

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS (CÁSCARA Y SEMILLA) DE LA FRUTA DE PAN (*ARTOCARPUS ALTILIS*) PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA

USE OF RESIDUES (PEEL AND SEED) OF BREADFRUIT (*ARTOCARPUS ALTILIS*) TO OBTAIN FLOUR

Geraldine Najary Cherne Vaca¹, Jonathan Alexander Arguello Cedeño², Karol Yannela Revilla Escobar³.

{geraldine.cherne@pucese.edu.ec¹, jaarguello@pucese.edu.ec², kyrevilla@pucese.edu.ec³}

Fecha de recepción: 18/02/2025 / Fecha de aceptación: 25/02/2025 / Fecha de publicación: 03/03/2025

RESUMEN: El desperdicio de subproductos agroindustriales representa un desafío ambiental y económico, ya que grandes cantidades de residuos, como la cáscara y la semilla del fruto de pan (*Artocarpus altilis*), no son aprovechadas adecuadamente. A pesar de su valor nutricional, estos residuos suelen ser descartados, lo que limita su potencial como materia prima en la industria alimentaria. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo evaluar el aprovechamiento de dichos residuos para la obtención de harina. La investigación experimental se llevó a cabo en el Campus Tachina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador SEDE Esmeraldas. Se utilizó un diseño experimental con arreglo factorial A*B, siendo el Factor A los métodos de secado (natural y mecánico) y el Factor B el tipo de residuo (semillas y cáscaras), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Para determinar diferencias significativas, se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0,05$) mediante el software estadístico InfoStat. Se evaluaron propiedades físico-químicas y tecnológicas, obteniendo como resultado para humedad (3.7% - 8.89%), grasa (2.6% - 7.6%), densidad (0.69% - 0.71), capacidad de retención de agua (106.05 - 106.27 ml/100g) y aceite (114.80 - 116.55 ml/100g). Los resultados indican que la harina obtenida posee propiedades adecuadas para su posible uso en la industria alimentaria, representando una alternativa económica e innovadora para el aprovechamiento de subproductos del fruto de pan.

Palabras clave: *Artocarpus Altilis*, harina, propiedades funcionales, residuos vegetales, sostenibilidad alimentaria

¹Carrera de Agroindustria, Pontificia Universidad Católica del Ecuador SEDE Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-8734-1216>.

²Carrera de Agroindustria, Pontificia Universidad Católica del Ecuador SEDE Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-2861-4659>.

³Carrera de Agroindustria, Pontificia Universidad Católica del Ecuador SEDE Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-8734-1216>.

ABSTRACT: The waste of agro-industrial by-products represents an environmental and economic challenge, since large quantities of waste, such as the shell and seed of breadfruit (*Artocarpus altilis*), are not properly utilized. Despite their nutritional value, these residues are often discarded, which limits their potential as raw material in the food industry. In this context, the objective of the research was to evaluate the use of these residues to obtain flour. The experimental research was carried out at the Tachina Campus of the Pontifical Catholic University of Ecuador, Esmeraldas Campus. An experimental design with an A*B factorial arrangement was used, with Factor A being the drying methods (natural and mechanical) and Factor B being the type of residue (seeds and shells), with four treatments and three repetitions. To determine significant differences, a Tukey multiple range test ($p < 0.05$) was applied using the InfoStat statistical software. Physical-chemical and technological properties were evaluated, obtaining as results for humidity (3.7% - 8.89%), fat (2.6% - 7.6%), density (0.69% - 0.71), water retention capacity (106.05 - 106.27 ml/100g) and oil (114.80 - 116.55 ml/100g). The results indicate that the flour obtained has adequate properties for its possible use in the food industry, representing an economic and innovative alternative for the use of breadfruit by-products.

Keywords: *Artocarpus altilis*, flour, functional properties, vegetal residues, food sustainability

INTRODUCCIÓN

El desperdicio de subproductos agrícolas representa un problema relevante en la actualidad, debido a que, afecta la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de los recursos naturales. Un caso particular es el de la fruta de pan (*Artocarpus altilis*), originaria del Pacífico occidental, especialmente en Nueva Guinea y sus islas cercanas. Este cultivo, aunque de alto rendimiento y adaptable a climas tropicales y subtropicales, sigue siendo infrautilizado en regiones como América del Sur, el Caribe y Oceanía (1). A pesar de su potencial como alimento nutritivo, una gran parte del fruto y sus subproductos, como la cáscara y la semilla, no se aprovechan adecuadamente, lo que agrava el problema del desperdicio alimentario (2).

