



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

UNT

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)

Effect of pH and sodium chloride on the technofunctional properties of breadfruit seed meal (*Artocarpus altilis*)

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTOR: Br. Otiniano Barreno, Rosa Catherine

ASESOR: Dr. Vegas Niño, Rodolfo Moisés

TRUJILLO – PERÚ

2024

“Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)”

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Presentado por:

Br. Otiniano Barreno, Rosa Catherine


Sustentada y aprobada, ante el siguiente Jurado:



Dr. Daniel José Salvador Rodríguez
PRESIDENTE



Dr. Viviano Paulino Ninaquispe Zare
SECRETARIO



MSc. Freddy Waldir Gómez Escobedo
MIEMBRO VOCAL



Dr. Rodolfo Moisés Vegas Niño
MIEMBRO ASESOR

DEDICATORIA

Se la dedico de manera especial a mi madre Nelly Barreno Medina, pues sin ella no lo hubiera logrado, fue la principal cimente para la construcción de mi vida profesional, con su amor de madre inculcó en mí las bases de la responsabilidad y deseos de superación desde muy pequeña.

A mi padre con mucho cariño, Santos Otiniano Salvatierra, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi formación profesional.

Siempre estuvieron a mi lado brindándome palabras de aliento para que siguiera adelante y cumpliera con mis metas.

La Autora

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme realizar este trabajo de investigación y por la sabiduría con la que me ha bendecido, así mismo por concederme a unos padres maravillosos Nelly Barreno Medina y Santos Otiniano Salvatierra que me ofrecieron la calidez de su amor y me forjaron como la profesional que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que se incluye este.

A mis maestros de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Trujillo por transmitirme sus conocimientos para lograr el crecimiento en mi formación académica.

A mi asesor, el Dr. Rodolfo Moisés Vegas Niño, por guiarme con sus conocimientos, su persistencia y paciencia a lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación tan importante en mi vida profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
2.1. Materiales.....	11
2.2. Métodos.....	11
Diseño experimental.....	14
Análisis estadístico.....	15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
3.1. Caracterización fisicoquímica de la harina de semillas del árbol del pan.....	16
3.2. Propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan.....	18
3.3. Análisis estadístico.....	25
IV. CONCLUSIONES.....	28
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
VI. ANEXOS.....	43

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del pH (3, 5, 7, 9) y concentración de NaCl (0.1 M, 0.25 M, 0.5 M) sobre las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*). Para esto se obtuvo la harina de semillas del árbol del pan por secado convectivo en estufa a 50 °C por 48 horas. Esta tuvo una humedad de 7.52 %, cenizas de 3.29 %, lípidos libres de 9.96 %, proteína total de 18.6 %, fibra cruda de 3.32 %, acidez titulable de 0.17 %, azúcares reductores de 23.41 %, sólidos solubles de 10.33 °Brix y un pH de 4.8. Las propiedades tecnofuncionales evaluadas fueron capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad emulsificante (CE), capacidad espumante (CEp), capacidad de absorción de aceite (CAG) y capacidad de gelificación (CG). La mayor CAA fue de 2.66 g H₂O/g sólidos a pH 9 y a una concentración de 0.1 M de NaCl. La mayor CE se obtuvo en pH 9 (34.26 %) y en NaCl 0.1 M (35.50 %). La máxima CEp se obtuvo a pH 9 (12.09 %) y en NaCl 0.5 M (32.30 %). La CAG fue de 1.33 ± 0.05 g aceite/g sólidos y la CG fue fuerte a partir soluciones de harina de 12 % (p/v) para pH 7, pH 9 y 0.1 M de NaCl. Los resultados también indicaron un efecto estadísticamente significativo (p < 0.05) por parte del pH y NaCl sobre la CAA, CE y CEp.

Palabras clave: Semillas del árbol del pan, pH, NaCl, absorción de agua, aceite, capacidad emulsificante, espumante, gelificante.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of pH (3, 5, 7, 9) and NaCl concentration (0.1 M, 0.25 M, 0.5 M) on the technofunctional properties of breadfruit seed flour (*Artocarpus altilis*). For this, breadfruit seed flour was obtained by convective drying in an oven at 50 °C for 48 hours. This had a humidity of 7.52 %, ashes of 3.29 %, free lipids of 9.96 %, total protein of 18.6 %, crude fiber of 3.32 %, titratable acidity of 0.17 %, reducing sugars of 23.41 %, soluble solids of 10.33 °Brix and a pH of 4.8. The techno-functional properties evaluated were water absorption capacity (CAA), emulsifying capacity (CE), foaming capacity (CEp), oil absorption capacity (CAG) and gelation capacity (CG). The highest CAA was 2.66 g H₂O/g solids at pH 9 and at a concentration of 0.1 M NaCl. The highest EC was obtained at pH 9 (34.26 %) and in 0.1 M NaCl (35.50 %). The maximum CEp was obtained at pH 9 (12.09 %) and in 0.5 M NaCl (32.30 %). The GAC was 1.33 ± 0.05 g oil/g solids and the GC was strong from 12 % (w/v) flour solutions for pH 7, pH 9 and 0.1 M of NaCl. The results also indicated a statistically significant effect ($p < 0.05$) of pH and NaCl on CAA, EC and CEp.

Keywords: Breadfruit seeds, pH, NaCl, water absorption, oil, emulsifying capacity, foaming, gelling.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una alta demanda de productos y alimentos que buscan satisfacer la necesidad de una alimentación saludable (Qin et al., 2023), y es de conocimiento que muchos problemas que se presentan en varios países del mundo incluido el Perú es la carencia proteica y la inseguridad alimentaria (Boye et al., 2010). En los procesos agroalimentarios se requiere insumos con alto valor nutricional y mejores propiedades tecnofuncionales de tal manera que se puedan formular dietas saludables, asequibles, sostenibles e inclusivas para los diferentes consumidores (Organización Mundial de la Salud et al., 2021).

El Perú presenta una importante agrobiodiversidad de recursos alimentarios naturales con alto valor nutritivo (Eguren, 2014), como son las semillas del árbol del pan, las cuales son poco utilizadas en la industria alimentaria, pero que podrían contribuir a atenuar los problemas de desnutrición e inseguridad alimentaria (Scurrah et al., 2012).

Para aprovechar estos recursos alimentarios se requiere innovar, analizar y encontrar mejores materias primas, desarrollar procesos de producción y transformación, y convertirlos en productos competitivos los cuales sean ofertados en el mercado (Eguren & Marapi, 2013), y consecuentemente los pequeños agricultores se vean beneficiados económicamente.

En la literatura existen pocos estudios e investigaciones respecto al efecto que tiene diferentes valores de pH y concentraciones de cloruro de sodio en la caracterización tecnofuncional de la harina de semillas del árbol del pan o pandisho (como se le conoce en Perú), limitando el uso de estas solo a las prácticas culinarias tradicionales locales, lo que explica que sean poco utilizadas en la industria de alimentos (Badifu & Akubor, 2001).

La incorporación ya sea de manera total o parcial de harinas para la elaboración de procesados en la industria alimentaria está en función de ciertas características tecnofuncionales como la solubilidad, la retención de agua, de lípidos, generación de espuma, capacidad y estabilidad emulsificante, capacidad gelificante, dispersabilidad, densidad aparente, retrogradación, dextrinización, viscosidad, pegado, plasticidad, aireación e índice de solubilidad (Awuchi et al., 2019; Boye et al., 2010). En general aquellas harinas que muestran excelentes propiedades tecnofuncionales, indican que pueden ser incorporadas en la elaboración, preparación y desarrollo de diversos productos alimenticios para obtener mejores características nutricionales y de funcionalidad (Ocheme et al., 2018).

