



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3790>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

*Características químicas y antioxidantes en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en la maduración de cosecha*

*Chemical and antioxidant characteristics in pitahaya (*Hylocereus undatus*) fruits at harvest ripening*

*Características químicas e antioxidantes de frutos de pitaia (*Hylocereus undatus*) durante o amadurecimento da colheita*

Edison Geovanny Díaz Campozano ^I

ediazc2@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3639-4040>

Joselyn Roxanna Vilela Sabando ^{II}

joselyn.vilela@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7842-9390>

Jamil Benjamin Heredia Delgado ^{III}

jamil.heredia2013@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1208-3873>

Johanna Paola Farias Vera ^{IV}

johanna.farias@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0003-5222-8314>

Arnaldo Narcizo Cevallos Mendoza ^V

arnaldo.cevallos@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9785-7657>

Ángel Virgilio Cedeño Moreira ^{VI}

acedenom@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6564-5569>

Correspondencia: ediazc2@uteq.edu.ec

***Recibido:** 27 de febrero de 2024 ***Aceptado:** 24 de marzo de 2024 * **Publicado:** 04 de abril de 2024

- I. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- IV. Unidad Educativa Pedro Agustín López Ramos, Pedernales, Manabí, Ecuador.
- V. Unidad Educativa Fiscal Salustio Giler Álava, Santa Ana, Manabí, Ecuador.
- VI. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Resumen

Las propiedades químicas innatas en una fruta y su variabilidad en las etapas de maduración son de trascendental importancia para percibir los momentos de mejor consumo para el ser humano y maximizar su aprovechamiento, al referirse a frutas exóticas en zonas poco documentadas toma relevancia en su aporte al conocimiento. El objetivo del presente estudio fue evaluar la comparación de los cambios químicos, contenido de fenoles totales y actividad antioxidante que se producen en la pulpa de pitahaya *Hylocereus undatus* en las etapas de maduración grado tres y grado cuatro a los 28 y 30 días respectivamente, después de la apertura floral en la época invernal, determinando como variables respuesta el contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, contenido de fenoles totales y actividad antioxidante. El contenido de sólido solubles totales incrementaron de 12.45 a 13.58 %; la acidez disminuyó de 0.6 a 0.46%; el pH aumentó de 4.04 a 5.41; en la etapa de maduración se redujo el contenido de fenoles totales de 45.40 a 40.38 mgGEA/100mL y de manera similar la actividad antioxidante de 34.97 a 32.43 mgTEAC/100mL. La pulpa en el grado tres de maduración presentó mejores valores en las propiedades acidez, pH, fenoles totales y actividad antioxidante, a diferencia del grado cuatro de maduración que obtuvo mejorías en los sólidos solubles totales.

Palabras Claves: Antioxidantes; fenoles totales; maduración.

Abstract

The innate chemical properties of a fruit and its variability in the stages of ripening are of transcendental importance to perceive the moments of best consumption for human beings and maximize their use. When referring to exotic fruits in poorly documented areas, it takes relevance in its contribution to the knowledge. The objective of the present study was to evaluate the comparison of the chemical changes, total phenolic content and antioxidant activity that occur in the pulp of dragon fruit *Hylocereus undatus* in the grade three and grade four ripening stages at 28 and 30 days respectively, after of floral opening in the winter season, determining as response variables the content of total soluble solids, titratable acidity, pH, total phenolic content and antioxidant activity. The total soluble solid content increased from 12.45 to 13.58%; acidity decreased from 0.6 to 0.46%; pH increased from 4.04 to 5.41; In the ripening stage, the total phenolic content was reduced from 45.40 to 40.38 mgTEAC/100mL and similarly the antioxidant activity from 34.97 to 32.43 mgTEAC/100mL. The pulp in grade three of ripening presented better values in the properties of

acidity, pH, total phenols and antioxidant activity, unlike grade four of ripening, which obtained improvements in total soluble solids.

Keywords: Antioxidants; total phenols; maturation.