En América Latina, el árbol del pan ha sido introducido con éxito en países como Brasil, Colombia, Venezuela y Ecuador, donde ha mostrado buena adaptación a los climas tropicales (1). Sin embargo, su uso sigue siendo limitado debido a la falta de estrategias para valorizar sus residuos. En Ecuador, por ejemplo, a pesar de contar con condiciones favorables para su cultivo, el aprovechamiento de la fruta de pan es mínimo, lo que implica que una parte significativa de su producción se desperdicia sin ser utilizada de manera eficiente (3).

Desde el punto de vista nutricional, la fruta de pan es un recurso valioso, ya que su proteína contiene todos los aminoácidos esenciales, destacándose por su riqueza en fenilalanina, leucina, isoleucina y valina (3). Además, posee una baja densidad energética (110,18–350,75 kcal/100 g) y es una excelente fuente de carbohidratos, fibra dietética, proteínas y micronutrientes esenciales como calcio (19,70–314,47 mg), potasio (361,60–1393,50 mg), hierro (0,50–28,13 mg), vitamina C (8,57–16,35 mg) y B3 (1,11–3,34 mg) (4), (5). Su contenido de antioxidantes y vitaminas del grupo

B y C la convierten en un alimento con propiedades beneficiosas para la salud. Además, su característica libre de gluten la hace apta para el consumo de personas con enfermedad celíaca, lo que la posiciona como un ingrediente prometedor en la elaboración de productos sin gluten (6).

El uso de la fruta de pan en la obtención de harina podría representar una alternativa viable para reducir la dependencia de harinas importadas como las de trigo y arroz, lo que contribuiría a mejorar la seguridad alimentaria en diversas regiones. Investigaciones han señalado que este fruto tiene una gran importancia financiera, es necesario mencionar que, podría convertirse en un alimento básico con múltiples aplicaciones en la industria alimentaria (6). Sin embargo, aún no se ha explorado completamente su aprovechamiento integral, y en la actualidad su uso sigue limitado principalmente al consumo en su forma natural (1).

El fruto de pan ha sido clasificado dentro de los 25 superalimentos con mayor potencial a nivel mundial, debido a su capacidad para contribuir en la prevención y manejo de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes, la hipertensión y la obesidad (7). Además, representa una materia prima de interés en la agroindustria, ya que permite la elaboración de productos derivados como la harina, la cual se obtiene mediante procesos de deshidratación y molienda (8). Para la producción de harina a partir de los residuos de la fruta de pan, se pueden emplear diversos métodos de deshidratación, tanto mecánicos como de secado natural. Se ha observado que el secado natural permite conservar mejor los nutrientes del producto final, mientras que el método mecánico agiliza el proceso de deshidratación. Es relevante evaluar cómo estas técnicas de secado y las diferentes concentraciones de componentes (cáscara y semilla) pueden influir en las características tecnológicas del producto obtenido (8).

En este contexto, la presente investigación busca aportar soluciones al problema del desperdicio alimentario mediante el aprovechamiento de los residuos de la fruta de pan, específicamente la cáscara y la semilla, para la producción de harina. Estos subproductos presentan un alto potencial nutricional y funcional, lo que los convierte en ingredientes prometedores para la elaboración de alimentos más sostenibles y saludables. Con este enfoque, se pretende reducir el desperdicio agrícola y promover el desarrollo de productos innovadores que contribuyan a una alimentación más eficiente y sustentable

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del material

La obtención de la materia prima (*fruto de pan*) se obtuvo en una finca ubicada en las riberas del Río Teaone ubicado en la parroquia rural de Vuelta Larga de la ciudad de Esmeraldas con longitud 0.897352 y latitud -79.701323. La presente investigación experimental que integra la obtención y caracterización de la harina de cáscaras y semillas del fruto de pan se llevó a cabo en el Laboratorio de Ingeniería de Recursos Naturales que está situado en el Campus de Tachina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador- Sede Esmeraldas, vía al Tigre – Parroquia de Tachina provincia de Esmeraldas.