Evaluar las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan permite determinar el comportamiento y la aplicación en diversas formulaciones alimentarias (Oluwole et al., 2016). Se requiere determinar y comprender la facultad de retener agua y aceite para elaborar embutidos y productos de panadería; la capacidad espumante y de emulsión para elaborar formulaciones infantiles, mayonesas, embutidos, postres congelados, pasteles, coberturas batidas, entre otros usos; la capacidad de gelificación importa para la elaboración de procesados como sopas, salsas y alimentos horneados (García et al., 2012).

La calidad de los productos alimenticios depende fundamentalmente de las propiedades tecnofuncionales, y estas a su vez están en función de la composición fisicoquímica de cada materia prima usada para la elaboración de los alimentos. Frecuentemente dos o más componentes pueden tener la misma influencia o uno de ellos tendrá una menor influencia sobre una propiedad tecnofuncional. La proteína es el principal componente responsable del pardeamiento, la generación de espuma, la capacidad de emulsificación y de coagulación; mientras tanto, el almidón es

primordialmente responsable de la capacidad gelificante, dextrinización y pardeamiento; por otro lado, la grasa es la responsable de la aireación, formación de manteca y la emulsificación (Awuchi et al., 2019).

Debido a su naturaleza sumamente perecedera de las semillas del árbol del pan, convertirlas en harina extiende su vida útil, proporciona una forma más estable e incrementa su versatilidad; por ello, el potencial de esta importante semilla puede aprovecharse al máximo al procesarla en diversos productos alimenticios con un alto valor nutritivo y una vida útil más amplia (Adebowale et al., 2005; Mehta et al., 2023).

Es sumamente relevante estudiar y analizar la composición fisicoquímica y las características de tecnofuncionalidad de la harina de semillas del árbol de pan o pandisho, con el fin de que pueda ser una alternativa de sustitución, ya sea completa o parcial de las harinas convencionales como la del maíz, papa, trigo y soja; que son utilizadas principalmente en los países en vías de desarrollo (Dayarathna et al., 2021).

Las semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) contiene aminoácidos esenciales, ácidos grasos, minerales y una proteína de alta calidad en comparación con alimentos como el trigo, soja, maíz y guisantes (Ragone, 2018). Una razón más para promover su producción, comercialización y consumo para satisfacer las necesidades nutricionales de los actuales consumidores.

Artocarpus altilis es originario de Oceanía y a inicios del siglo XXI fue llevado a América del Sur (Luzuriaga et al., 2019). Existen dos especies de *Artocarpus* que a menudo gran parte de los botánicos consideran como una sola: *A. Altilis* sin semillas denominada también papapén, breadfruit o ñamepalo y *A. Altilis* con semillas conocida como topán, breadnut, pana de pepitas o frutopan (Parrotta, 1994). Generalmente se

encuentra disponible en zonas tropicales y subtropicales del planeta con el objeto de aprovechar sus semillas amiláceas (FAO, 2021).

El árbol *Artocarpus altilis* puede llegar a tener una altura entre 9 - 18 m, sus hojas son de tonalidad verdosa con una longitud entre 20 - 90 centímetros. Se disemina por estacas de raíz (produce dentro de cinco años), retoños o semillas y se puede sembrar entre 85 y 100 árboles por hectárea. Se desarrolla bien en regiones donde la temperatura está entre 21 °C a 35 °C con precipitaciones entre 2000 a 3000 mm al año y puede adaptarse a alturas menores de 700 msnm (FAO, 2021).

Los frutos de este árbol son climatéricos y su vida de poscosecha es corta, entre 2 a 5 días. Los frutos maduros tienen una alta tasa de respiración de 150 a 200 ml CO₂/kg.h; mientras que los frutos más jóvenes (ligeramente inmaduros), tienen picos respiratorios de 300 a 350 ml CO₂/kg.h. La producción de etileno en los frutos maduros e inmaduros concuerda con el ablandamiento total de la fruta, siendo la producción máxima de 0.7 a 1.2 µl/kg.h y de 1.0 a 1.5 µl/kg.h respectivamente (Worrell et al., 1998).

Los frutos del árbol de pan tienen forma redondeada u oblonga, con una corteza de color verde amarillento, una longitud de 9 a 45 centímetros, un diámetro entre 10 - 30 cm, su masa está en el intervalo entre 1 a 2 kg (Parrotta, 1994) y tiene un rico contenido en vitaminas A, B y C (Ragone & Cavaletto, 2006). Inicialmente los frutos son pequeños y de color verde oscuro, con el tiempo van aumentando su tamaño y eventualmente se tornan de color verde amarillento cuando ya se encuentran maduros (FAO, 2021). Dentro del fruto se encuentra una pequeña cantidad de pulpa color amarillo pálido y una masa de semillas comestibles color marrón (Baba et al., 2016).

Cada fruto puede contener desde 73 hasta 77 semillas. El peso promedio de semillas por fruto es de 615.4 g a 750.1 g y el peso medio por semilla oscila entre 8.49 g

y 9.00 g (Obasuyi & Nwokoro, 2006). Las semillas están irregularmente formadas, puntuadas por un lado y redondeadas por el otro, de 30 mm de largo y 20 mm de ancho aproximadamente (Baba et al., 2016; Nuñez et al., 2011).

Los ácidos orgánicos que predominan en la semillas del árbol del pan son el ácido cítrico y láctico, y en cantidades mínimas el ácido málico, acético y butírico (Adeleke & Abiodun, 2010). De acuerdo con Vianney et al. (2020) las semillas y hojas poseen una alta actividad antioxidante siendo seguras para la salud humana.

En cuanto a los principales componentes del aceite de las semillas, Ante et al. (2016) reportaron que estos son acetato de lanosterilo (23.9 %), 24-metilencicloartenol (17.57 %), m-xileno (15.26 %) y escualeno (2.85 %) que fueron determinados por hidrodestilación. En la Tabla 1 se indica los constituyentes químicos de las semillas del árbol del pan.

Tabla 1

Composición química de las semillas del árbol del pan (Artocarpus altilis)

Composición	Unidad	Cantidad
Proteína	%	4.87
Grasa	%	3.48
Carbohidratos	%	26.11
Cenizas	%	3.43
Fibra	%	1.20
Fósforo	mg/kg	363
Potasio	mg/kg	325
Sodio	mg/kg	248
Hierro	mg/kg	0.05
Cobre	mg/kg	0.12
Ácido palmítico	%	21.4
Ácido oleico	%	12.4
Ácido linolénico	%	14.8

Fuente: Adaptada de Adeleke & Abiodun (2010)

La calidad y características de los alimentos están en función de las propiedades tecnofuncionales, debido a que, estas proporcionan información sobre cómo los ingredientes alimentarios influyen en los productos procesados en términos de aspecto, sabor, estructura, y aceptación por parte del consumidor. Los componentes de los alimentos tienen influencia significativa sobre las propiedades tecnofuncionales, especialmente las proteínas, hidratos de carbono, grasas y fibra; así como la interacción entre dichos componentes y su configuración molecular (Awuchi et al., 2019; Hasmadi et al., 2020).

La capacidad de absorción de agua (CAA) es la capacidad que tiene un polisacárido o matriz proteica para capturar el agua contra la gravedad cuando entran en contacto el agua y la harina (Awuchi, 2019). Por otra parte De Angelis et al. (2021) indican que la CAA refleja el mayor contenido de agua que es capaz de retener una matriz alimentaria. El tratamiento alcalino o ácido, así como el secado por calor conduce a la exposición de los grupos hidrofóbicos lo que resulta en una disminución de la solubilidad y, por tanto, un aumento de la CAA (De Angelis et al., 2024). Cuando esto sucede significa que la harina puede ser usada en la preparación de panes, masas, análogos de carne y embutidos gracias a la influencia que tiene la CAA sobre el espesor, manejo, viscosidad y mantenimiento de la frescura en los alimentos (Awuchi, 2019; Verma & Dobhal, 2023).