Resumo

As propriedades químicas inatas de uma fruta e sua variabilidade nos estágios de maturação são de importância transcendental para perceber os momentos de melhor consumo pelo ser humano e maximizar seu aproveitamento. Quando se refere a frutas exóticas em áreas pouco documentadas, assume relevância em sua contribuição ao conhecimento. O objetivo do presente estudo foi avaliar a comparação das alterações químicas, teor de fenólicos totais e atividade antioxidante que ocorrem na polpa da pitaya *Hylocereus undatus* nos estádios de maturação grau três e grau quatro aos 28 e 30 dias respectivamente, após abertura floral no inverno, determinando como variáveis de resposta o teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH, teor de fenólicos totais e atividade antioxidante. O teor de sólidos solúveis totais aumentou de 12,45 para 13,58%; a acidez diminuiu de 0,6 para 0,46%; O pH aumentou de 4,04 para 5,41; Na fase de maturação, o conteúdo fenólico total foi reduzido de 45,40 para 40,38 mgTEAC/100mL e da mesma forma a atividade antioxidante de 34,97 para 32,43 mgTEAC/100mL. A polpa no grau três de maturação apresentou melhores valores nas propriedades de acidez, pH, fenóis totais e atividade antioxidante, diferentemente do grau quatro de maturação, que obteve melhorias nos sólidos solúveis totais.

Palavras-chave: Antioxidantes; fenóis totais; maturação.

Introducción

La pitahaya, denominada “fruta del dragón”, es originaria de América (Panisson *et al.*, 2021), su fruto tiene forma de óvalo, su tamaño varía entre 0.10 a 0.12 m de diámetro, con pulpa blanca y numerosas semillas dispersas de color negro, la cascara varia de color rojo a rojo-púrpura, sin espinas, pero con escamas a manera de alas y se cultiva en zonas tropicales (Centurión *et al.*, 2008). *Hylocereus undatus* es considerada un recurso genético importante, al ser un fruto de atractiva apariencia, alto valor nutricional y es la más cultivada a nivel mundial (Ochoa *et al.*, 2012; Montoya *et al.*, 2022).

Según la Norma NTE INEN 2003, define a la pitahaya como un cactus con un fruto en la baya con forma ovoide, de color amarillo o rojo y una pulpa carnosa de agradable sabor con cantidades

apreciables de semillas (Inen, 2003). Al referirse al término pitahaya corresponde a la familia *Cactaceae*, en los que predominan los géneros *Hylocereus* y *Selenicereus*; la variedad más cultivada es *Hylocereus* que comprenden 16 especies variables (Ruiz et al., 2020).

En el Ecuador se produce principalmente la pitahaya roja *Hylocereus undatus* y pitahaya amarilla *Cereus sp.* nativa en el sector del Cantón de Palora, Provincia Morona Santiago (Huachi et al., 2015); exportándose 17 895 toneladas de fruta en el 2021 (El Universo, 2020).

Las frutas de pitahaya han ganado importancia en los últimos años por la preferencia de consumo de fruta fresca y también como fuente de pigmentos naturales en el procesamiento de alimentos, debido a su alto contenido de betalaínas, adicional a su contenido de componente bioactivos como polifenoles y actividad antioxidante (Viñas et al., 2012).

En la actualidad, se va incrementando el consumo de antioxidantes exógenos de origen vegetal como las frutas. Se ha demostrado que el consumo de frutas reduce el estrés oxidativo y modifica el perfil lipídico, por lo que disminuye el riesgo de enfermedades causadas por radicales libres (Daza et al., 2014). Los ácidos fenólicos y flavonoides están en la preferencia de las industrias alimentarias y se están investigando como aplicar a mayor escala (Vargas et al., 2023).

La madurez de *Hylocereus undatus* depende de factores como el color de la cascara el cual debe tener una coloración roja, el contenido de sólidos solubles, acidez y el tiempo que transcurre desde la floración hasta la cosecha (Esquivel y Arana, 2012).

Sotomayor et al., (2019) efectuó la evaluación de los cambios físicos y químicos durante la maduración de pitahaya proveniente del Cantón Palora de la Provincia de Morona Santiago, reportando cambios significativos en el transcurso de su desarrollo, presentando valores altos en acidez titulable, sólidos solubles, pH, capacidad antioxidante y polifenoles totales; además, mencionan que son escasos los trabajos con información sobre la calidad del fruto de pitahaya en Ecuador.

Osuna et al., (2011) reportó la comparación de la variación en tres grados de maduración de la pitahaya *Hylocereus undatus* Haw originaria de Puebla, México; denotando aumento de los sólidos solubles a medida que la fruta madura.