Diseño experimental

Para la presente investigación se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de A*B, donde el factor A hace referencia a las partes vegetativas de la fruta de pan (semillas y cáscaras) y el factor B corresponde a los tipos de secado de la fruta de pan. Obteniendo un total de 4 tratamientos con tres repeticiones, ya que este es un estudio que prueba la relación causa efecto entre las variables propuestas, es decir que se necesita la práctica para determinar el proceso óptimo, mediante la aplicación de los diferentes tratamientos. Para determinar diferencias significativas estadísticamente entre las medias de los tratamientos se empleó una prueba de rangos múltiples Tukey ($p < 0,05$) mediante el software estadístico InfoStat. El planteamiento de los tratamientos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos de la investigación.

Tratamientos	Interacción
T1	Secado natural + Semillas
T2	Secado natural + Cáscaras
T3	Secado mecánico + Semillas
T4	Secado mecánico' + Cáscaras'

Manejo experimental

Para la obtención de la harina se usó las semillas y cáscaras procedentes del fruto de pan, las cuales fueron seleccionadas, lavadas y llevadas al laboratorio para su procesamiento en bolsas limpias de polietileno. Luego se llevaron las semillas y cáscaras a secar al sol en papel periódico por un lapso de 5 horas y en otro apartado se sometieron al horno a 105°C durante 3 horas, se extrajeron las semillas de su corteza rugosa ya previamente deshidratadas, posterior a ello se pasó por el proceso de molienda para adquirir la materia seca, es decir, una harina fina utilizando un molino de martillos, por separado las cáscaras y las semillas de acuerdo con la Tabla 1.

Características fisicoquímicas

Humedad (%): Para determinar la humedad se tomó en cuenta el método de secado por horno, de acuerdo con lo estudiado por (10), en el cual se utilizó 10 g de muestra a una temperatura de 100°C en la estufa (Memmert) por un periodo de 4 horas hasta obtener peso constante de la muestra seca. Seguido se dejó enfriar el recipiente en un desecador y se pesó. Por último, para determinar la humedad se realiza mediante la resta entre el peso inicial de recipiente con la muestra y el peso final del mismo.

Grasa (%): El método soxhlet atribuye el contenido de grasas presente en la harina como indica (11), en donde a la muestra de harina se sometió a temperatura de 105°C para eliminar la

humedad, luego se pesó 20 g de la muestra en bolsas de extracción de papel filtro, y posterior a ello llenar el balón aforado de recogida con el solvente orgánico (hexano) colocarla dentro en el extractor Soxhlet, calentar el solvente en el balón, que subirá al cartucho de extracción y disolverá las grasas. El solvente, ahora cargado de grasa, volverá al balón aforado donde se condensará y repetirá el ciclo, realizando esta extracción por alrededor de 2-4 horas para una extracción efectiva, una vez finalizada la extracción, se retira el balón aforado del extractor Soxhlet y se elimina el solvente usando un evaporador rotatorio. Pesar el balón aforado con la muestra restante de la extracción y se emplea la resta entre el peso final del balón aforado con la grasa y el peso inicial del balón vacío. Para obtener el porcentaje de grasa se empleó la ecuación 1.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial del balón}}{\text{peso de la muestra}} \times 100 \text{ Ecu 1.}$$

Densidad (g/ml): En el análisis de densidad se determinó mediante método de laboratorio de densidad aparente (Bulk Density) propuesto por el autor (9) que permite medir en función de su masa y volumen, el cual consta en llenar un recipiente de volumen conocido (de preferencia cilíndrico) con la harina, sin compactarla, seguido de nivelar la superficie de esta con una espátula para obtener una medición precisa, finalmente se aplicó la ecuación 2.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa de harina}}{\text{volumen del recipiente}} \text{ Ecu 2}$$