La capacidad emulsificante (CE) es la propiedad que tiene una harina en formar una emulsión, es decir, la combinación de dos líquidos inmiscibles (agua y aceite) debido a la disminución en la tensión interfacial y la repulsión electrostática del aceite en el sistema acuoso (Awuchi et al., 2019). Las proteínas juegan un papel relevante en la formación de la emulsión debido a su naturaleza anfifílica, así mismo el almidón y la fibra dietética estabilizan la emulsión incrementando la viscosidad en la fase acuosa continua

(Arroyo et al., 2021; Silventoinen et al., 2021; Wani et al., 2020). La CE está influenciada por la hidrofobicidad de la superficie, solubilidad y granulometría de la partícula, si este último es menor se mejora la accesibilidad de la proteína a la interfaz agua-aceite (De Angelis et al., 2024; Solaesa et al., 2020). Las buenas propiedades emulsionantes son requeridas para la elaboración de mayonesas, cremas y aderezos para ensaladas (Lie et al., 2023).

La capacidad espumante (CEp) es la propiedad de las moléculas de proteína presentes en una harina para formar espuma, es decir, la creación de un área interfacial aire-líquido (Xiong et al., 2018). La generación y estabilización de la espuma depende principalmente de las estructuras protéicas de tipo albúmina, ya que mantiene las burbujas de aire en suspensión y ralentiza la coalescencia (Awuchi et al., 2019). De hecho, las albúminas forman una película interfacial muy fuerte dentro de la espuma (De Angelis et al., 2024). La CEp se ve favorecida por un alto contenido de carbohidratos, pues su naturaleza hidrofílica permite un aumento en la viscosidad y al mismo tiempo evita la destrucción de las burbujas de aire (Solaesa et al., 2020; Yu et al., 2007); en tanto, una mayor presencia lipídica puede impedir la formación y estabilización de la espuma por parte de las proteínas (Vogelsang et al., 2020; Yang et al., 2022). Además, otros factores que influyen en la CEp son la concentración de proteínas y el pH (Ma et al., 2022; Silventoinen et al., 2018). Las harinas que presentan buenas propiedades espumantes son requeridas para la elaboración de mousses, postres y ciertos productos de panadería (De Angelis et al., 2024).

La capacidad gelificante (CG) es la propiedad de un sistema alimentario en generar un gel, pasando de un estado líquido a un estado sólido con una fase líquida atrapada en la matriz tridimensional (Saldanha do Carmo et al., 2020). Las proteínas (particularmente las globulares) son excelentes formadoras de gel en comparación con

los lípidos y el almidón, pues este último compite por el agua para formar la gelatinización (Saldanha do Carmo et al., 2020; Schlangen et al., 2022; Verma & Dobhal, 2023). La gelificación ocurre mediante el proceso de calentamiento y enfriamiento (en ese orden) con el propósito de desnaturalizar y desplegar las proteínas, lo que resulta en reacciones de agregación para finalmente formar una red (gel termoendurecido) con la capacidad de atrapar moléculas de agua y otros ingredientes como lípidos, azúcares o aromas (Bessada et al., 2019; De Angelis et al., 2024; Hernández et al., 2015). Aquellas harinas con buena CG se utiliza en la elaboración de productos lácteos, geles, yogurt, análogos de carne y productos horneados (Awuchi et al., 2019; De Angelis et al., 2024).

La capacidad de absorción de grasa o aceite (CAG) hace referencia a la capacidad de la harina para atrapar físicamente el aceite, mejorando así el sabor y la textura en los alimentos (Verma & Dobhal, 2023). De Angelis et al. (2021) señalan que la CAG es el peso de aceite absorbido por un gramo de harina. La CAG está asociada con la cantidad de péptidos apolares que se unen con las cadenas de ácidos grasos (Sangronis et al., 2004). Existe correlación directa entre la CAG y la granulometría de las partículas, porque si las partículas son pequeñas, se reduce la cantidad de aceite que pueden capturar las proteínas presentes en la harina (De Angelis et al., 2024). Las harinas con buena CAG son útiles para formular productos cárnicos, lácteos y de panadería; en tanto una CAG baja dificulta que los alimentos fritos absorban el aceite (Silventoinen et al., 2021; Suresh & Samsher, 2013).

Lozano et al. (2023) realizaron la transformación en harina y la extracción de concentrado proteico del frijol Michigan (*Phaseolus vulgaris L.*) para analizar las propiedades tecnofuncionales de la harina, del concentrado proteico y de la maltodextrina de forma individual, así como de la combinación de concentrado proteico (60 %) y maltodextrina, en las proporciones de 0:100, 9:91, 30:70, 51:49, 60:40 p/p. La harina

presentó un valor de pH de 6.68 y una alta capacidad emulsionante de 30.60 %. El concentrado proteico resultó tener una densidad aparente de 0.66 g/cm³, una buena retención de agua de 4.46 g/g, además el valor de pH fue similar al de las combinaciones (4.43). La relación 9:91 presentó el valor más alto de retención de aceite con un valor de 2.68 g/g y la menor capacidad emulsionante con 7.44 %. La relación 0:100 obtuvo la menor capacidad de absorción de aceite (2.08 g/g) y además no presentó capacidad de absorción de agua. Mientras que el valor más bajo respecto a la densidad aparente lo presentaron la maltodextrina y la relación 60:40 con un valor de 0.52 g/cm³.

De un aislado proteico (85.5 %) de semillas de haba (*Vicia faba L.*) Żmudziński et al. (2021) evaluaron las propiedades tecnofuncionales tales como capacidad de formación de espuma (FC), emulsionante, solubilidad y de retención de agua (CRA). La solubilidad en agua del aislado proteico aumentó a medida que aumentaba el pH (4, 5, 6, 6.8 y 8), y en el caso de la CRA ocurrió un efecto similar, presentando el máximo valor a pH 8 (3.49 g/g) y el mínimo a pH 5 (1.99 g/g). En este estudio se identificó que la concentración de proteínas (1 %, 3 % y 5 %) y los distintos valores de pH influyen significativamente sobre las propiedades espumantes y emulsionantes. Para una solución proteica al 1 % bajo condiciones alcalinas se observó que la FC aumentó 5 veces más en comparación con las demás concentraciones, pues las interacciones de cargas ocasionan la repulsión de las moléculas en el sistema proteína - proteína causando la mejor estabilidad de la interfaz gas - líquido. En las mismas condiciones las propiedades emulsionantes se mostraron favorables.

Hu et al. (2020) llevaron a cabo una investigación sobre las propiedades tecnofuncionales y la estabilidad del almacenamiento de la goma de linaza (GL) a partir de harina de lino (*Linum usitatissimum L.*). La viscosidad de la solución de GL extraída a 98 °C fue menor en comparación con la solución extraída a 70 °C. Sin embargo, durante

el almacenamiento la viscosidad de estas soluciones se mantuvo estable y mostraron una elevada tolerancia respecto al suministro de NaCl 0.1 mol/l, así como al ciclo de congelación y descongelación. Aquella GL extraída a 98 °C mostró una mejor estabilidad y propiedades emulsionantes, de viscosidad y formación de espuma con mayor consistencia.

Con base en lo anterior, en este estudio se formuló como problema de investigación, el siguiente: ¿Cuál será el efecto del pH (3, 5, 7, 9) y cloruro de sodio (0.1 M, 0.25 M, 0.5 M) en las propiedades tecnofuncionales (capacidad de absorción de agua, capacidad emulsificante, capacidad gelificante y capacidad espumante) de harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)?

El objetivo general de este informe de tesis es: Evaluar el efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*). Y como objetivos específicos tenemos:

- Determinar las características fisicoquímicas de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*).
- Determinar el efecto del pH (3, 5, 7, 9) sobre la capacidad de absorción de agua, capacidad emulsificante, capacidad espumante y capacidad gelificante de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*).
- Determinar el efecto de la concentración de cloruro de sodio (0.1, 0.25, 0.5 M) sobre la capacidad de absorción de agua, capacidad emulsificante, capacidad espumante y capacidad gelificante de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*).
- Determinar la capacidad de absorción de aceite de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*).

