

Capacidad antioxidante, fisicoquímica, microbiológica y pigmentante de la penca y cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*) deshidratadas

Antioxidant, physicochemical, microbiological and pigmenting capacity of dehydrated pitahaya (Hylocereus undatus) stalk and shell

- ¹ Natalia Shirley Moreira-Pinto  <https://orcid.org/0009-0001-0684-2968>
Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Ecuador.
Carrera de Ingeniería en Agroindustrias
nmoreira8040@utm.edu.ec
- ² Plinio Abelardo Vargas-Zambrano  <https://orcid.org/0000-0002-2152-7317>
Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Ecuador.
plinio.vargas@utm.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/06/2026

Revisado: 12/07/2026

Aceptado: 17/08/2026

Publicado: 07/09/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v8i3.713>

Cítese:

Moreira Pinto, N. S., & Vargas Zambrano, P. A. (2026). Capacidad antioxidante, fisicoquímica, microbiológica y pigmentante de la penca y cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*) deshidratadas. AlfaPublicaciones, 8(3), 145–162.
<https://doi.org/10.33262/ap.v8i3.713>



Ciencia
Digital



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Palabras claves:

Penca, pitahaya, pigmentos, subproductos agroindustriales, propiedades funcionales.

Resumen

Introducción. La pitahaya es un cultivo de importancia económica en el territorio ecuatoriano. **Objetivo.** evaluar las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes, colorimétricas y microbiológicas de harinas deshidratadas con potencial agroindustrial de la harina de penca y cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Metodología.** Se procedió con la recolección de ambos materiales vegetales (harina de penca: [HP] y harina de cáscara [HC]). Las muestras se clasificaron, cortaron y deshidrataron a 40 °C, para posteriormente molerla (granulometría de 354 µm). Se empleó un diseño experimental Completamente al azar con cinco tratamientos (T0-1: HP; T0-2: HC; T1: 40 g HP+20 g HC; T2_: 30g HP + 30g HC y T3: 20g HP + 40g HC). En cada tratamiento se evaluó las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes, colorimétricas y microbiológicas. **Resultados.** Los resultados demostraron que la composición fisicoquímica, el tratamiento con cáscara (T0-2) presentó la mayor materia seca (95,25 %) y menor humedad (4,75 %), evidenciando mayor estabilidad, mientras que la harina de penca (T0-1) mostró el mayor contenido de cenizas (17,45 %), indicando alto aporte mineral. El pH osciló entre 5,57 y 6,42, sin variaciones en la acidez titulable. La capacidad antioxidante fue significativamente superior en T0-2, con valores de 26,99 en ABTS y 17,05 en DPPH, mientras que los fenoles totales no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos (5,57–6,04 mg GAE/g). En el análisis colorimétrico, la harina de penca pura presentó mayor luminosidad ($L^* = 70,65$), mientras que la cáscara mostró mayor intensidad roja ($a^* = 25,40$) y valores negativos de b^* ($-5,41$). El análisis microbiológico evidenció recuentos de mohos y levaduras entre 118,67 y 948,33 UFC/g, siendo T3 el tratamiento con menor carga microbiana. **Conclusión.** Se concluye que la cáscara de pitahaya mejora la capacidad antioxidante, aporta colorantes naturales y reduce la carga microbiana. **Área de estudio general:** Ciencia y Tecnología de los Alimentos. **Área de estudio específica:** Caracterización y valorización de residuos agropecuarios. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Keywords:

Stem,
pitahaya,
pigments,
agroindustrial
byproducts,
functional
properties.

Abstract

Introduction. Pitahaya is a crop of economic importance in Ecuador. **Objective.** To evaluate the physicochemical, antioxidant, colorimetric, and microbiological properties of dehydrated flours with agroindustrial potential derived from the stems and husks of pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Methodology.** Both plant materials (pith flour [HP] and peel flour [HC]) were collected. The samples were sorted, cut, and dehydrated at 40 °C, and then ground (particle size of 354 µm). A completely randomized experimental design was used with five treatments (T0-1: HP; T0-2: HC; T1: 40 g HP + 20 g HC; T2: 30 g HP + 30 g HC; and T3: 20 g HP + 40 g HC). The physicochemical, antioxidant, colorimetric, and microbiological properties were evaluated for each treatment. **Results.** The results showed that, in terms of physicochemical composition, the husk treatment (T0-2) had the highest dry matter content (95.25%) and lowest moisture content (4.75%), indicating greater stability, while the leaf stalk meal (T0-1) had the highest ash content (17.45%), indicating a high mineral content. The pH ranged from 5.57 to 6.42, with no variations in titratable acidity. Antioxidant capacity was significantly higher in T0-2, with values of 26.99 for ABTS and 17.05 for DPPH, while total phenols showed no statistically significant differences among treatments (5.57–6.04 mg GAE/g). In the colorimetric analysis, pure leaf stalk flour exhibited greater lightness ($L^* = 70.65$), while the peel showed greater red intensity ($a^* = 25.40$) and negative b^* values (-5.41). Microbiological analysis revealed mold and yeast counts ranging from 118.67 to 948.33 CFU/g, with T3 being the treatment with the lowest microbial load. **Conclusion.** It is concluded that pitahaya peel improves antioxidant capacity, provides natural colorants, and reduces the microbial load. **General Area of Study.** Food Science and Technology. **Specific area of study.** Characterization and valorization of agricultural and livestock waste. **Type of study.** Original articles.