Propiedades tecnológicas

Capacidad de retención de agua: La capacidad de retención de agua se determina midiendo la cantidad que puede ser absorbida y retenida por la harina, el cual implica la mezcla de 10 g de muestra de harina y 100 ml de agua destilada en un recipiente de medición como vaso de precipitado, como mencionan (12), posterior a ello realizar una mezcla homogénea, dejar reposar por un periodo de 30 minutos a 1 hora, para que la harina se pueda permitir actuar de forma que absorba el agua, luego del reposo filtrar la mezcla y centrifugar a 3000rpm durante 10 minutos y tomar nota del peso final. La capacidad de absorción y retención se determina mediante la ecuación 3:

$$\text{CRA} = \frac{(\text{Peso de muestra} * \text{Peso de muestra hidratada}) - (\text{Peso de muestra} - \text{Cápsula vacía})}{(\text{Peso de muestra} * \text{Peso de muestra hidratada})} \times 100 \text{ Ecu 4}$$

Capacidad de retención de aceite: La capacidad de retención de aceite (CRA) en la harina de fruto de pan se refiere a la cantidad de aceite que la harina puede retener sin que se libere. Se evaluó con el método propuesto por (13), sin embargo, en este análisis se reemplazó agua por aceite de palma africana, expresados como la cantidad de aceite ligado en 100g de la muestra.

$$\text{CRO} = \frac{(\text{Peso de muestra} * \text{Peso de muestra hidratada}) - (\text{Peso de muestra} - \text{Cápsula vacía})}{(\text{Peso de muestra} * \text{Peso de muestra hidratada})} \times 100 \text{ Ecu 4}$$

Manejo experimental

El proceso de obtención de harina a partir de la fruta de pan (*Artocarpus altilis*) implica diferentes etapas para el aprovechamiento de residuos de cáscaras y semillas. Iniciando con limpieza de cáscaras y semillas para someterlas a un proceso de secado natural, en donde son expuestas al sol, para reducir su contenido de humedad. Este proceso de secado natural se extendió por tres días, aunque tiende a depender de las condiciones ambientales, y permite que los residuos alcancen un contenido de humedad adecuado para el procesamiento posterior. Alternativamente, se utilizó un secado mecánico, como el horno a 120°C durante tres horas, lo que permite que el proceso se acelere y garantice una deshidratación uniforme. Tras el secado, los residuos se molieron en un molino industrial hasta obtener una masa fina que pasa a través de un tamiz con una malla de entre 200 a 250 micras, para separar las partículas gruesas y obtener una harina más homogénea.

RESULTADOS

Características fisicoquímicas

En la Tabla 2 se detallan las características fisicoquímicas de los tratamientos, donde se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) para las variables humedad, grasa y densidad.

Tabla 2. Resultados fisicoquímicos de la harina obtenida de los diferentes residuos de *Artocarpus altilis*.

Tratamientos	Humedad (%)	Grasa (%)	Densidad (g/ml)
T1	8.89 ± 0.01 ^A	7.6 ± 0.01 ^A	0.69 ± 0.01 ^{AB}
T2	8.5 ± 0.01 ^B	7.01 ± 0.01 ^B	0.7 ± 0.01 ^A
T3	6.4 ± 0.01 ^C	2.6 ± 0.01 ^D	0.71 ± 0.01 ^A
T4	3.7 ± 0.01 ^D	4.01 ± 0.01 ^C	0.67 ± 0.01 ^B

Nota: Los resultados de los parámetros seleccionados se presentaron como media ± desviación estándar y las diferentes letras minúsculas dentro de la columna indican diferencias significativas según la prueba rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$).

De acuerdo con el contenido de humedad de los tratamientos se evidenció diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medias de los tratamientos, determinando que la mayor incidencia se situó en T1 (Semillas + Secado natural) con 8.89% mientras que se obtuvo el menor valor de humedad en el T4 con una humedad del 3.70%. Esto indica que, a menor temperatura, como método para secado de la materia prima (fruto de pan), aumenta el contenido de humedad.