La hipótesis que se propuso como posible solución al problema es: A valores superiores de pH 7 se obtendrá los valores más altos de capacidad de absorción de agua, capacidad emulsificante y gelificante. En tanto, la máxima capacidad espumante se logrará a partir de concentraciones de NaCl de 0.25 M en harina de semillas de árbol del pan (*Artocarpus altilis*).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Se emplearon semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) con madurez comercial obtenidas del Distrito Condormarca, Provincia de Bolívar (La Libertad).

La madurez comercial de las semillas se caracteriza porque el fruto que las contiene presenta un color verde amarillento y es en esta etapa que se cosecha, aunque en la mayoría de los casos el fruto cae por si solo (debido a la altura del árbol) y se recolecta manualmente (Olatunya et al., 2017).

La muestra estuvo constituida por 1 kg de harina de semillas del árbol del pan.

2.2. Métodos

El procedimiento experimental se puso en marcha con la recepción de la materia prima (semillas del árbol del pan) para su conversión en harina y caracterización fisicoquímica, así como la evaluación de las propiedades tecnofuncionales. No pasaron más de dos días desde la cosecha de las semillas hasta el inicio de la transformación en harina. En la Figura 1 se presenta el flujograma del proceso para la obtención de harina y en la Figura 2 el esquema experimental para determinar las capacidades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan.

Figura 1

Flujograma de proceso para la obtención de harina de semillas del árbol del pan (Artocarpus altilis)

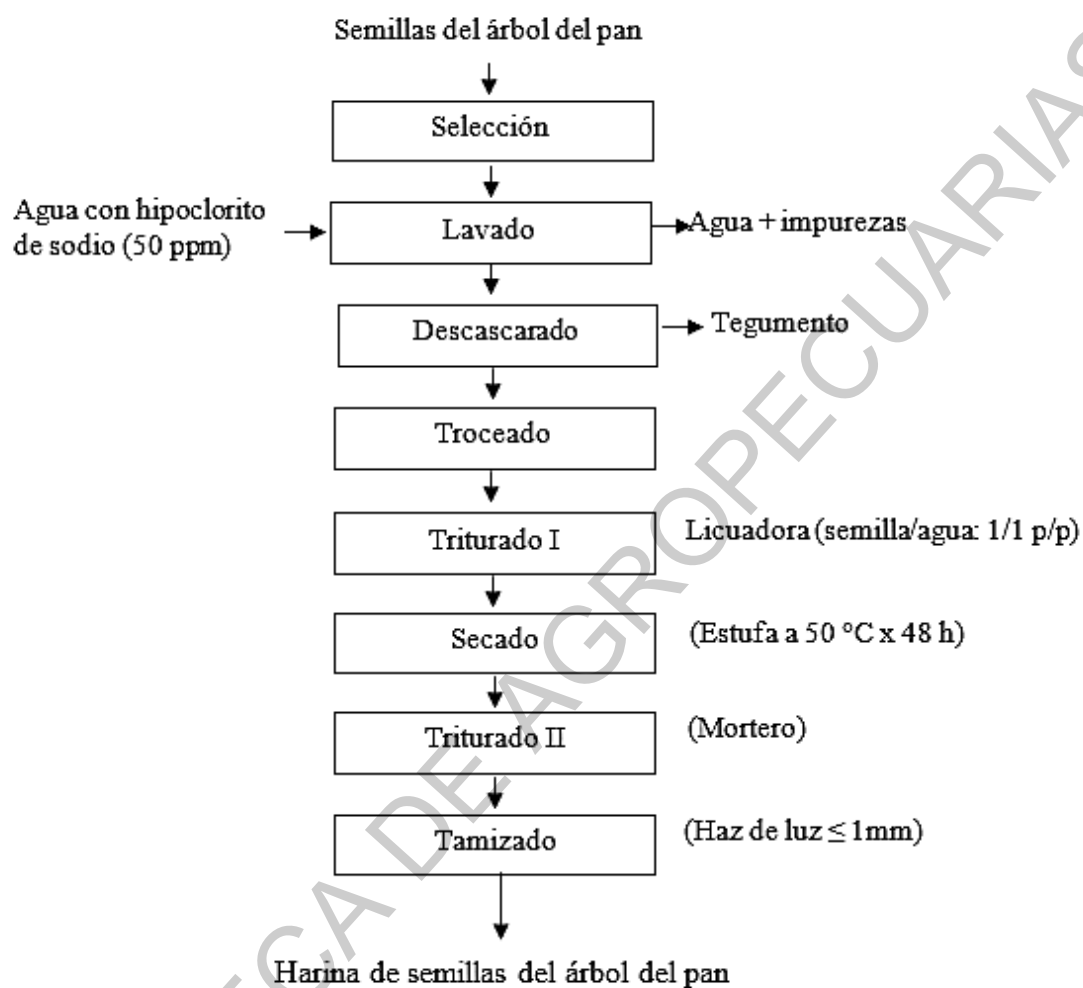
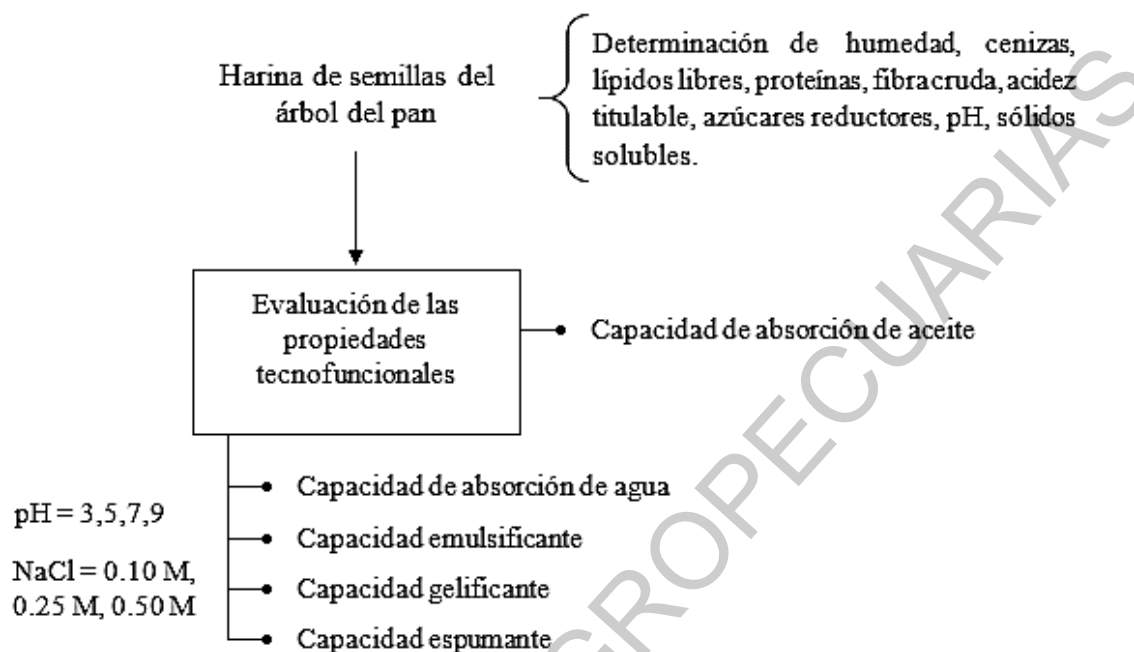


Figura 2

*Esquema experimental para la determinación de las propiedades tecnofuncionales de harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)*



Las semillas del árbol del pan pasaron por una selección para eliminar aquellas que presentaban imperfecciones, luego se realizó el lavado con agua de la red pública con 50 ppm de hipoclorito de sodio, para después proceder con el descascarado de forma manual eliminando el tegumento de las semillas y posteriormente ser troceadas para facilitar el triturado I. Para este último tratamiento se hizo uso de una licuadora casera, para ello se agregó las semillas troceadas con agua destilada en proporción 1:1 p/p, de esto resultó una pasta la cual se dispuso en bandejas de acero inoxidable y se llevó a la estufa a una temperatura de 50 °C por 48 horas. Pasado este tiempo se procedió a realizar el triturado II utilizando un mortero de porcelana con el fin de lograr una granulometría más fina y tener una mayor área expuesta por parte de la harina. Luego se hizo el tamizado usando una criba con un haz de luz inferior a 1 mm con el propósito de estandarizar el tamaño de la partícula de la harina. Finalmente, la harina obtenida fue envasada en bolsas de polietileno con cierre hermético.