Según investigaciones de Velásquez et al., (2019) y Vera et al., (2021) al analizar pitahayas oriundas de Rocafuerte, Ecuador; la acidez titulable disminuyó con su maduración, al contrario del pH presentó

un comportamiento ascendente con el tiempo. Glew et al., (2005) argumentando en todos los genotipos de pitahaya el ácido predominante es el málico, contenido en hasta el 90 %.

En los estudios realizados por Wu et al., (2006) y Kim et al., (2011) mencionan que las pitahayas rojas tienen alto contenido de polifenoles y antioxidantes que inhiben el crecimiento de las células del melanoma.

Por lo antes mencionado, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la comparación de los cambios fisicoquímicos, contenido de fenoles totales y actividad antioxidante que se producen durante la maduración de la pulpa de pitahaya *Hylocereus undatus*, con la finalidad de generar información para su aprovechamiento.

Metodología

Fueron utilizadas frutas de pitahaya *Hylocereus undatus*, provenientes de la Agrícola Rodríguez & Asociación Pitakawsay CIA LTDA del Cantón Rocafuerte de la Provincia de Manabí, Ecuador, ubicada geográficamente en las coordenadas 0°92'99" Latitud Sur y 80°52'20" Longitud Oeste. En la etapa evaluativa, se registró una temperatura de 20 a 27 °C, con un promedio de 23 °C a una altitud y precipitaciones de 0.15 m en el periodo de producción invernal de 2023.

Los análisis fisicoquímicos se los realizaron en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí del Ecuador, donde se evaluaron las variables, tales como; pH, acidéz titulable, sólidos solubles, contenidos de fenoles totales y capacidad antioxidante.

Los datos obtenidos con tres repeticiones fueron analizados estadísticamente mediante la prueba T student para la igualdad de medias con muestras independientes, el análisis de las variables fue realizado con el programa el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Para el proceso de la investigación se realizaron los siguientes procedimientos.

Cosecha y transporte: Los frutos se cortaron con pinzas especiales para la cosecha de esta fruta, posteriormente fueron transportados en gavetas plásticas hasta el centro de análisis, seleccionando las frutas sanas, fueron lavadas y despulpadas para su posterior análisis.

Recepción de la fruta: Se recibió las frutas de pitahaya y se verificó que no presentaran signos de deterioro y que la madurez fuera la correcta. Todo se desarrolló en un lugar limpio, seco y aireado.

Características químicas y antioxidantes en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en la maduración de cosecha

Lavado y desinfección: Se ejecutó por inmersión usando una solución de agua con hipoclorito de sodio (100 mg. L^{-1}) por 3 minutos para desinfectar, con una esponja se restregó la superficie de la fruta, para eliminar cualquier impureza.

Despulpado y homogenización: Con el uso de un cuchillo de acero inoxidable se cortó longitudinalmente las frutas para separar la corteza, se extrajo la pulpa de la corteza para después con un mortero moler y mezclar las muestras representativas para los análisis.

Análisis: El pH, se determinó por medición de forma directa de la pulpa, empleando un potenciómetro (Marca Hanna, Modelo H 198130), tomando como referencia el método 973.41 de la AOAC (2005). La acidez titulable, se estableció mediante el método 16.267 de la AOAC (2000), usando como indicador fenolftaleína y NaOH 0,1N para la titulación, expresada en % de ácido málico. Los sólidos solubles, se midieron mediante un refractómetro digital (Marca Boeco, Modelo BOE 32195), empleando el método 22.024 de la AOAC (1990). El contenido de fenoles totales, fue medido por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Zitha et al, 2022). La capacidad antioxidante, fue mediante el método ABTS descrito por Re et al., (1999).

Resultados y discusión

Según la prueba de T student aplicada al grado 3 y 4 de maduración se obtuvieron los siguientes resultados que se detallan en el Cuadro 1.