Según se presenta en los resultados de grasas, se determinó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la media de los tratamientos, teniendo presente que el mayor contenido de grasa se refleja en el T1 (semilla + secado natural) con 7.6% a modo que, el T3 mantuvo menor valor con 2.6%, esto indica que el secado y la parte vegetativa afecta directamente el contenido de grasa, es por ello que, se denotó que los tratamientos obtenidos de cáscaras muestran valores menores

significativamente de contenido de grasa a diferencia de los tratamientos con semilla, es decir, el mayor contenido de grasas reposa en las semillas del fruto.

Como se muestra la Tabla 2, la densidad de la harina es significativamente diferente ($p < 0.05$) entre los tratamientos, debido a que el T3 (cáscara + secado natural) tiene un valor de 0.71 g/ml a comparación del T4 (cáscara + secado mecánico) con 0.67 g/ml, lo cual demuestra que la harina obtenida de cáscaras utilizando el método de secado natural obtuvo mayor densidad dado a su procesamiento menos intensivo que generalmente conservan su estructura física.

Propiedades funcionales

Capacidad de retención en agua (CRA)

En la Figura 1 se presentan los resultados de la capacidad de retención de agua (CRA) donde según el análisis de varianza reveló no existió diferencias significativas ($p > 0.05$), reflejando en T1 (semilla + secado natural) la mayor capacidad de retención con 106.27 ml/100g y en el T4 (cáscara + secado mecánico) con 106.05 ml/100g con disminución de capacidad de retención de agua en harinas.

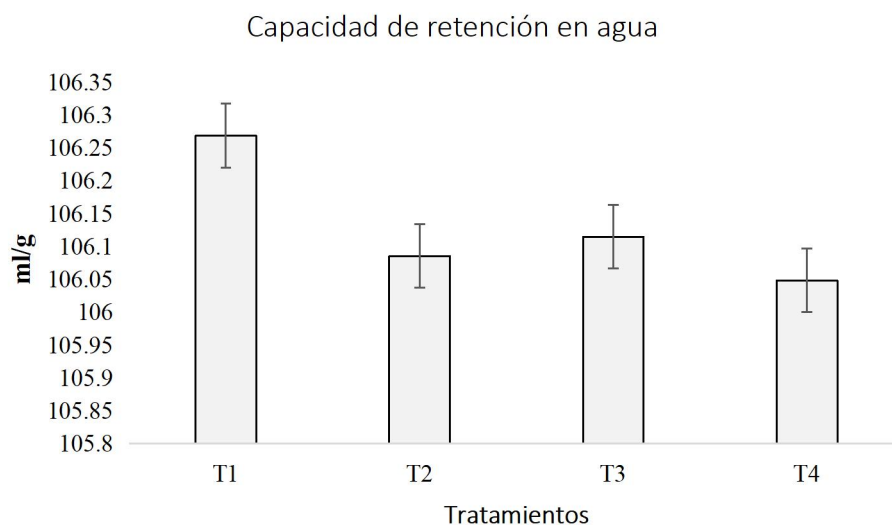


Figura 1. Capacidad de retención en agua (CRA) de la harina obtenida de residuos de *Artocarpus altilis*.

Nota: El T1 (semillas + secado natural) su capacidad de retención es de 106,27 ml/g, el T2 (cáscara + secado natural) de 106,09 ml/g, el T3 (semillas + secado mecánico) de 106,12 ml/g y el T4 (cáscaras + secado mecánico) de 106,05 ml/g).

Capacidad de retención en aceite: La capacidad de retención de aceite (Figura 2) indica que las medias son significativamente diferentes ($p > 0.05$), lo que representa que el T2 (semilla + secado mecánico) con 116,55 ml/100g, siendo el tratamiento superior en capacidad de absorción de aceite, difiere significativamente del T1 (semilla + secado natural) con 114,80 ml/100g, con su baja capacidad de retención de aceite. Esto indica que el tratamiento de secado mecánico infliere

de forma positiva en la capacidad de absorción o retención debido a aquellos cambios en la estructura o composición de las semillas y cáscaras, es decir, a mayor preservación de estructura y componentes, mejor capacidad de retención y a menor preservación existe menor capacidad de retención teniendo en cuenta el método de secado.