De la harina obtenida se realizó la caracterización fisicoquímica, determinando el porcentaje de humedad, cenizas, lípidos libres, proteína total, fibra cruda, acidez titulable, azúcares reductores, pH y sólidos solubles. El procedimiento de cada determinación se describe en los Anexos del 1 al 9.

También se realizó la valoración de las propiedades tecnofuncionales aplicando diferentes valores de pH y concentraciones de NaCl. La capacidad de absorción de agua (CAA) se evaluó según Beuchat (1977), capacidad de absorción de aceite (CAG), la capacidad gelificante (CG) según Chau y Cheung (1997), la capacidad espumante (CEp) según Coffmann y Garcia (1977) y capacidad emulsificante (CE) según Yasumatsu et al. (1972). Para la cuantificación de la capacidad de absorción de aceite (CAG) no se aplicó valores de pH ni concentraciones de NaCl. La descripción de cada una de las metodologías empleadas se presenta en los Anexos del 10 al 14.

Diseño experimental

Para esta investigación el diseño experimental fue aleatorio simple donde se aplicó cuatro repeticiones para cada valor de pH y concentración de NaCl.

El diseño experimental tuvo dos variables independientes que son el pH (3, 5, 7, 9) y cloruro de sodio (0.1 M, 0.25 M, 0.5 M); y cuatro variables dependientes que fueron capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad emulsificante (CE), capacidad gelificante (CG) y capacidad espumante (CEp). La capacidad de absorción de aceite (CAG) se evaluó directamente, sin aplicar las variables independientes.

En la Tabla 2 se muestra el diseño experimental empleado en este trabajo.

Tabla 2

Diseño experimental para evaluar las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan

pH/NaCl	Rep.	CAA	CE	CEp
pH 3	1			
	2			
	3			
	4			
pH 5	1			
	2			
	3			
	4			
pH 7	1			
	2			
	3			
	4			
pH 9	1			
	2			
	3			
	4			
0.10 M	1			
	2			
	3			
	4			
0.25 M	1			
	2			
	3			
	4			
0.50 M	1			
	2			
	3			
	4			

Análisis estadístico

La determinación de los valores obtenidos se cuantificó mediante el programa Excel. La valoración estadística consistió en realizar el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existe efecto significativo ($p < 0.05$) entre los tratamientos (pH y concentración de NaCl para cada propiedad tecnofuncional). Luego se realizó la prueba LSD (diferencia de límite significativa) para lo cual se hizo uso del programa Statgraphics

Centurión versión 19 obteniendo los valores de las diferencias de medias para cada valor de pH y concentración de NaCl sobre las propiedades tecnofuncionales de CAA, CE y CEp.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización fisicoquímica de la harina de semillas del árbol del pan

En la Tabla 3 se muestra los principales parámetros fisicoquímicos que permitieron la caracterización de la harina de semillas del árbol del pan.

Tabla 3

Análisis fisicoquímico de la harina de semillas del árbol del pan

Parámetro	Unidad	Cantidad
Humedad	%	7.52 ± 0.01
Cenizas	%	3.29 ± 0.12
Lípidos libres	%	9.96 ± 0.57
Proteína total	%	18.60 ± 0.30
Fibra cruda	%	3.32 ± 0.50
Acidez titulable ^a	%	0.17 ± 0.09
Azúcares reductores ^b	%	23.41 ± 1.96
pH	-	4.80 ± 0.10
Sólidos solubles	°Brix	10.33 ± 0.48

± Desviación estándar

^a Expresado como ácido cítrico

^b Expresado como glucosa equivalente

La harina evaluada presentó una humedad de 7.52 %, cenizas de 3.29 %, lípidos libres de 9.96 %, proteína total de 18.6 %, fibra cruda de 3.32 %, acidez titulable de 0.17 %, azúcares reductores de 23.41 %, sólidos solubles de 10.33 °Brix y un pH de 4.8. Nuestros valores presentan aproximaciones a los reportados por Quijano y Arango (1979) en harina de semillas del pan de árbol, donde se obtuvo un contenido de cenizas de 3.42 %, grasas de 12.79 %, carbohidratos solubles de 15.95 %, proteína total de 19.96 % y fibra cruda de 3.87 %.

Por su parte Lopez & Gómez (2017) reportan una humedad de 10.77 %, proteína de 8.08 %, grasa de 6.19 %, carbohidratos de 71.04 %, cenizas de 2.08 %, fibra de 1.84 %, acidez total de 0.13 % y un valor de pH de 5.99. Así mismo Anchundia & Martillo (2019) reportan una humedad de 10.68 %, proteína de 10.67 %, lípidos de 5.57 %, fibra de 2.01 % y cenizas de 2.5 %. La variación puede atribuirse al proceso de escaldado (entre 30 a 40 minutos) que aplicaron estos dos últimos autores para facilitar el pelado de las semillas. Por otra parte, se ha establecido que el escaldado por un tiempo prolongado genera una pérdida de aquellos nutrientes solubles en agua, como vitaminas, proteínas, azúcares, carbohidratos y minerales, ya que estos se difunden a través de los tejidos vegetales hacia el medio acuoso (Tigreros et al., 2021).

En otro análisis publicado por Nuñez et al. (2011) para harina de semillas de frutopan, provenientes de las localidades de Venezuela; Cata, Ocumare de la Costa y Cumboto, la humedad fue de 12.12 %, 11.53 %, 11.36 %, cenizas de 1.82 %, 1.45 %, 2.22 %, grasa de 4.65 %, 5.94 %, 5.32 %, proteínas de 7.26 %, 7.35 %, 7.58 %, fibra de 1.39 %, 1.44 %, 1.32 %, acidez titulable de 0.08 %, azúcares reductores de 3.47 %, 3.50 %, 3.42 %, y un pH de 5.53, 5.51, 5.53 respectivamente para cada localidad. La variación en los resultados se atribuye a la procedencia de la materia prima, diferencias de cultivares, manejo agronómico o al procesamiento y almacenamiento de la harina antes del análisis (Obasuyi & Nwokoro, 2006).

Comparando con otras materias primas, Ibarra (2017) reporta la caracterización proximal del trigo (*Triticum aestivum*) con una humedad de 13.82 %, proteína de 11 %, grasa de 1.01 %, fibra cruda 0.24 %, ceniza 0.47 %, carbohidratos 71.09 %, acidez titulable 0.029 % (como ácido sulfúrico) y pH de 5.72. El contenido proteico de esta harina es inferior a la harina de semillas del árbol del pan y esta a su vez es baja en

comparación con la del tarwi (*Lupinus mutabilis*) que contiene 48.06 % de proteína reportado por Vegas et al. (2017).