Tabla 1. Prueba T para separación de medias

Variables	T	gl	Sig. (bilatera l)	Diferenci a de medias
Sólidos solubles	-1.84	4	0.14	-1.13
Acidez	2.64	4	0.06	.14
pH	-5.25	4	0.01	-1.37
Fenoles Totales	3.21	4	0.03	5.02

Actividad	1.17	4	0.30	2.53
Antioxidante				

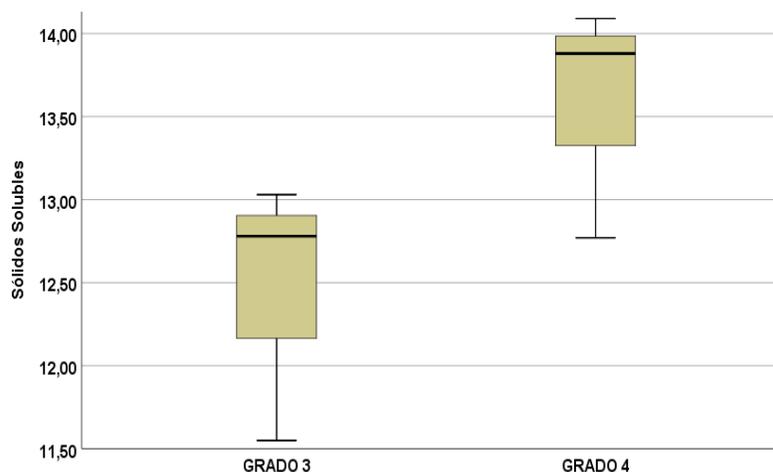
Existe diferencia significativa entre pH, y fenoles totales. Adicionalmente, no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) en Brix, acidez y actividad antioxidante.

En cuanto a los parámetros determinados, como se puede apreciar en la figura 1, los sólidos solubles, se incrementaron de 12.45 % a 13.58 % en la etapa de maduración, que corresponden a valores deseables en una fruta exótica.

Se evidencia que en los sólidos solubles no existen diferencias significativas entre los grados de maduración. De acuerdo con Osuna et al., (20016) indican que los sólidos solubles en fruta de Sinaloa, México grado de madurez 3 tienen 13.10 y grado 4 poseen 13.3. Asimismo, en las frutas colombianas en grado 3 de maduración dieron valores de 13.10 (Rodríguez et al., 2005; Flores et al., 2023). También, Esquivel et al. (2012) argumentan valores cercanos en su mayor grado de madurez con 12.92 %.

Los sólidos solubles se incrementaron con la maduración de la planta, debido a que se acumula mayor cantidad de azúcares en las fases de crecimiento de la planta (Nerd et al., 1999), relacionado con una disminución en el contenido de almidón y mucílagos de la pulpa (De la Barrera y Nobel, 2004; Laz et al., 2018); existiendo un vínculo entre el desarrollo del color y el aumento de los sólidos totales disueltos (Centurión et al., 2008).

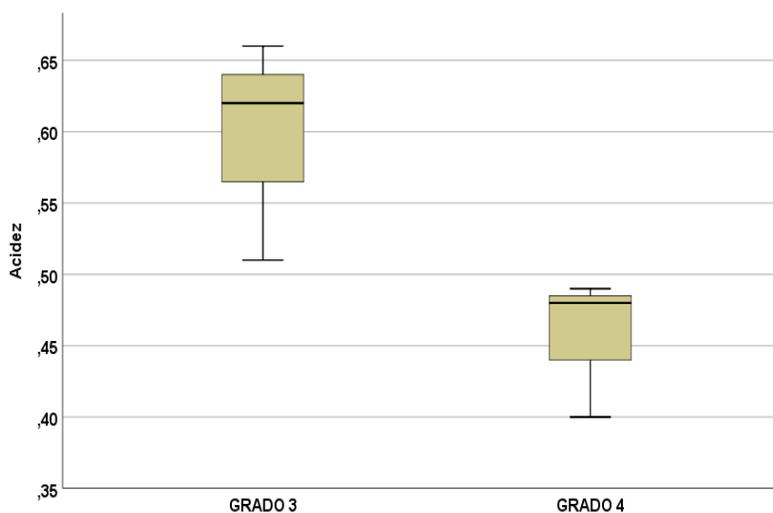
Figura 1. Comparación de sólidos solubles entre grado 3 y 4 de maduración



Características químicas y antioxidantes en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en la maduración de cosecha

La maduración, demostró no ser estadísticamente significativo en la variable acidez. Según la figura 2, la acidez disminuyó de 0.6 % a 0.46 %. En frutas, el rango de la acidez es buena o deseable. Los valores de acidez disminuyeron, corroborándose con otras investigaciones en frutas de Yucatán cuyos datos se redujeron de 0.6 en grado 3 a 0.4 grado 4 de madurez (Centurión et al., 2008). Además, Osuna et al., (2011) reportó valores de 0.8 a 0.6 en grado 3 y 4 de maduración respectivamente. En estudios realizados por Velásquez et al., (2019) se reflejó los mismos rangos de acidez como del presente estudio. La disminución en la acidez se refuta debido a la reducción de los ácidos orgánicos presentes en la maduración de la fruta que son utilizados como sustratos en la respiración y otra parte se convierten en azúcares (Kader y Holcroft, 1999), necesitando un valor mínimo de 0.24 % de acidez titulable para que el fruto conserve su sabor Osuna et al., (2011).