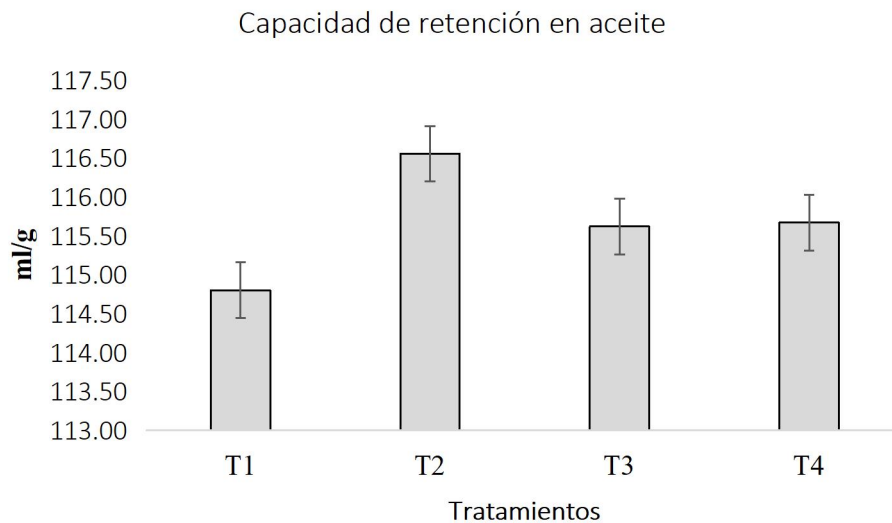


Figura 2. Capacidad de retención en aceite (CRO) de la harina obtenida de residuos de *Artocarpus altilis*.

Nota: El T1 (semillas + secado natural) su capacidad de retención es de 114,80 ml/g, el T2 (cáscara + secado natural) de 116,55 ml/g, el T3 (semillas + secado mecánico) de 115,62 ml/g y el T4 (cáscaras + secado mecánico) de 115,67 ml/g).

DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas

Varios estudios han establecido que la harina de fruta de pan presenta un contenido de humedad aproximado del 15% (14). De acuerdo con (15), las harinas de uso general deben tener un máximo del 14.5% de humedad. En este sentido, los tratamientos empleados en el presente estudio cumplen con los parámetros establecidos por dicha norma (15). No obstante, es importante señalar que el contenido de humedad también juega un papel clave en la inhibición del crecimiento de microorganismos, lo cual influye directamente en la vida útil del producto (16).

Según (17), la semilla del fruto de pan tiene una composición química que incluye aproximadamente 4.80 g de grasas, destacándose además por su elevado contenido de carbohidratos y proteínas. En cambio, autores como (18) determinaron que, al analizar la composición proximal de la harina de fruta de pan, el contenido de grasas es del 1.87%, obteniendo este resultado mediante diversos métodos de secado.

En investigaciones previas, se ha determinado una densidad promedio de 0.625 g/ml para un total de 64 semillas, lo que sugiere que el tratamiento T4 está estrechamente relacionado con esta medición (19). Por otro lado, (20) afirman que la densidad de un material se ve directamente influenciada por el tamaño de las partículas, de modo que, a mayor tamaño de partícula de la harina, mayor será su densidad en relación con su masa.

Propiedades funcionales

Los resultados obtenidos muestran que los residuos, como las semillas, poseen una estructura más porosa y fibrosa, lo que se traduce en una mayor superficie para la absorción, tal como lo indica (21). En comparación con otros estudios, se han reportado capacidades relativas de absorción (137.60 ml/100 g) y retención (83.60 ml/100 g) de agua en harinas de diferentes cereales como el amaranto (*Amaranthus*). Esto indica que estas harinas pueden absorber cantidades significativas de agua, debido a que la capacidad de absorción y retención influye directamente en la textura y calidad del producto final (22).

En este sentido, los resultados obtenidos por (23) indican que, en su estudio, la harina de frejol canario (*Phaseolus vulgaris*) mostró una capacidad de absorción de agua de 139.18 ml/100 g, mientras que la harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) presentó una absorción de 157.82 ml/100 g. Estos valores reflejan una alta capacidad de absorción de agua en ambas harinas, lo que muestra una posible influencia en sus propiedades funcionales, como la textura y la consistencia.