1. Introducción

Durante los últimos años el sector agropecuario se ha catalogado como una de las actividades económicas y la principal fuente sustento de diferentes familias (Senou et al., 2025) además de su importante aporte al Producto Interno Bruto (PIB) y su capacidad para dinamizar cadenas de valor asociadas a la producción, transformación y comercialización de alimentos, ya sea como productos de consumo directo o procesados (Bonisoli et al., 2025).

El cultivo de pitahaya en el territorio ecuatoriano ha mostrado un crecimiento durante las últimas décadas, debido a condiciones geográficas favorables para el desarrollo de este tipo de cultivos, lo que le ha permitido catapultarse como uno de los principales productores y exportadores de este tipo de frutos (Diéguez-Santana et al., 2022). Sin embargo, es habitual la presencia de residuos que derivan de las prácticas agrícolas y procesamiento de los frutos que no han sido valorados, y que no han mostrado un aprovechamiento integral de este tipo de plantaciones que permita mejorar la sostenibilidad y competitividad de la cadena de valor (Erazo-Lara et al., 2024).

La pitahaya es considerada una fruta con una valorada aceptación en los mercados impulsada por sus propiedades funcionales que deriva principalmente de compuestos bioactivos como pigmentos naturales, polifenoles, betalainas y otros antioxidantes con potencial para la salud humana (Gatti et al., 2025). También se caracteriza por su aporte de vitaminas del complejo B como B1, B2, B3 y la vitamina C, además de la presencia de minerales, proteína, carbohidratos, fibra y carotenos (Shah et al., 2023).

Dentro de este contexto, la industria alimentaria ha mostrado un notable interés por la investigación y desarrollo de productos con compuestos bioactivos, antioxidantes y vitaminas (Baltazar et al., 2025). Los compuestos bioactivos son sustancias que presentan actividades biológicas. Se encuentran en diversas plantas y alimentos como verduras, frutas, cereales, frutos secos y aceites, estos ofrecen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antidiabéticas y anticancerígenas, debido a su participación en la modulación de funciones enzimáticas como procesos de inhibición, inducción o recepción (García-Castro et al., 2022).

Los residuos de frutas varían entre el 30 y 60% y se conforma cáscaras, semillas y pulpas residuales, y que son considerados uno de los mayores problemas si no se aplican procesos que permitan reducir el impacto ambiental (Nirmal et al., 2023; Sharma et al., 2025). De la misma manera, se ha mostrado un mayor interés en el aprovechamiento de los residuos vegetales de la industria alimentaria es una alternativa enfocada en cumplimiento de los objetivos de la economía circular, considerando su utilidad como insumos con diferentes propiedades funcionales en el desarrollo de diferentes tipos de alimentos funcionales, que permitan aprovechar el potencial funcional de estos recursos alineándose con las tendencias actuales de etiquetado limpio y sostenibilidad (Khan et al., 2024).

La investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la capacidad antioxidante, fisicoquímica, microbiológica y pigmentante de la penca y cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*) deshidratadas, como una alternativa que permita valorizar el potencial biológico de este tipo de residuos agroindustriales y aprovechar el potencial biológico y proporcionar aplicaciones en diferentes industrias

2. Metodología

La investigación se desarrolló en los predios del Centro de Análisis Biológico y Agroalimentario (CABA) de la Facultad de Agrociencias extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí ubicada en el km 2 ½ vía Chone-Boyacá, sitio Ánima a 0°41' y 17" de latitud Sur y 80° 7' 25.60" de longitud Oeste.

El material vegetal fue recolectado en la parroquia San Clemente, cantón Sucre, Manabí, durante los meses de octubre a noviembre del año 2025 y posteriormente procesadas en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Facultad de Agrociencias.

2.1. Diseño experimental

La investigación es de tipo experimental conformada por un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde el factor en estudio fue la mezcla de la penca de pitahaya deshidratada y harina de cáscara de pitahaya (**Tabla 1**). Las muestras fueron analizadas por triplicado considerando una unidad experimental por réplica, la cual se conformó por una mezcla de 60 g de las harinas.

Tabla 1
Diseño experimental de la investigación

Tratamientos	Descripción Mezcla A+B: HP; CP	Réplicas
T0-1	HP	3
T0-2	HC	3
T1	40 g HP+20 g HC	3
T2	30g HP + 30g HC	3
T3	20g HP + 40g HC	3

Nota: HP: harina de penca; CP: cáscara de penca.

2.2. Obtención de las harinas de penca y cáscara de pitahaya

Se inició con la recolección de las pencas de cultivos de pitahaya en estado productivo con un rango de edad de 11 a 17 meses. Se procedió con la eliminación de las partes con espina y se efectuaron los cortes en forma de rodajas con diámetro de 3 a 5 mm. Se procedió con el lavado con una solución de hipoclorito de sodio a 20 ppm. La harina de cáscara de pitahaya (variedad roja) se obtuvo a partir de frutos con máxima madurez fisiológica, los cuales fueron cosechados y trasladados al laboratorio para su posterior tratamiento. Se procedió con la separación de la pulpa y se verificó la ausencia de parte con daños generados por la presencia de hongos o daños mecánicos originados por la

cosecha y transporte. De la misma manera se procedió con el lavado del material vegetal.

Se continuó con el proceso de deshidratación a temperatura de 40 °C por un tiempo de 24 horas, utilizando un deshidratador de la marca BYR, de capacidad 12 bandejas con fabricación en acero inoxidable. La molienda se desarrolló mediante un molino eléctrico de cuchillas hasta alcanzar una granulometría de 354 µm, y almacenado en fundas ziploc con autocierre en un lugar fresco y seco.