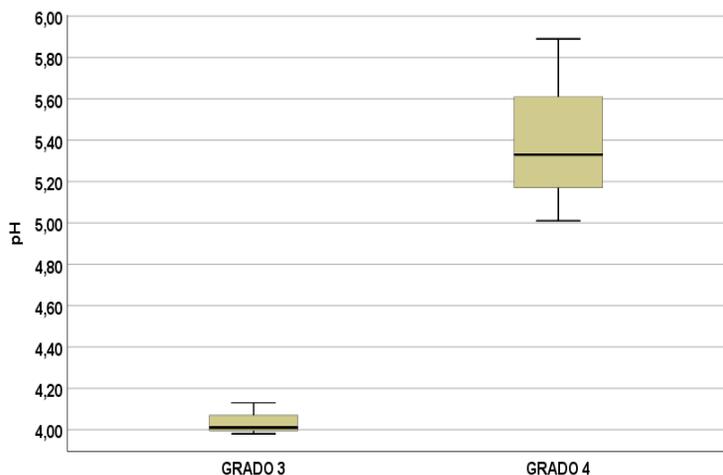
Figura 2. Comparación de la acidez entre grado 3 y 4 de maduración



El grado de maduración alteró en gran medida el pH, dando un incremento en deseable en frutas. En la figura 3, se puede observar que el pH aumentó de 4.04 a 5.41.

Los valores de pH aumentan, comparándose con las plantas que fueron provenientes del Puyo, Ecuador, presentaron grado 3 de madurez y un valor de 5.1 (Jiménez et al., 2017) y Esquivel et al. (2007a) enuncian valores entre 3.3 a 3.9 en grado 4 de maduración. El aumento de pH se presenta hasta alcanzar su grado mayor de madurez y una vez en su desarrollo los cambios son mínimos (Rojas et al., 2004).

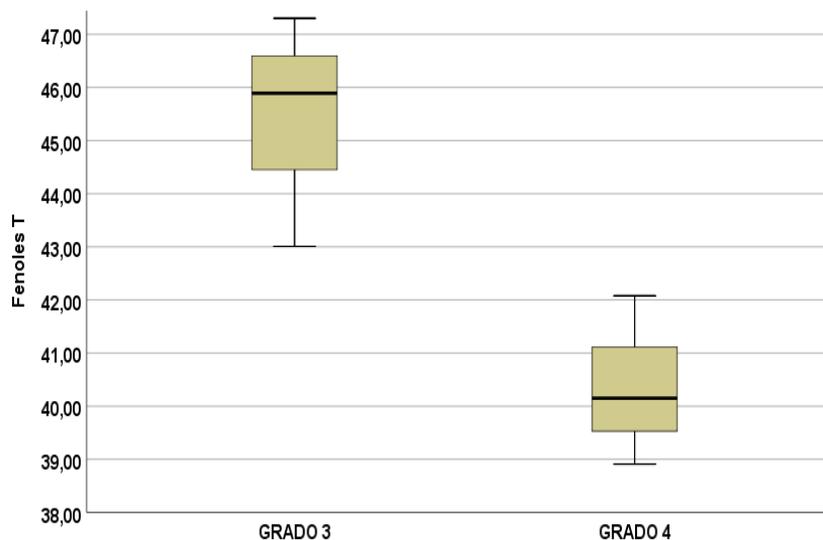
Figura 3. Comparación del pH entre grado 3 y 4 de maduración



Como se muestra en la figura 4, a medida que aumenta la etapa de maduración se redujo el contenido de fenoles totales de 45.40 a 40.38 mgGEA/100mL, estas pérdidas son esperadas en componentes bioactivos.