CONCLUSIONES

En el aprovechamiento de residuos (cáscara y semilla) de fruta de pan para la obtención de harina, se demostró que tanto la parte vegetativa como el tipo de secado de la materia prima, influyeron significativamente en las características fisicoquímicas, lo que evidenció que la harina obtenida a partir de la semilla mediante secado natural tiene mayor porcentaje de humedad (8.89%) y grasa (7.6%), mientras el secado mecánico aumenta la densidad (0.71 g/ml) del producto final. Por otro lado, la capacidad de retención en agua (CRA) no incide entre los factores estudiados, sin embargo, la capacidad de retención en aceite (CRO) situó mayor capacidad en la harina elaborada de cáscara mediante secado natural (116.55ml/100g). De esta forma, se concluye que la harina de residuos de fruta de pan podría ser utilizadas para la producción de alimentos de panificación contribuyendo a la diversificación el uso de estos cultivos en la cadena agroalimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ying, L., Brown, P. N., Ragone, D., Gibson, D. L., & Murch, S. J. (2023). Breadfruit flour is a healthy option for modern foods and food security. Plos One, 15(7). doi: 10.1371/journal.pone.0236300.

2. Liu, Y., Brown, P., Ragone, D., Gibson, D., & Murch, S. (2020). Breadfruit flour is a healthy option for modern foods and food security. n.a: Plos One 15(7): E0236300. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236300>.
3. Kervyn-Ajay, M., Yu Chin-Rina, Q., & Christiani-Jeyakumar, H. (marzo de 2023). Breadfruit (*artocarpus altilis*): processing, nutritional quality, and food applications. *Frontiers in Nutrition*, 10-16. doi: 10.3389/fnut.2023.1156155.
4. Ragone, D., & Cavaletto, C. G. (2006). Sensory evaluation of fruit quality and nutritional composition of 20 breadfruit (*artocarpus*, moraceae) cultivars. *Economic Botany*, Vol. 60, 336-344. doi:10.1663/0013-0001(2006)60[335:seofqa]2.0.co;2.
5. Turi, C. E., Ying Liu, D. R., & Murch, S. J. (October de 2015). Breadfruit (*artocarpus altilis* and hybrids): a traditional crop with the potential to prevent hunger and mitigate diabetes in oceania. *Trends In Food Science & Technology*, Volume 45, Issue 2, 264-272. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.014>.
6. Ishera, L., Mahendran, T., & Roshana, M. R. (2021). Incorporating breadfruit flour to prepare high-quality cookies with. *Tropical Agricultural Research*, 114-123. doi:10.4038/tar.v32i1.8447.
7. Christiani-Jeyakumar, H., Kervyn-Ajay, M., & Yu Chin-Rina, Q. (2023). Breadfruit (*artocarpus altilis*): aplicaciones de procesamiento, calidad nutricional y alimentos. Singapur (Sifbi): Frente. *Nutr.* 10:1156155. doi: 10.3389/fnut.2023.1156155.
8. Cabrera-Durán, E., & Castillo-Martinez, J. (2017). Aprovechamiento de la fruta del árbol de pan (*artocarpus altilis*) para la obtención de un derivado alimenticio (harina). *Investigación E Innovación En Ingenierías*, Vol. 6 Núm. 2 (2018), 30-46. doi: <https://doi.org/10.17081/invinno.6.2.3110>.
9. Cardenas Jave, L. E., & Gil Gonzalez, E. E. (2023). Características químicas, termodinámicas, comportamiento de flujo y desarrollo de productos con adición de harina de tarwi (*lupinus mutabilis* sweet). Trujillo: Universidad Nacional De Trujillo. Repositorio Institucional: <https://hdl.handle.net/20.500.14414/20173>.
10. Juárez Ojeda, C. E. (2022). "Harina de banano (Cavendish): efecto del secado convectivo en los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante". Sullana. Repositorio Institucional: Universidad Nacional de Frontera. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6541233>.
11. Quintero-Montenegro, R.-I., Mitre, J., Minuves, A., Calle, C., & Sevillano, A. (2023). O90 Caracterización fisicoquímica y sensorial de galletas elaboradas a partir de harina de zapallo (*curcubita moschata*) y harina de trigo. *Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, Volumen 73, Suplemento 1. doi: <https://doi.org/10.37527/2023.73.s1>.
12. Sánchez-Aguilera, D., Santacruz -Terán, S., Aguayo -Pino, D., Revilla-Escobar, K., Carrillo-Pisco, M., & Aldas -Morejón, J. (2023). Caracterización fisicoquímica de fréjol canario (*vigna unguiculata*) y chocho guaranguito (*lupinus mutabilis*) y su incidencia en la funcionalidad de harinas. *Bases de la Ciencia*, 8(1), 38-50. doi: <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i1.5452>.
13. Vegas Niño, R. M. (2021). Efecto del ph y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de semillas residuales de linaza (*linum usitatissimum* L.). *Cátedra Villarreal*, Vol. 9 Núm. 1 (2021), 9(1), 25-37. doi: <https://doi.org/10.24039/cv2021911071>.