2.3. Caracterización fisicoquímica de la harina de penca y cáscara de pitahaya

La caracterización de las harinas se desarrolló a partir de los requisitos descritos en la Norma NTE INEN 616 (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2015), donde se evaluaron los siguientes parámetros:

El análisis de proteína se desarrolló de acuerdo con los procedimientos de la norma *NTE INEN-ISO 20483:2013* aplicando la metodología Kjeldahl (INEN, 2013b), para la determinación del contenido de nitrógeno en alimentos y posteriormente la aplicación del cálculo de conversión de contenido de proteína a partir de factor de corrección. Se inició con la preparación de la muestra (2 g) considerando homogeneidad, considerando que la porción del ensayo contenga 0,20 g de nitrógeno. Se inició con el pesado de las muestras y se ubicaron sobre el tubo Kjeldahl con el ácido sulfúrico concentrado. El tubo se calentó a temperatura de 420 °C, y se mantuvo en ebullición por un periodo de 60 minutos, para posteriormente dejarla enfriar y diluir en agua destilada. En la destilación se añadió el exceso de hidróxido de sodio concentrado con la finalidad de lograr la liberación de el amoníaco a partir del sulfato de amonio formado, el cual se recolectó en un matraz con una solución de ácido bórico. Posteriormente la cantidad de amoniaco retenida con el ácido bórico se valoró con la solución estándar de ácido sulfúrico y se procedió a efectuar el cálculo mediante el factor de corrección. Los resultados se expresaron en porcentaje (%).

El análisis de la humedad se desarrolló sobre el método gravimétrico, mediante el empleo de secado mediante el empleo de una estufa. Se procedió a pesar la muestra de harina y se calentó 130 °C, por un tiempo de 45 minutos y se determinó la pérdida de peso durante el proceso de calentamiento. El contenido de materia seca se determinó a partir de la diferencia del contenido de humedad.

El contenido de ceniza se efectuó mediante el método de la norma *NTE INEN 520:2012* (INEN, 2012). Se calentó el crisol de porcelana vacío en la mufla a temperatura de 550 °C, durante 30 minutos y se dejó enfriar sobre el desecador para posteriormente ubicar la muestra (5 g). Posteriormente se ubicó el crisol sobre la mufla hasta que el material alcanzó un color gris claro, sin dejar que el material se funda y repetir el proceso de incineración por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta mantener estable el valor de la masa para posteriormente aplicar la ecuación de cálculo del contenido de cenizas. Los resultados se expresaron en porcentaje (%).

La evaluación de la acidez titulable se efectuó por el método de norma *NTE INEN 521:2013* (INEN, 2013a). Se pesaron 5 g de la muestra y se ubicaron sobre el matraz Erlenmeyer donde se mezclaron con 50 mL de agua destilada %, y se dejó reposar por 24 horas. Posteriormente se tomaron 15 mL de sobrenadante y se procedió a mezclar con mL de fenolftaleína para proceder a titular con NaOH 0,02 N hasta que se generó un cambio en el color de rosada pálido se mantuvo estable por más de 30 segundos y se aplicó la fórmula para determinación de la acidez expresada en ácido sulfúrico (% de ácido sulfúrico). El análisis del pH se realizó utilizando el agua destilada mezclada con las harinas mediante la utilización de un pH-metro con escala de evaluación de 0 a 14.

2.4. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico

La evaluación de la capacidad antioxidante se desarrolló mediante la aplicación de los métodos de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y ABTS (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato). Se procedió con la preparación de los extractos utilizando una dilución de 1:10 (1 g de material vegetal 10 mL de solvente), para posteriormente filtrarlos y analizarlos. Se inició con la preparación de una solución del radical DPPH a 517 nm y se mezcló con diferentes alícuotas del extracto de las harinas; tras un tiempo de 30 minutos de incubación controlado, se registró la disminución de absorbancia en espectrofotómetro para calcular el porcentaje de inhibición. En el caso del radical ABTS se ajustó su absorbancia inicial a 734 nm. Las muestras se mezclaron con la solución radicalaria y se cuantificó la reducción de absorbancia después del periodo de reacción establecido. En ambos casos se utilizó un espectrofotómetro de la marca Genesys y los resultados se representaron en $\mu\text{mol TEA}/100\text{ g}$ de muestra seca. El contenido de fenoles totales se determinó mediante el método de ensayo espectrofotométrico (Folin-Ciocalteu) y los resultados se representaron en $\text{mg GAE}/100\text{ g}$. Las lecturas se desarrollaron a partir del equipo espectrofotométrico a una longitud de onda de 765 nm.

2.5. Análisis microbiológico de las mezclas de la harina de la penca y cáscara de pitahaya

La evaluación microbiológica se desarrolló a partir de los requisitos de la norma *NTE INEN 616* (INEN, 2015), donde se determinó la presencia de mohos y levaduras. En este caso se inició pesando 10 g de las muestras estableciendo condiciones de inocuidad para el manejo en laboratorio. Se homogenizó con 90 mL de diluyente estéril (agua peptonada al 0,1 %), obteniendo la dilución inicial 10^{-1} . De cada dilución se siembran 0,1 mL por extensión superficial en placas con agar para posteriormente incubarlas a temperatura de 25 °C, para posteriormente proceder con el conteo de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de muestra.