En los fenoles totales existió una diferencia significativa, entre los grupos evaluados, se reportó valores de fenoles totales expresados en mgGEA/100mL de 45.40 en el grado 3 de madurez y 40.38; en el grado 4 de maduración coincidiendo este último con valores descritos por Mello et al., (2014) de 40.68. De la misma manera, Wu et al., (2006) describió valores de 42.4. Los datos fueron similares a los publicados por Vaillant et al., (2005), a diferencia de valores de 28.65 reportados por Choo & Khing (2011) y Esquivel et al., (2007b) los valores oscilaron entre 9.2 a 13.3. Esto se debe a que los cambios internos de la fruta en la etapa de maduración son por las enzimas catabólicas que son responsables de la reducción de compuestos fenólicos (López et al., 2019).

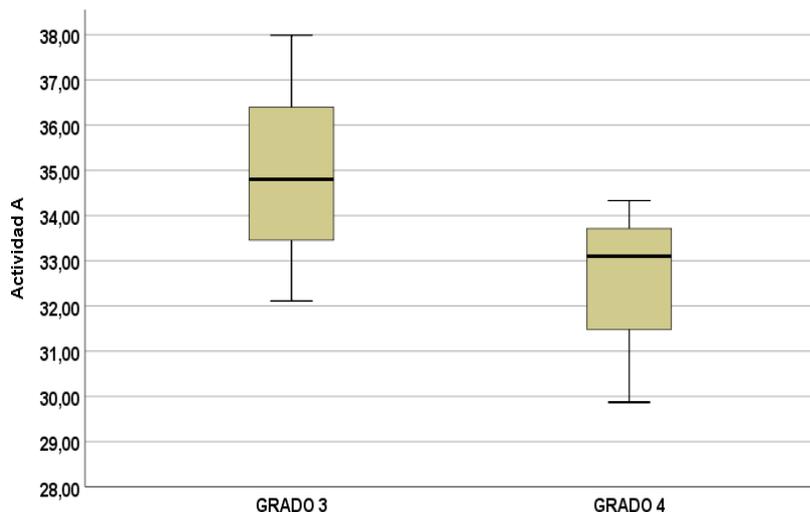
Figura 4. Comparación de los fenoles totales entre grado 3 y 4 de maduración



Como se aprecia en la figura 5, la actividad antioxidante se redujo de 34.97 a 32.43 mgTEAC/100mL, resultando estadísticamente no significativo con la maduración.

Se evidenció que en la actividad antioxidante no existieron diferencias significativas entre los grupos evaluados, reportando una disminución en los valores de 35 mgTEAC/100mL en el grado 3 de madurez y 32.4 mgTEAC/100mL en el grado 4. Coincidiendo con los valores reportados por Esquivel et al., (2007b) de 24.5-36.1 mgTEAC/100mL, y difiriendo de valores de 22.4 mgTEAC/100mL reportados por Wu, et al, (2005); esta diferencia de resultados está dada debido a que existen factores y/o condiciones ambientales que pueden influir en la variación de sus compuestos bioactivos (Zitha et al., 2022).

Figura 5. Comparación de la actividad antioxidante entre grado 3 y 4 de maduración



Conclusiones

De acuerdo con los resultados expuestos, en el presente estudio se identifica que no existen variaciones significativas ($P > 0.05$) entre las variables de los sólidos solubles, acidez y actividad antioxidante. Contario a estas variables, si existieron diferencias significativas entre las variables de pH y fenoles totales ($P < 0.05$).

La maduración influyó significativamente en las propiedades del fruto de pitahaya, ocurriendo un aumento en la acumulación de los sólidos totales disueltos y en el pH, disminución de la acidez titulable, fenoles totales y actividad antioxidante.

Se recomienda que, en investigaciones futuras, se utilicen frutas de otras zonas geográficas con diferentes altitudes, temperatura para realizar análisis comparativos de las variables analizadas.

Referencias

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2000). Acidez por titulación - Official Method 16.267. Washington D.C.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). Soluble Solids by Refractometer in Fresh Fruits - Official Method 22.024. Washington D.C.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). pH of Water - Official Method 973.41. Washington D.C.