14. Adeseye-Omole, R., Ndigwe, E., & Olumurewa, J. A. (2020). Moisture sorption isotherm study on breadfruit (*artocarpus altilis*) flour. *annals. food science and technology*, Volume 20, Issue 4, 654-660. Repositorio Institucional: https://www.researchgate.net/publication/339947422_moisture_sorption_isotherm_study_on_breadfruit_artocarpus_altilis_flour.
15. Instituto de Normalización Ecuatoriano [INEN] (2015). *Harina de Trigo Requisitos*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.
16. López-Villacis, I.-C., Espín-Lagos, S.-M., & Guamanquispe-Toasa, J.-P. (2024). Parámetros que influyen en la deshidratación de frutas y hortalizas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*, Vol. 6 Núm. 5 (2024), Núm. 5. doi: <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i4.1181>.
17. Contreras Huaman, J. C. (2024). Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pan de árbol (*artocarpus altilis* f.), α amilasa y lactosuero, en las características tecnológicas y sensoriales de pan de molde. Repositorio Institucional: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/0162d212-a88c-42ab-a3ce-3d52979facf0>.
18. Mbah, P. E., Udo, M. E., Udofia, U. S., & And Ukwo, S. P. (2022). Comparative evaluation of nutrient composition of bread fruit flour. *International Journal of Research Publication and Reviews*, Vol 3(1), 812-816. <https://ijrpr.com/uploads/v3issue1/ijrpr2403.pdf>.
19. Fajardo Muñoz, S. E., & Lituma Mandujano, V. M. (2020). Elaboración de pellets usando la cáscara de la fruta de pan (*artocarpus altilis*) para ser usado como un biocombustible. Guayaquil. Repositorio Institucional: Ingeniería Química y Desarrollo, 2(2), 21-33. Repositorio Institucional <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/iqd/article/view/1753?articlesbysimilaritypage=4>.
20. Hernández-López, C., & Vázquez-Chávez, L. (2023). Producción de harina de camote y su uso en pan de caja. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1-6. doi: <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.5>.
21. Cruz Olaya, C. A. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de maca (*lepidium peruvianum*) en el contenido proteico y la aceptabilidad general del pan integral. Repositorio Institucional: Universidad Privada Antenor Orrego (Upao), <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5413>.
22. Urbina Dicao, K. S., Santacruz Terán, S. G., Guapi Álava, G. M., Revilla Escobar, K., & Aldas Morejon, J. P. (2023). Physicochemical characterization of cereals grains and functionality of amaranth (*amaranthus caudatus*) and quinoa (*chenopodium quinoa*) flours (Vol. 10 No. 2 (2023)). Manabí - Quevedo: *Revista Colombiana De Investigaciones Agroindustriales*, Issn-E 2422-4456. doi: <https://doi.org/10.23850/24220582.5708>.
23. Sánchez-Medoza, N.-A., Jiménez-Martínez, C., Cardador-Martínez, A., Martín Del Campo-Barba, S., & Dávila-Ortiz, G. (2016). Caracterización física, nutricional y no nutricional de las semillas de inga paterno. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(4), 400-407. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182016000400010>.