2.6. Análisis estadístico

La evaluación estadística de los datos se desarrolló mediante la utilización del programa estadístico InfoStat. Se procedió a evaluar el cumplimiento de los supuestos de la varianza y posteriormente la selección de los métodos de análisis en cada variable. Las

variables que se ajustaron a la normalidad de los datos se analizaron mediante análisis de varianza ANOVA y comparación de medias de Tukey con nivel de confianza del 95 %. Las variables que no cumplieron con la normalidad se analizaron mediante análisis de varianza no paramétrica empleando las pruebas de Kruskal Wallis

3. Resultados

En el presente apartado se muestran los resultados de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, colorimétricos y microbiológico de la harina de la penca y la cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Tabla 2

Caracterización fisicoquímica (%) de la harina de la penca y cáscara de pitahaya (Hylocereus undatus) deshidratada

Parámetros	T0-1 $\bar{x} \pm D.E.$	T0-2 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	p-valor
Proteína (%)	0,24 $\pm$ 0,01 c	7,71 $\pm$ 0,15 a	7,37 $\pm$ 0,02 ab	1,88 $\pm$ 0,06 bc	7,32 $\pm$ 0,01 abc	0,0091
Materia seca (%)	93,02 $\pm$ 0,66 c	95,25 $\pm$ 0,45 a	93,29 $\pm$ 0,14 c	93,74 $\pm$ 0,22 bc	94,84 $\pm$ 0,47 ab	0,0003
Humedad (%)	7,37 $\pm$ 0,66 a	4,75 $\pm$ 0,45 c	6,71 $\pm$ 0,14 a	6,26 $\pm$ 0,22 ab	5,17 $\pm$ 0,47 bc	0,0001
Cenizas (%)	17,45 $\pm$ 0,13 a	16,48 $\pm$ 0,07 d	17,15 $\pm$ 0,01 b	16,85 $\pm$ 0,03 c	16,76 $\pm$ 0,00 c	<0,0001
pH	5,57 $\pm$ 0,03 e	6,42 $\pm$ 0,00 a	5,80 $\pm$ 0,01 d	5,99 $\pm$ 0,03 c	6,09 $\pm$ 0,01 b	<0,0001
Acidez titulable (%)	0,19 $\pm$ 0,01 a	0,09 $\pm$ 0,03 a	0,17 $\pm$ 0,08 a	0,17 $\pm$ 0,05 a	0,16 $\pm$ 0,02 a	0,1313

Nota. Medias con letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

La evaluación del contenido de proteína (%) (**Tabla 2**) determinó un mayor aporte en la harina de la cáscara con 7,71 %, seguido del tratamiento T1 con 7,37 %, en tanto que para la harina de la penca se obtuvo un menor aporte con 0,24 %.

Los resultados de la caracterización fisicoquímica (**Tabla 2**) de las harinas de penca y cáscara de pitahaya evidenciaron un comportamiento significativo ($p = 0,0003$) entre tratamientos sobre el contenido de materia seca con superioridad en T0-2 con 95,25 % en tanto que T1 y T0-1 mostraron una menor presencia con 93,29 %. Proporcionalmente se observa que la humedad fue menor en T0-2 con promedio de 4,75 %, en tanto que T1 y T0-1 alcanzaron mayor humedad de 6,71 y 7,37 %, respectivamente.

El contenido de cenizas mostró variaciones significativas ($p = <0,0001$) entre tratamientos donde se encontró un mayor aporte de minerales en T0-1 con 17,45 %, seguido de T1 con 17,15 % de harina de penca (17,15 %), determinándose que la mayor concentración de minerales se centra sobre esta parte de la pitahaya.

El contenido de pH reportado en las harinas mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = <0,0001$), con superioridad sobre la harina de cáscara de pitahaya con 6,42, seguido de la mezcla con 60 % de harina de cáscara con 6,09 los cuales muestran mayor cercanía a la neutralidad con una menor acidez en comparación con la harina de penca donde se reporta promedio de 5,57. El análisis de contenido de acidez no mostró

variaciones significativas entre tratamientos ($p = 0,1313$), reportándose valores de 0,09 y 0,19 % entre tratamientos.

Tabla 3

Capacidad antioxidante y contenido fenólico de la harina de la penca de pitahaya (Hylocereus undatus) deshidratada

Parámetros	T0-1 $\bar{x} \pm D.E.$	T0-2 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	p-valor
ABTS	19,20 $\pm$ 0,77 c	26,99 $\pm$ 1,43 a	22,88 $\pm$ 0,80 b	22,92 $\pm$ 0,37 b	24,34 $\pm$ 0,89 b	<0,0001
DPPH	9,87 $\pm$ 0,09 e	17,05 $\pm$ 0,06 a	12,31 $\pm$ 0,01 c	11,38 $\pm$ 0,01 d	13,70 $\pm$ 0,13 b	<0,0001
Fenoles totales	5,62 $\pm$ 0,42 a	5,75 $\pm$ 0,16 a	5,93 $\pm$ 0,17 a	5,57 $\pm$ 0,34 a	6,04 $\pm$ 0,19 a	0,2479

Nota. Medias con letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). ABTS y DPPH: $\mu\text{mol Trolox Equivalente/g}$; Fenoles totales: mg Ácido Gálico Equivalente/ g de harina.

Los resultados de la capacidad antioxidante (**Tabla 3**), considerando los métodos de análisis ABTS y DPPH, evidenciaron un comportamiento significativo entre tratamientos. Los valores de ABTS muestran que la harina de la cáscara concentra una mayor presencia de antioxidantes con 26,99 $\mu\text{mol Trolox Equivalente/g}$ de harina a diferencia de la harina de penca que alcanzó 19,20 $\mu\text{mol Trolox Equivalente/g}$ de harina. De la misma manera, el análisis de actividad antioxidante por medio del método de DPPH mostró un comportamiento similar donde T0-2 fue estadísticamente superior a los demás tratamientos con 17,05 $\mu\text{mol Trolox Equivalente/g}$ de harina y menor en T0-1 con 9,87 $\mu\text{mol Trolox Equivalente/g}$ de harina.