Literatura especializada reporta la presencia de proteínas globulares y aminoácidos proteicos en las semillas del árbol del pan. Tal es así que Quijano & Arango (1979) informaron sobre la presencia de proteínas globulares como albúminas (1.79 g/100 g), globulinas (3.69 g/100 g), prolaminas (3.34 g/100 g) y glutelinas (4.65 g/100 g). Los aminoácidos proteicos encontrados por cada 100 g de proteínas fueron leucina (13.04 g), isoleucina (12.10 g), fenilalanina (5.28 g), metionina (15.90 g), tirosina (7.25 g), prolina (3.62 g), alanina (7.68 g), ácido glutámico (4.93 g), treonina (3.91 g), serina (10.43 g), glicina (4.78 g), arginina (3.33 g), histidina (4.56 g) y cisteína (3.12 g).

3.2. Propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan

La harina de semillas del árbol del pan fue sometida a diferentes valores de pH (3, 5, 7, 9) y concentraciones de cloruro de sodio (0.1 M, 0.25 M, 0.5 M) para poder evaluar la capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad emulsificante (CE) y capacidad espumante (CEp). Estos valores se muestran en las Tablas 5, 6 y 7 respectivamente.

Tabla 5

Capacidad de absorción de agua (CAA) de la harina de semillas del árbol del pan

pH/NaCl	CAA (g H ₂ O/ g sólidos)
pH 3	2.48 ± 0.08
pH 5	2.56 ± 0.06
pH 7	2.39 ± 0.08
pH 9	2.66 ± 0.08
0.10 M	2.66 ± 0.10
0.25 M	2.63 ± 0.07
0.50 M	2.57 ± 0.06

± Desviación estándar

La Tabla 5 muestra una capacidad de absorción de agua (CAA) destacando los valores más altos (2.66 g H₂O/g sólidos) a un pH 9 y en un medio de 0.1 M de NaCl. De acuerdo con Quijano & Arango (1979) las proteínas de las semillas del árbol del pan están constituidos de aminoácidos esenciales como la leucina, isoleucina, fenilalanina, metionina, tirosina, prolina, alanina, ácido glutámico, treonina, serina, glicina, arginina, histidina y cisteína, los mismos que presentan puntos isoeléctricos de 6.0, 6.02, 5.5, 5.74, 5.66, 6.48, 6.07, 3.22, 5.87, 5.68, 5.97, 10.76, 7.59 y 5.07 respectivamente. Por otro lado, al aumentar la presencia de NaCl en la solución, decrece el valor de la CAA desde 2.66 g H₂O/g sólidos hasta 2.57 g H₂O/g sólidos para las concentración de NaCl entre 0.1 M y 0.5 M, lo que indica que la fuerza de disociación de iones de NaCl limita la absorción de agua por parte de la harina (Caamaño & Maestre, 2004).

La CAA de la harina del árbol del pan mostró el valor más alto de 2.66 g H₂O/g sólidos a pH 9, el cual es mayor a lo publicado por De Angelis et al. (2021) para las harinas de lenteja roja (0.93 g H₂O/g sólidos), lenteja amarilla (0.91 g H₂O/g sólidos), guisante verde (0.99 g H₂O/g sólidos) y garbanzo kabuli (0.88 g H₂O/g sólidos). Los componentes hidrófilos como proteínas (principalmente), fibra y polisacáridos tienen influencia sobre la absorción de agua, así como la granulometría de la partícula ya que si esta es menor existirá una mayor área específica expuesta al agua resultando en una alta CAA (Nasrollahzadeh et al., 2022). En tanto, en harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) entera y desgrasada, Vegas et al. (2017) obtuvieron un valor de 4.37 g H₂O/g sólidos (a pH 9) y 6.14 g H₂O/g sólidos (a pH 7) respectivamente, valores superior a los encontrados en este estudio.

Tabla 6*Capacidad emulsificante (CE) de la harina de semillas del árbol del pan*

pH/NaCl	CE (%)
pH 3	27.81 ± 0.89
pH 5	29.09 ± 0.84
pH 7	31.79 ± 1.98
pH 9	34.26 ± 1.31
0.10 M	35.50 ± 0.85
0.25 M	31.79 ± 0.60
0.50 M	30.95 ± 0.72

± Desviación estándar

La Tabla 6 presenta la capacidad emulsificante (CE) de la harina de semillas del árbol del pan, donde existe una relación directamente proporcional entre pH y la CE con valores desde 27.81 % a 34.26 % para el intervalo comprendido de pH 3 a 9, lo que indica que la CE mejora cuando el pH está alejado del punto isoeléctrico de las proteínas, que para el caso de las leguminosas se encuentra mayormente en el intervalo de pH 4 - 5 (Barac et al., 2015). En cuanto a las soluciones de NaCl, la CE decrece desde 35.50 % hasta 30.95 % cuando las concentraciones van desde 0.1 M hasta 0.5 M, lo que significa que la fuerza de disociación de iones de NaCl disminuye la capacidad de las proteínas para formar una emulsión. Los máximos valores de CE se obtuvieron a una concentración de NaCl 0.1 M (35.50 %) y a pH 9 (34.26 %), valores que son menores a los publicados por Vegas & Lavado (2021) para harina entera de linaza (*Linum usitatissimum L.*) a pH 9 (50.62 %) y a una concentración de NaCl 0.1 M (39.27 %). La capacidad de un alimento para formar una emulsión está relacionada con la cantidad de proteína (gracias a su naturaleza anfifílica) y de otros componentes como los polisacáridos y fibra dietética que aumentan la estabilidad de la emulsión (Lam & Nickerson, 2013). Además, otro factor importante en la CE tiene que ver con los grupos hidrofílicos y lipofílicos existentes en los polímeros presentes en la matriz alimentaria (Khalid et al., 2003). Por otro lado,

Sikorski (2006) indica que la formación de una emulsión depende del grado de hidrólisis, propiedades estructurales y químicas, contenido y disposición de aminoácidos, áreas hidrofóbicas, peso molecular, temperatura, pH y fuerzas iónicas.

Tabla 7

Capacidad espumante (CEp) de la harina de semillas del árbol del pan

pH/NaCl	CEp (%)
pH 3	9.29 ± 0.44
pH 5	10.46 ± 0.83
pH 7	11.51 ± 0.74
pH 9	12.09 ± 0.51
0.10 M	13.75 ± 0.53
0.25 M	23.76 ± 0.76
0.50 M	32.30 ± 0.68

± Desviación estándar

La harina del árbol del pan mostró los valores más altos de CEp a una concentración de NaCl 0.5 M (32.30 %) y a pH 9 (12.09 %), en ambos casos la relación es directamente proporcional. Cuanto más lejano se encuentre el pH del punto isoeléctrico mayor será la capacidad espumante de las proteínas (Barac et al., 2015) y, en el caso del NaCl, la fuerza de disociación iónica aumenta la capacidad espumante. La CEp se ve influenciada por el tipo de proteína y el grado de desnaturalización, pH, presencia de iones de calcio, temperatura del medio, métodos de batido y la presencia de lípidos y carbohidratos (Staroszczyk & Sikorski, 2023). Nuestros valores son superiores a los obtenidos para harina entera de linaza (*Linum usitatissimum L.*) a los pH 3 (4.03 %), 5 (2.01 %), 7 (4.07 %) y 9 (3.69 %), así como a las concentraciones de NaCl 0.1 M (3.69 %), 0.25 M (3.73 %) y 0.5 M (2.86 %) publicados por Vegas & Lavado (2021). Por otro lado Sangronis et al. (2004) reportaron valores de CEp a pH 3, 6 y 8 para harina de granos germinados de *Phaseolus vulgaris* variedad blanca 75.3 %, 90 %, 80 %, *Phaseolus vulgaris* variedad negra 80 %, 88.3 %, 60 % y *Cajan cajan* 80 %, 86.7 % y 60 % respectivamente,

evidenciando que la germinación de granos aumenta y mejora la capacidad para formar espumas. En tanto; Tena (2021) para harina de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris L.*) reporta capacidades espumantes de 47.78 % a pH 5 y de 10.57 % a una concentración de 0.1 M de NaCl. Para harina de haba (*Vicia faba L.*) Melendez (2021) obtuvo capacidades espumantes de 17.86 % a pH 9 y de 22.51 % para una concentración de NaCl 1.0 M. Las capacidades emulsificantes y espumantes se ven favorecidas cuando los aminoácidos de naturaleza polar están expuestos a la fase acuosa así como por la conformación nativa de las proteínas globulares existentes en los granos (Kinsella, 1979).

