fenoles totales y actividad enzimática. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 28(1): 25-32.
- AOAC, (Association of Official Analytical Chemists). 1998. Official Methods of Analysis. 16th ed. S William (ed). Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA. CD-Rom.
- Azlin, N.; Sargent, S.; Berry, A. and Brecht, J. 2017. Harvest Maturity Affects Fruit Quality and Postharvest Behavior of Red-fleshed Pitaya Fruit. Proc. Fla. State Hort. Soc. 130:185-190.
- Bouzayen, M.; Latché, A.; Nath, P. and Pech, J. C. 2010. Mechanism of fruit ripening. In: plant developmental biology-biotechnological perspectives. Pua, E. C. y Davey, M. R. (Eds.). Springer-Verlag. Berlin, Germany. Vol. 1. 319-339 pp.
- Jiménez, L.; González, M.; Cruz, S.; Santana, R. y Villacís, L. 2017a. Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis Haw.*), a distintos niveles de madurez y temperatura. J Selva Andina Biosph. 5(2):107-115.
- Jiménez, L.; González, M.; Yanez, A.; Cruz, S. y Villacís, L. 2017b. Características organolépticas de frutas de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis Haw.*) bajo dos condiciones de almacenamiento. J Selva Andina Biosph. 5(2):160-167.
- Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (Proecuador). 2018. Exportaciones de Pitahaya ecuatoriana hacia Estados Unidos. Recuperado de: <https://www.proecuador.gob.ec/exportaciones-de-pitahaya-ecuatoriana-hacia-estados-unidos-noviembre-2017/>
- Kays, S. y Paull, R. (2004). Postharvest biology. Exxon Press, Athens, G.A.
- Le Bellec, F.; Vaillant, F. y Imbert, E. 2006. "Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a new fruit crop, a market with a future". Fruits, 61(4): 237-250.
- Magaña, W., Sauri, E., Corrales, J. y Saucedo, C. 2013. Variaciones bioquímicas-fisiológicas y físicas de las frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenadas en ambiente natural. Rev. Iber. Tecnología Postcosecha 14(1):21-30.
- Martínez, M.; Balois, R.; Alia, I.; Cortes, M.; Palomino, Y. y López, G. 2017. Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 19(12): 4075-4087.

- Nerd, A.; Gutman, F. and Mizrahi, Y. 1999. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus undatus* species (Cactaceae). *Postharv. Biol. Technol.* 17:39-45.
- Nishiyama, K.; Guis, M.; Rose, J. K.; Kubo, Y.; Bennett, K. A.; Wangjin, L.; Kato, K.; Koichiro, U.; Nakano, R.; Inaba, A.; Bouzayen, M.; Latché, A.; Pech, J. C. and Bennett, A. B. 2007. Ethylene regulation of fruit softening and cell wall disassembly in Charentais melon. *J. Exp. Bot.* 58(6):1281-1290.
- Osuna, T., Ibarra, M., Muy, M., Valdez, J., Villarreal, M., y Hernández, S. 2011. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Rev. Fitotec. Mex.* 34 (1): 63 – 72.
- Phebe, D.; Chew, M.; Suraini, A.; Lai, O. and Janna, O. 2009. Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. *International Food Research Journal* 16: 233-242.
- Sotomayor, A.; Pitizaca, S.; Sánchez, M.; Burbano, A.; Díaz, A.; Nicolalde, J.; Viera, W.; Caicedo, C. y Vargas, Y. 2019. Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo.
- To, L.; Ngu, N.; Duc, N. and, Huong, H. 2002. Dragon fruit quality and storage life: Effect of harvest time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. *Acta Hort.* 575:611-621.