El contenido de fenoles totales demostró como resultados un comportamiento estadístico no significativo ($p = 0,2479$) entre tratamientos con promedios de 5,57 y 6,04 mg Ácido Gálico Equivalente/ g de harina.

Tabla 4

Análisis colorimétrico de las harinas considerando la escala de color del espacio CieLab

Parámetros	T0-1 $\bar{x} \pm D.E.$	T0-2 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	p-valor
L	70,65 $\pm$ 0,31 a	64,21 $\pm$ 0,01 d	64,77 $\pm$ 0,02 c	65,49 $\pm$ 0,02 b	64,07 $\pm$ 0,04 d	<0,0001
a	4,29 $\pm$ 0,02 e	25,40 $\pm$ 0,02 a	9,94 $\pm$ 0,01 d	14,18 $\pm$ 0,03 c	18,26 $\pm$ 0,02 b	<0,0001
b	25,46 $\pm$ 0,04 a	-5,41 $\pm$ 0,03 e	9,72 $\pm$ 0,01 b	5,94 $\pm$ 0,01 c	-4,63 $\pm$ 0,02 d	<0,0001

Nota. Medias con letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). L (Luminosidad); a (Eje Rojo-Verde); b (Eje Amarillo-Azul).

Los resultados del análisis de color de las harinas por medio del espacio CieLab (**Tabla 4**), indican la presencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. Los resultados de la luminosidad (L) arrojaron que la harina de penca mantuvo una fijación con 70,65, cercano a los reportados en T2 con 65,49. En el caso de la harina de cáscara de pitahaya los valores alcanzados fueron de 64,21, manteniendo un comportamiento estadístico similar con el tratamiento T3 con 64,07, el mismo que integra una concentración de 60 % de harina de cáscara.

En la evaluación de la coordenada a^* (**Tabla 4**) se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($p = <0,0001$), apreciándose que la harina de la cáscara obtuvo una mayor puntuación sobre este indicador con 25,40 con una mayor fijación a tonalidades rojas el cual es característico de este subproducto que destaca como un potente colorante natural. Los resultados de la coordenada b^* mostraron diferencias significativas ($p = <0,0001$) entre tratamientos, donde la penca de pitahaya mostró valores superiores con colores cercanos a tonalidades amarillas con mezclas verdosas con un promedio de 25,46, comportamiento que se mantiene en los tratamientos T1 y T2 pero con menor intensidad donde se reportan promedios de 9,72 y 5,94.

Tabla 5

Análisis microbiológico de la harina de penca y cáscara de pitahaya

Parámetro	T0-1 $\bar{x} \pm D.E.$	T0-2 $\bar{x} \pm D.E.$	T1 $\bar{x} \pm D.E.$	T2 $\bar{x} \pm D.E.$	T3 $\bar{x} \pm D.E.$	p-valor
Mohos y levaduras	948,33 $\pm$ 7,6 4 a	412,67 $\pm$ 8,33 c	146,33 $\pm$ 4,04 d	617,33 $\pm$ 6,81 b	118,67 $\pm$ 0,58 e	<0,0001

Nota. Medias con letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Mohos y levaduras: UPC/g.

Los resultados de la evaluación de mohos y levaduras (**Tabla 5**) mostraron diferencias significativas ($p = <0,0001$), donde se aprecia que la harina de penca con un valor de 948,33 UPC/g, seguido de T2 y T0-2, mientras que las mezclas de harina de los tratamientos T1 y T3 presentaron los valores más bajos, alcanzando promedios de 146,33 y 118,67 UPC/g.

4. Discusión

En contraste con el contenido de proteína de las harinas, Enríquez & López (2021) al efectuar una caracterización de la harina de cáscara de pitahaya de descarte como alternativa de valor para su aprovechamiento sostenible reportan un promedio de 6,66 %, el cual se encuentra cercano al reportado en esta investigación. De la misma manera, Reyes-García et al. (2024) al efectuar una evaluación de las propiedades bromatológicas de harina de cáscara y pulpa de pitahaya reportan valores de proteína de 6,72 %, superiores a los reportados en la pulpa con 6,06 %.

Los valores de humedad se encontraron en los rangos óptimos para la conservación de harinas de acuerdo con la norma NTE INEN 616 (INEN, 2015), siendo factor fundamental para mantener la estabilidad microbiológica y vida útil, especialmente en productos como la pitahaya que es rica en fibra insoluble (Vilcapoma et al., 2023). Estudios previos Veintimilla (2025) en harina de la cáscara de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), reportan como resultado contenido de humedad 4,38 %, con un rango menor al reportado en esta investigación.

El análisis de cenizas demostró que la penca de pitahaya alcanzó la mayor proporción de este indicador habitualmente conformada por la presencia de zinc, calcio, potasio y magnesio, los cuales fueron reportados en estudios desarrollados por Obregón et al. (2022) al evaluar el perfil fisicoquímico de pitahaya cultivada en la costa central de Perú. De la misma manera, Reyes-García et al. (2024) al efectuar un estudio de la cáscara pitahaya reportan como resultados contenidos de ceniza de 11,63 g/100 g, el cual se encuentra por debajo de los resultados expuestos en esta investigación. Estudios de Madane et al. (2020) reportan valores inferiores de cenizas en la harina de cáscara de pitahaya con un promedio de 2,34 %, destacando que la variabilidad depende de factores extrínsecos al material vegetal.