Tabla 8

Capacidad gelificante (CG) de la harina de semillas del árbol del pan

Condición	% p/v solución de harina						
	4%	8%	12%	14%	16%	18%	20%
pH 3	NP	NP	D	D	F	F	F
pH 5	NP	NP	D	F	F	F	F
pH 7	D	D	F	F	F	F	F
pH 9	D	D	F	F	F	F	F
NaCl 0.10 M	D	D	F	F	F	F	F
NaCl 0.25 M	NP	NP	D	F	F	F	F
NaCl 0.50 M	NP	NP	D	D	F	F	F

Nota: (NP) no presentó gelificación, (D) gelificación débil, (F) gelificación fuerte

En la Tabla 8 se presenta el efecto del potencial de hidrógeno (pH) y cloruro de sodio sobre la capacidad gelificante de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*). Se observa una gelificación débil para las soluciones de harina al 4 % y 8 % (p/v) a pH 7, pH 9 y 0.1 M de NaCl. A partir de soluciones de 12 % (p/v), a pH 7 y 9 la gelificación es fuerte. En NaCl, la gelificación es fuerte a partir del 12 % (p/v) para una concentración de 0.1 M de cloruro de sodio. La formación de gel está influenciada por el pH y en consecuencia la solubilidad de la proteína, pues la gelificación será superior a pH neutro y alcalino en comparación con un pH cercano al punto isoeléctrico de la proteína

(Silventoinen et al., 2018). Por otro lado, Akintayo et al. (1999) en el estudio sobre las propiedades gelificantes en concentrado proteico de *Cajanus cajan* indican que la CG mejora a concentraciones bajas de NaCl (0.5 M) y decrece conforme la fuerza iónica (concentraciones de NaCl) aumenta a partir de 1.0 M, evidenciando un mejoramiento de la CG a una fuerza iónica baja debido al aumento de la solubilidad de la proteína en una solución salina.

Adebowale & Adebowale (2008) determinaron la gelificación de la harina de frijol *Mucuna* y de aislados proteicos. La LGC (concentración gelificante mínima) para las harinas de *Mucuna Veracruz blanco* y *Mucuna cochinchinensis*, fue de 12 % (p/v) a pH 4 y de 14 % (p/v) a pH de 5 respectivamente. En cuanto al aislado de proteína blanca de *Mucuna veracruz* se obtuvo una LGC de 8 % (p/v) a pH de 4. Para concentraciones de NaCl se observó una mejora en las características de gelificación para las harinas y aislados de proteínas a medida que la fuerza iónica aumentó a 0.4 M. Pero cuando la fuerza iónica sigue aumentando afecta negativamente en la formación del gel.

Tena (2021) en su estudio obtuvo una capacidad gelificante débil a un pH de 7 y 9 en soluciones de harina de ñuña (*Phaseolus vulgaris L.*) a concentraciones de 18 % (p/v) y al 16 % (p/v) respectivamente. Melendez (2021) en harina de haba (*Vicia faba L.*) obtuvo una capacidad gelificante débil en soluciones de harina superiores a 18 % (p/v) para pH entre el intervalo de 3 a 9, y para concentraciones de NaCl (0.1 M, 0.5 M, 1.0 M) fue débil en soluciones de harina superiores al 20 % (p/v). Vegas & Lavado (2021) evaluaron la capacidad gelificante de harina entera y residual de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) a diversos valores de pH (3, 5, 7 y 9) y de NaCl (0.1 M, 0.25 M y 0.5 M). En su estudio reportaron una CG débil para una solución de harina residual del 20 % (p/v), y en harina entera se presentó una CG débil y fuerte a partir de las soluciones al 10

% (p/v) y al 16 % (p/v) respectivamente. Este comportamiento se presentó para todos los valores de pH y NaCl.

Por otra parte, García et al. (2012) en su investigación evaluaron la CG en suspensiones preparadas con harina de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sometidos a diferentes procesamientos. La concentración mínima a la cual se formó el gel, para los tratamientos HCC1 (remojo 12 h, cocción a 98 °C por 1.5 h y secado a 120 °C por 3 h) y HCC3 (remojo por 12 h, cocción a 98 °C durante 2 h y secados a 40 °C por 48 h) fue del 10 % (p/v), mientras que para el tratamiento HCC2 (lavado, escurrido y horneado a 150 °C por 5 min) fue de 12 % (p/v). La proteína especialmente de configuración globular tiene una capacidad superior en la formación de un gel en comparación con otros componentes como el almidón y los lípidos, por tanto la interacción entre estos componentes permite obtener geles con mayor firmeza (Chinma et al., 2013; Granito et al., 2004; Schlangen et al., 2022).

La capacidad de absorción de grasa (CAG) en harina de semillas del árbol del pan fue de 1.33 ± 0.05 g aceite/g sólidos, siendo mayor a los publicado por De Angelis et al. (2021) para harina de lenteja roja (0.32 g aceite/g sólidos), lenteja amarilla (0.31 g aceite/g sólidos), guisante verde (0.35 g aceite/g sólidos) y garbanzo kabuli (0.38 g aceite/g sólidos). La CAG tiene relación con la cantidad de cadenas laterales apolares de las estructuras proteicas, debido que estas se entrecuzan con los polímeros de ácidos grasos (Sikorski, 2001). Así mismo Melendez (2021) reportó una CAG de 2.21 g aceite/g sólidos para harina de haba, valor que es superior a los reportado en este trabajo de investigación. Por otro lado, Vegas & Lavado (2021) para harina de linaza (*Linum usitatissimum* L.) residual (sin mucílago) y entera obtuvieron una CAG de 1.87 g aceite/g sólidos y 1.26 g aceite/g sólidos respectivamente. Para Kinsella (1979) la CAG se ve influenciada por la

configuración y disposición de los aminoácidos, el tipo de grasa y presencia de almidón, pues todos ellos determinan las interacciones hidrofóbicas proteína-grasa.

En la investigación realizada por García et al. (2012) obtuvieron una CAG de 1.81 % para el tratamiento HCC2 (lavado, escurrido y horneado a 150 °C por 5 min) y de 2.04 % para los tratamientos HCC1 (remojo 12 h, cocción a 98 °C por 1.5 h y secado a 120 °C por 3 h) y HCC3 (remojo por 12 h, cocción a 98 °C durante 2 h y secados a 40 °C por 48 h) para harina de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan (L.) Millsp.*) evidenciando que la combinación de los procesos remojo, cocción y secado favorece la absorción de grasa por parte de las proteínas, ya que estas atrapan físicamente las grasas por medio de la formación de micelas (Granito et al., 2004).

3.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico mostró que el pH y la concentración de NaCl ejerce un efecto estadísticamente significativo ($p < 0.05$) sobre las propiedades tecnofuncionales de CAA, CE y CEp en la harina obtenida de las semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*), tal como se presenta en la Tabla 9. Así mismo, en la Tabla 10 se presenta el análisis correspondiente a la prueba de rangos múltiples de Fisher (LSD) para la CAA, CE y CEp. En ella se observa que en los pares de la capacidad de absorción de agua 0.1 M - pH 3, 0.1 M - pH 7, 0.25 M - pH 3, 0.25 M - pH 7, 0.5 M - pH 7, pH 3 - pH 9, pH 5 - pH 7, pH 7 - pH 9 difieren estadísticamente entre sí. En cuanto a la capacidad emulsificante los pares 0.1 M - pH 9, 0.25 M - 0.5 M, 0.25 M - pH 5, 0.5 M - pH 5, pH 3 - pH 7 no difieren estadísticamente entre sí. En la capacidad espumante casi en su totalidad la diferenciación de pares difiere estadísticamente entre sí a excepción del par pH 3 - pH 9.