- Centurión-Yah, A. R., Solís-Pereira, S., Saucedo-Veloz, C., Báez-Sañudo, R., & Sauri-Duch, E. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 1–5. <https://doi.org/10.35196/rfm.2008.1.1>
- Choo, W. S., & Yong, W. K. (2011). Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. *Advances in Applied Science Research*, 2(3), 418-425.
- Daza, L., Herrera, A., Murillo, E., y Menéndez, J. (2014). Evaluación de propiedades antioxidantes de parte comestible y no comestible de pitahaya, uchuva y mangostino. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 98–105.
- De la Barrera, E., & Nobel, P. S. (2004). Carbon and water relations for developing fruits of *Opuntia ficus - indica* (L.) Miller, including effects of drought and gibberellic acid. *Journal of Experimental Botany*, 55(397), 719-729. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh084>
- El Universo. (2020). Ecuador exportó 17.895 toneladas de pitahaya en 2021, 60 % más que en 2020. Consultado el 9 de enero, 2023, desde <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-exporto-17895-toneladas-de-pitahaya-en-2021-60-mas-que-en-2020-nota/>
- Esquivel, P y Araya-Quesada, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 113–129.
- Esquivel, P., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2012). Comparison of morphological and chemical fruit traits from different pitaya genotypes (*Hylocereus* sp.) grown in Costa Rica. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 81(1), 7–14.
- Esquivel, P., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2007a). Pigment pattern and expression of colour in fruits from different *Hylocereus* sp. genotypes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(3), 451-457. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.03.022>
- Esquivel, P., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2007b). Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62(9-10), 636-644. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-9-1003>
- Flores-Loor, E. L., Plúa-Ortíz, B. A., Sánchez-Plaza, F. A., Cevallos-Cedeño, R. E., Díaz-Camposano, E. G., & Vaca-Martínez, L. Y. (2023). Influencia de las gomas naturales

- carragenina y xanthan como estabilizantes en el jugo de tamarindo (*Tamarindus indica*).
Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249.,
6(12), 93-109. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i12.0106>
- Glew, R. H., Ayaz, F. A., Millson, M., Huang, H. S., Chuang, L. T., Sanz, C., & Golding, J. B. (2005).
Changes in sugars, acids and fatty acids in naturally parthenocarpic date plum persimmon
(*Diospyros lotus* L.) fruit during maturation and ripening. *European Food Research and
Technology*, 221(1), 113–118. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-1201-9>
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K. y Santamaría, P. C. (2015). Desarrollo
de la pitahaya (*Cereus* sp.) en Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 22(2), pp.
50–58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047267005>
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). (2003). Frutas frescas. Pitahaya requisitos.
Consultado el 9 de enero, 2023, desde
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2003.pdf
- Jiménez-Esparza, L. O., González-Parra, M. M., Cruz-Tobar, S. E., Santana-Mayorga, R., & Villacís
Aldaz, L. A. (2017). Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*
Haw.), a distintos niveles de madurez y temperatura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*,
5(2), 107-115.
- Kader, A. A., & Holcroft, D. M. (1999). Postharvest: An introduction to the physiology and handling
of fruit, vegetables and ornamentals. *Horttechnology*, 9(2), 299-299.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.9.2.299>
- Kim, H., Choi, H. K., Moon, J. Y., Kim, Y. S., Mosaddik, A., & Cho, S. K. (2011). Comparative
antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with
flavonoid and polyphenol content. *Journal of food science*, 76(1), 38–45.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01908.x>
- Laz, M., Tuárez, M., Bermello, S., & Díaz, E. (2018). Evaluación fisicoquímica en jugo de maracuyá
con diferentes concentraciones de hidrocoloides. *Revista ESPAMCIENCIA*, 9(2), 119-123.
http://190.15.136.171/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/162/170
- López-Palestina, C. U., Aguirre-Mancilla, C. L., Ramírez-Pimentel, J. G., Raya-Pérez, J. R.,
Santiago-Saenz, Y. O., Gutiérrez-Tlahque, J., & Hernández-Fuentes, A. (2019). Compuestos
bioactivos y actividad antioxidante en tres estados de madurez de *Myrtillocactus geometrizans*

provenientes del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 317-322.