En contraste con los resultados de pH, la penca mostró valores que indican una mayor acidez, que deriva de una mayor presencia de ácidos orgánicos (Shah et al., 2023). Estos valores se encuentran cercanos a los reportados por Abdel-Naeem et al. (2022) al efectuar una evaluación de harinas de cáscaras cítricas con rangos de 4 a 5,3, sin embargo, se destaca que estos valores dependen de la presencia de ácidos orgánicos. Resultados De Oliveira et al. (2025) en cáscara de pitahaya reportan rangos de pH variable de 4,5 a 5,0, los cuales son cercanos a este estudio. Por otro lado, los resultados de acidez se mostraron inferiores a los reportados por Veintimilla (2025) donde se documenta un promedio de 0,32 % de acidez por titulación del ácido ascórbico, sin embargo, son cercanos a los reportados por Muñoz-Murillo et al. (2024) quienes en harina de cáscara de pitahaya reportan un promedio de 0,13 % de acidez.

En relación con la capacidad antioxidante, se encontró que la harina de cáscara mostró una superioridad estadística sobre este indicador. Tang et al. (2021) reportaron que la capacidad antioxidante de la pitahaya está vinculada a la presencia de compuestos fenólicos presentes en el material vegetal, encontrándose ácido clorogénico, ferúlico y cafeico, los cuales actúan como captadores de radicales libre. De la misma manera, Verona-Ruiz et al. (2020) reportan la presencia de polifenoles, flavonoides y vitamina C, los cuales actúan como antioxidantes naturales, a su vez bajo los criterios de Singh et al. (2026) estos componentes elevan la potencial utilización de este tipo de harinas en el desarrollo de alimentos funcionales. Muñoz-Murillo (2025) en harina de cáscara de pitahaya reportan por ABTS una capacidad antioxidante de 3,44 $\mu\text{mol/g}$ de harina, siendo inferior al reportado en esta investigación.

El análisis de fenoles totales no fue estadísticamente diferente entre tratamientos. Estudios de Tang et al. (2021) al efectuar una caracterización de la cáscara de pitahaya reportan un promedio de 11,6 mg GAE/g que la categoriza como una fuente importante de compuestos fenólicos. Por su parte, los resultados de Jiménez-García et al. (2022) son menores con un promedio de 2,17 mg GAE/g, siendo a su vez inferiores a los reportados en esta investigación.

El análisis del color demostró una importante presencia de pigmentos naturales como betalaínas (betacianinas y betaxantinas) (Jiménez-García et al., 2022), sin embargo, la

presencia de estos compuestos puede ser afectada reacciones de pardeamiento los procesos de deshidratación (Qalbi et al., 2023). En la coordenada a se encontró una fijación de color de tonos rojos derivados de pigmentos fenólicos y betalainas (Corimayhua-Silva et al., 2024).

En el caso de la harina de penca de pitahaya los resultados muestran un promedio de 4,29 en la coordenada a, el cual contrasta con las características de esta parte de la planta, la cual muestra un color verde que deriva de la presencia de clorofilas que dan el color verde a esta parte del tejido (Clairvil et al., 2026). Qalbi et al. (2023) al evaluar el color de la cáscara de pitahaya reportan valores de 9,61 a 10,34, destacando aumentos en este indicador con un mayor tiempo de secado, reportando un rango de color rojo-rosado apto como colorante natural. De la misma manera, De Oliveira et al. (2025) contrastan que este tipo de material vegetal puede ser utilizado como colorante natural en matrices gelificadas, donde ha mostrado resultados favorables sobre su estabilidad durante el almacenamiento.

En contraste a la coordenada b, la harina de cáscara de pitahaya reflejó valores negativos sobre este indicador con -5,41 y -4,63 que generan tonalidades púrpura-rojizas, lo cual contrasta con resultados expuestos por Nurhadi et al. (2024) al estudiar las variaciones de color en la cáscara de pitahaya colores con tendencias rojizas-violáceas.

El análisis microbiológico que la reducción de la carga de mohos y levaduras en las harinas de T1 y T3 está asociada a la presencia de compuestos fenólicos y metabolitos secundarios presentes en la harina pitahaya. Estudios de Chumroenvidhayakul et al. (2023) al valorar los residuos de pitahaya como alternativa para reducir la peroxidación lipídica de los tratamientos muestra una reducción del deterioro microbiológico debido a la presencia de polifenoles y fibra con efecto protector.

De la misma manera, se observa que los resultados del análisis microbiológico de este estudio se encuentran dentro de los criterios de calidad estipulados por la NTE INEN 616 (INEN, 2015), donde se reporta valores máximos de 1×10^3 UFC/g, que a su vez contrasta que la harina cumple con los criterios de inocuidad alimentaria. De la misma manera, los Enríquez & López. (2021) al determinar la presencia de mohos en harina de cáscara de pitahaya muestra resultados menores a 10 UFC/g, cumpliendo con los estándares de la normativa de referencia, a su vez se destaca que estos valores son inferiores a los reportados en esta investigación.

5. Conclusiones

- Las harinas de la penca y cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*) presentaron adecuada estabilidad fisicoquímica, alta capacidad antioxidante, variaciones en el color de acuerdo a la escala CieLab debido a los pigmentos naturales y baja carga microbiológica dentro de requisitos de la NTE INEN 616, destacando su potencial como ingrediente agroindustrial para el desarrollo de alimentos

funcionales, colorantes naturales y productos con mayor estabilidad, promoviendo el aprovechamiento sostenible de subproductos de pitahaya.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Derechos de autor (copyright)

Los autores son los titulares de los derechos de autor (patrimoniales y/o de explotación) de los contenidos de la revista (*copyright*).

8. Declaración de contribución de los autores

Los autores declaran haber participado de manera equitativa y sustancial en la realización de esta investigación, bajo las responsabilidades según la [Taxonomía CRediT](#) para describir las contribuciones individuales de cada autor al trabajo.

Natalia Shirley Moreira-Pinto: investigación, metodología, curación de datos, escritura - borrador original, discusión de resultados, revisión y aprobación del documento final.

Plinio Abelardo Vargas-Zambrano: metodología, curación de datos, escritura – borrador original, discusión de resultados, revisión y aprobación del documento final.

Divulgación de la delegación a la IA generativa

No se utilizó IA generativa en el desarrollo de esta investigación.

Declaración presentada por: Natalia Shirley Moreira-Pinto.

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

10. Referencias bibliográficas

Abdel-Naeem, H. H., Elshebrawy, H. A., Imre, K., Morar, A., Herman, V., Pașcalău, R., & Sallam, K. I. (2022). Antioxidant and antibacterial effect of fruit peel powders in chicken patties. *Foods*, 11(3), 301. <https://doi.org/10.3390/foods11030301>

Baltazar Flores, R. A., Padilla Sevillano, A. W., Neciosup Prieto, M. E. (2025). Aplicación de tecnologías de encapsulación en la conservación de compuestos bioactivos en alimentos funcionales. *Innovarium International Journal*, 3(2), 23. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10399986>

Bonisoli, L., Galdeano-Gómez, E., Piedra-Muñoz, L., & Sorroche-del-Rey, Y. (2025). Evaluating the sustainability of rural agri-producers: The application of SAFA smallholders in Ecuadorian banana. *The Journal of Environment & Development*, 35(2), 607–631. <https://doi.org/10.1177/10704965261417260>

- Chumroenvidhayakul, S., Thilavech, T., Abeywardena, M., & Adisakwattana, S. (2023). Dragon fruit peel waste (*Hylocereus undatus*) as a potential ingredient for reducing lipid peroxidation, dietary advanced glycation end products, and starch digestibility in cookies. *Antioxidants*, 12(5), 1002. <https://doi.org/10.3390/antiox12051002>
- Clairvil, E., Guimarães, M. de A., Rodrigues, F. A., Dória, J., Dias, G. de M. G., Feitosa, B. H., Castro, E. M. de, & Pasqual, M. (2026). Light quality and zinc concentrations interfere with the in-vitro cultivation of *Selenicereus undatus*. *Bragantia*, 85, e20250133. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20250133>
- Corimayhua-Silva, A. A., Elías-Peñafiel, C., Rojas-Ayerve, T., Guevara-Pérez, A., Farfán-Rodríguez, L., & Encina-Zelada, C. R. (2024). Red Dragon fruit peels: Effect of two species ratio and particle size on fibre quality and its application in reduced-fat alpaca-based sausages. *Foods*, 13(3), 386. <https://doi.org/10.3390/foods13030386>
- De Oliveira, G., de Lima Costa, I. H., dos Santos Lima, M., Macedo Dantas, A., Guerra Dias, A. R., & da Silva Campelo Borges, G. (2025). Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder: a source of pigments, phenolic and antioxidants activity for use in food hydrocolloids. *Food Bioscience*, 68(106512), 106512. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106512>
- Diéguez-Santana, K., Sarduy-Pereira, L. B., Sablón-Cossío, N., Bautista-Santos, H., Sánchez-Galván, F., & Ruíz Cedeño, S. d. M. (2022). Evaluation of the circular economy in a Pitahaya agri-food chain. *Sustainability*, 14(5), 2950. <https://doi.org/10.3390/su14052950>
- Enríquez, M., & López, R. (2021). Evaluación de las propiedades físico químicas y microbiológicas, en la harina de cáscara de pitahaya de descarte (*elenicereus undatus* (haw) d.r. hunt). *FABICIB*, 26. <https://doi.org/10.14409/fabicib.v26i2.12257>
- Erazo-Lara, A. E., García-Pastor, M. E., Padilla-González, P. A., Serrano, M., & Valero, D. (2024). Yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) growth and ripening as affected by preharvest elicitors (Salicylic Acid, Methyl Salicylate, Methyl Jasmonate, and Oxalic Acid): enhancement of yield, and quality at harvest. *Horticulturae*, 10(5), 493. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10050493>
- García-Castro, A., Roman-Gutierrez, A. D., Guzmán-Ortiz, F. A., Castañeda-Ovando, A., & Cariño-Cortés, R. (2022). Compuestos bioactivos presentes en alimentos con actividad antihipertensiva y su efecto en COVID-19. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(18), 1-6. <https://doi.org/10.29057/icbi.v9i18.8098>