Mello, F. R. D., Bernardo, C., Dias, C. O., Gonzaga, L., Amante, E. R., Fett, R., & Candido, L. M. B. (2014). Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. *Ciência Rural*, 45, 323-328. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140548>

Montoya-Vizueté, S. N., Castillo-Mendoza, B. E., Cajas-Palacios, M. P., y García-Larreta, F. S. (2022). Actividad antioxidante, fenoles totales y tamizaje fitoquímico de Dragón Fruit roja y amarilla. *RECIAMUC*, 6(3), 408–417. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.408-417](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.408-417)

Nerd, A., Gutman, F., & Mizrahi, Y. (1999). Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Postharvest Biology and Technology*, 17(1), 39-45. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(99\)00035-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00035-6)

Ochoa-Velasco, C. E., Vidal, V. G., Luna-Guevara, J. J., Luna-Guevara, M. L., Carranza, P. H., y Guerrero-Beltrán, J. Á. (2012). Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp). *Scientia Agropecuaria*, 3(4), 279–289.

Osuna-Enciso, T., Ibarra-Zazueta, M. E., Muy-Rangel, M. D., Valdez-Torres, J. B., Villarreal-Romero, M., & Hernández-Verdugo, S. (2011). Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista fitotecnia mexicana*, 34(1), 63–72.

Osuna-Enciso, T., Valdez-Torres, J. B., Sañudo-Barajas, J. A., Muy-Rangel, M., Hernández-Verdugo, S., Villarreal-Romero, M., & Osuna-Rodríguez, J. M. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Agrociencia*, 50(1), 61-78.

Panisson, D., Marques, N. K., Machado, F. B., Magri, J. C., Freire, A. I., Araújo, N. O., Vieira, C. C., y Martins, A. D. (2021). Crescimento e Desenvolvimento Inicial de Pitaya Branca (*Hylocereus undatus*) e Vermelha (*Hylocereus monacanthus*) no Município de Araguaína-TO. *Research, Society and Development*, 10(14), 1–8. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21921>

- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rodríguez-Rodríguez, D. A., Patiño-Gutiérrez, M. D. P., Miranda-Lasprilla, D., Fischer, G., & Galvis-Vanegas, J. A. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(2), 2839-2858.
- Rojas, J. M., Peñuela, A. E., Gómez, C. R., Aristizabal, G. E., Chaparro, M. C., & López, J. A. (2004). Caracterización de los productos hortifrutícolas colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad,” CENICAFE, Manizales.
- Ruiz, A. V., Cerna, J. U. y Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Sotomayor, A., Pitzaca, 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. *Enfoque UTE*, 10(1), 89–96. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>
- Vaillant, F., Perez, A., Davila, I., Dornier, M., & Reynes, M. (2005). Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). *Fruits*, 60(1), 3-12. <https://doi.org/10.1051/fruits:2005007>
- Vargas-Sánchez, R. D., Torres-Martínez, B., Torrescano-Urrutia, G. R., & Sánchez-Escalante, A. (2023). Physicochemical, techno-functional and antioxidant characterization of coffee silverskin. *Biocencia*, 25(1), 43-50. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v25i1.1755>
- Velásquez-Cedeño, S. R., Guillén-Mendoza, S. V., Cedeño-García, G. A., Mendoza-Vargas, J. J., y Ormaza-Cedeño, K. P. (2019). Calidad poscosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) en tres estados de madurez. *Revista ESPAMCIENCIA*, 10(1), 8–13.
- Vera-Vera, A. E., López-Vera, Y. A., Guillén-Mendoza, S. V., Velásquez-Cedeño, S. R. y Chila-Chila, C. F. (2021). Calidad de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservación. *Revista ESPAMCIENCIA*, 12(2), 141–151. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.233

Características químicas y antioxidantes en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en la maduración de cosecha

- Viñas, M., Fernández-Brenes, M., Azofeifa, A., & Jiménez, V. M. (2012). In vitro propagation of purple pitahaya (*Hylocereus costaricensis* [FAC Weber] Britton & Rose) cv. Cebra. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant*, 48(5), 469–477. <https://doi.org/10.1007/s11627-012-9439-y>
- Wu, L. C., Hsu, H. W., Chen, Y. C., Chiu, C. C., Lin, Y. I., & Ho, J. A. A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95(2), 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002>
- Zitha, E. Z. M., Magalhães, D. S., do Lago, R. C., Carvalho, E. E. N., Pasqual, M., & Boas, E. V. D. B. V. (2022). Changes in the bioactive compounds and antioxidant activity in red-fleshed dragon fruit during its development. *Scientia Horticulturae*, 291, 110611. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110611>