- Gatti, N., Serio, G., Morante-Carriel, J., Deusebio, P., Conti, G., Eva, C., Maghrebi, M., Gentile, C., & Mannino, G. (2025). Phytochemical and antioxidant profile of pitaya (*Hylocereus hybridum*) fruits: elucidation through chemical fractionation. *Journal of Food Science*, 90(8), e70502. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70502>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). *NTE INEN 520:2012. Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza* (Segunda edición). <https://es.scribd.com/doc/187738698/NTE-INEN-520-2012-Harina-Cenizas>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013a). *NTE INEN 521:2013. Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable* (Primera edición). <https://es.scribd.com/document/653997386/NTE-INEN-521-DETERMINACION-DE-LA-ACIDEZ-TITULABLE-HARINAS-DE-ORIGEN-VEGETAL>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013b). *NTE INEN-ISO 20483:2013 Cereales y leguminosas: Determinación del contenido en nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Método Kjeldahl (IDT)* (Primera edición). <https://www.studocu.com/ec/document/universida>
- Jiménez-García, N., García-Mier, L., Ramírez-Gómez, X. S., Aguirre-Becerra, H., Escobar-Ortiz, A., Contreras-Medina, L. M., Garcia-Trejo, J. F., & Feregrino-Perez, A. A. (2022). Pitahaya peel: A by-product with great phytochemical potential, biological activity, and functional application. *Molecules*, 27(16), 5339. <https://doi.org/10.3390/molecules27165339>
- Khan, R., Anwar, F., Ghazali, F. M., & Mahyudin, N. A. (2024). Valorization of waste: Innovative techniques for extracting bioactive compounds from fruit and vegetable peels-A comprehensive review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 97, 103828. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103828>
- Madane, P., Das, A. K., Nanda, P. K., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., Shewalkar, A., & Maity, B. (2020). Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) peel as antioxidant dietary fibre on quality and lipid oxidation of chicken nuggets. *Journal of food science and technology*, 57(4), 1449-1461. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04180-z>
- Muñoz-Murillo, J. (2025). Harinas de cáscaras de maracuyá, naranja y pitahaya como alternativa sostenible para la industria alimentaria. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 45(3), 263-269. <https://doi.org/10.12873/453munoz>
- Muñoz-Murillo, J. P., García-Mendoza, J. J., Arévalo-Reyes, L. E., & Cedeño-Cedeño, J. C. (2024). Galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11(1), 18-30. <https://doi.org/10.53287/kdgc7623aq78f>
- Nirmal, N. P., Khanashyam, A. C., Mundanat, A. S., Shah, K., Babu, K. S., Thorakkattu, P., Al-Asmari, F., & Pandiselvam, R. (2023). Valorization of fruit

- waste for bioactive compounds and their applications in the food industry. *Foods*, 12(3), 556. <https://doi.org/10.3390/foods12030556>
- Nurhadi, B., Qonit, M. A. H., Mubarak, S., & Saputra, R. A. (2024). Enhancing betacyanin stability: Comparison of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) pulp and peel powders through encapsulation technology during storage. *Food Science & Nutrition*, 12(5), 3251-3264. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3992>
- Obregón-La Rosa, A. J., Contreras-López, E., Elías-Peñafiel, C., Muñoz-Jauregui, A. M., Yuli-Posadas, R. Ángel, & Córdor-Salvatierra, E. J. (2022). Perfil nutricional y fisicoquímico de la pitahaya cultivada en la costa central del Perú. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 39 (1), e223911. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/37580>
- Qalbi, R., Giovani, S., Guo, Q., & Adelina, N. M. (2023). Effect of drying time on physicochemical characteristics of dragon fruit peels powder (*Hylocereus polyrhizus*). *Journal of Agri-Food Science and Technology*, 4(2), 81-96. <https://doi.org/10.12928/jafost.v4i2.9294>
- Reyes-García, V., Botella-Martínez, C., Juárez-Trujillo, N., Muñoz-Tébar, N., & Viuda-Martos, M. (2024). Pitahaya (*Hylocereus ocamponis*)-peel and-flesh flour obtained from fruit co-products—assessment of chemical, techno-functional and in vitro antioxidant properties. *Molecules*, 29(10), 2241. <https://doi.org/10.3390/molecules29102241>
- Senou, M. M. (2025). Market-oriented food production and welfare improvement: Causal evidence from rural households in Mali. *Journal of Agriculture and Food Research*, 24(102472), 102472. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102472>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2015). *Norma Técnica NTE INEN 616. Harina de Trigo (Cuarta revisión)*. <https://es.scribd.com/document/272228164/nte-inen-616-4>
- Shah, K., Chen, J., Chen, J., & Qin, Y. (2023). Pitaya nutrition, biology, and biotechnology: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 13986. <https://doi.org/10.3390/ijms241813986>
- Sharma, S., Sharma, U., Sharma, N., Rana, V. S., Thakur, S., Kumar, A., & Kumar, R. (2025). Exploring the valorization of fruit bio-waste for sustainable utilization in agro-food industries: A Comprehensive Review. *Food Bioscience*, 63(105768), 105768. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105768>
- Singh, C., Singh, V. P., Umaraw, P., Verma, K., & Vihan, V. (2026). Optimization of ethanolic extract of hylocereus undatus peel in chevon batter: evaluation of physico-chemical, antioxidant, and antimicrobial properties. *Food Control*, 183(111950), 111950. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111950>

- Tang, W., Li, W., Yang, Y., Lin, X., Wang, L., Li, C., & Yang, R. (2021). Phenolic compounds profile and antioxidant capacity of pitahaya fruit peel from two red-skinned species (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*). *Foods*, 10(6), 1183. <https://doi.org/10.3390/foods10061183>
- Veintimilla Villavicencio, A. L. (2025). Caracterización físico-química de harina de corteza de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), y su adición en la elaboración de compota de pera. *Conectividad*, 6(3), 39-49. <https://doi.org/10.37431/conectividad.v6i3.268>
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. (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>
- Vilcapoma, W., de Bruijn, J., Elías-Peñafiel, C., Espinoza, C., Farfán-Rodríguez, L., López, J., & Encina-Zelada, C. R. (2023). Optimization of ultrasound-assisted extraction of dietary fiber from yellow dragon fruit peels and its application in low-fat alpaca-based sausages. *Foods*, 12(15), 2945. <https://doi.org/10.3390/foods12152945>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Open policy finder
Formerly Sherpa services