Tabla 9

Análisis de varianza para la CAA, CE y CEp de la harina de semillas del árbol del pan en función al pH y concentración de NaCl

Propiedad TF	Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
CAA	Entre grupos	0.249221	6	0.0415369	6.84	0.0004
	Intra grupos	0.127475	21	0.00607024		
	Total (Corr.)	0.376696	27			
CE	Entre grupos	173.758	6	28.9596	23.26	0.000001
	Intra grupos	26.1505	21	1.24526		
	Total (Corr.)	199.908	27			
CEp	Entre grupos	1909.77	6	318.296	808.5	0.000001
	Intra grupos	8.26745	21	0.393688		
	Total (Corr.)	1918.04	27			

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

Tabla 10

Análisis LSD para CAA, CE y CEp de la harina de semillas del árbol del pan en función del pH y concentración de NaCl

Propiedad TF	pH/NaCl	Media	Grupos Homogéneos	Contraste	CAA		CE		CEp	
					Sig.	Diferencia	Sig.	Diferencia	Sig.	Diferencia
CAA	pH 7	2.395	X	0.1 - 0.25	0.005	*	3.705	*	-10.0025	
	pH 3	2.485	X X	0.1 - 0.5	0.0975	*	4.545	*	-18.545	
	pH 5	2.56	X X	0.1 - 3	*	0.18	*	7.69	*	4.4675
	0.50M	2.5675	X X	0.1 - 5	0.105	*	3.7075	*	3.3	
	0.25M	2.631	X	0.1 - 7	*	0.27	*	6.415	*	2.245
	pH 9	2.655	X	0.1 - 9	0.01		1.245	*	4.91	
	0.10M	2.665	X	0.25 - 0.5	0.0925		0.84	*	-8.5425	
CE	pH 3	27.81	X	0.25 - 3	*	0.175	*	3.985	*	14.47
	pH 5	29.085	X	0.25 - 5	0.1		0.0025	*	13.3025	
	0.50M	30.955	X	0.25 - 7	*	0.265	*	2.71	*	12.2475
	pH 7	31.7925	X	0.25 - 9	0.005	*	-2.46	*	14.9125	
	0.25M	31.795	X	0.5 - 3	0.0825	*	3.145	*	23.0125	
	pH 9	34.255	X	0.5 - 5	0.0075		-0.8375	*	21.845	
	0.10M	35.5	X	0.5 - 7	*	0.1725	*	1.87	*	20.79
CEp	pH 3	9.2875	X	0.5 - 9	-0.0875	*	-3.3	*	23.455	
	pH 5	10.455	X	3 - 5	-0.075	*	-3.9825	*	-1.1675	
	pH 7	11.51	X	3 - 7	0.09		-1.275	*	-2.2225	
	pH 9	12.092	X	3 - 9	*	-0.17	*	-6.445	0.4425	
	0.10M	13.755	X	5 - 7	*	0.165	*	2.7075	*	-1.055
	0.25M	23.7575	X	5 - 9	-0.095	*	-2.4625	*	1.61	
	0.50M	32.3	X	7 - 9	*	-0.26	*	-5.17	*	2.665

* Señala diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95.0 %.

^a Los límites +/- de la prueba para: CAA = 0.11457, CE = 1.64096, CEp = 1.64096.

^b Los números 3,5,7, 9 indican valores de pH y los números 0.1, 0.25, 0.5 indican la molaridad del NaCl

IV. CONCLUSIONES

En la caracterización fisicoquímica de la harina de semillas del árbol del pan se obtuvo una humedad de 7.52 %, cenizas de 3.29 %, lípidos libres de 9.96 %, proteína total de 18.6 %, fibra cruda de 3.32 %, acidez titulable de 0.17 %, azúcares reductores de 23.41 %, sólidos solubles de 10.33 °Brix y un pH de 4.8.

Los valores máximo y mínimo de capacidad de absorción de agua en la harina de semillas del árbol del pan fueron 2.66 g H₂O/g sólidos a pH 9 y de 2.39 g H₂O/g sólidos a pH 7. Por su aceptable capacidad de retención de agua la harina de semillas del árbol del pan podría utilizarse para mejorar la textura y la frescura de panes, pasteles y galletas. La capacidad emulsificante se incrementó desde 27.81 % a pH 3 hasta 34.26 % a pH 9. La capacidad espumante también se incrementó desde 9.29 % a pH 3 hasta 12.09 % a pH 9. La capacidad gelificante fue fuerte a partir de una solución de harina de semillas del árbol de pan de 12 % (p/v), tanto a pH 7 y 9.

Los valores de la capacidad de absorción de agua decrecieron desde 2.66 g H₂O/g sólidos hasta 2.57 g H₂O/g sólidos para la concentración de NaCl 0.1 M y 0.5 M respectivamente. La capacidad emulsificante decrece de 35.50 % a 30.95 % para concentraciones de NaCl de 0.1 M y 0.5 M respectivamente. Por su aceptable capacidad emulsificante la harina de semillas del árbol del pan puede ser utilizada como sustituto parcial en la elaboración de productos cárnicos procesados, así como en aderezos y salsas. La capacidad espumante se incrementa de 13.75 % a 32.30 % para concentraciones de NaCl de 0.1 M y 0.5 M respectivamente. La capacidad gelificante fue fuerte a partir de una solución de harina del 12 % (p/v) a una concentración 0.1 M de cloruro de sodio.

La capacidad de absorción de grasa en harina de semillas del árbol del pan fue de 1.33 ± 0.05 g aceite/g sólidos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adebowale, K., & Adebowale, Y. (2008). Evaluation of the gelation characteristics of *Mucuna* bean flour and protein isolate. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 6(8), 2243-2260.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00086-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00086-4)

Adebowale, K., Olu, B., Olawumi, E., & Lawal, O. (2005). Functional properties of native, physically and chemically modified breadfruit (*Artocarpus artilis*) starch. *Industrial Crops and Products*, 21(3), 343-351.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2004.05.002>

Adeleke, R., & Abiodun, O. (2010). Nutritional composition of breadnut seeds (*Artocarpus camansi*). *African Journal of Agricultural Research*, 5(11), 1273-1276. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/783A62933872>

Akintayo, E., Oshodi, A., & Esuoso, K. (1999). Effects of NaCl, ionic strength and pH on the foaming and gelation of pigeon pea (*Cajanus cajan*) protein concentrates. *Food Chemistry*, 66(1), 51-56. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00155-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00155-1)

Anchundia, C., & Martillo, A. (2019). *Estudio comparativo del valor nutricional de la harina de fruta de pan (Artocarpus altilis) frente a la harina de trigo (Triticum vulgare)* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Ecuador].
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/quimica-ii/2019-estudio-comparativo-del-valor-nutricional-de-la-harina-de-fruta-ded-pan/30556541>

Ante, I., Aboaba, S., Siddiqui, H., & Choudhary, M. (2016). Essential oils of the leaf, stem-bark, and nut of *Artocarpus camansi*: Gas chromatography-mass

spectrometry analysis and activities against multidrug-resistant bacteria. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 22(3), 203-210.
<https://doi.org/10.1080/10496475.2016.1159638>

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17th ed., Vol. 2). Association of Official Analytical Chemists.

AOAC 932.12. (1990). *Determinación de sólidos solubles*. Association of Official Analytical Chemists.

AOAC 962.09. (1995). *Official methods of analysis of AOAC international*. Association of Official Analytical Chemists.

Arroyo, M., Rendón, A., Martínez, M., & Serna, L. (2021). Capacidad emulsificante y estabilidad de emulsiones de harinas de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) bajo diferentes condiciones de pH y fuerza iónica. *Acta Agronómica*, 70(4), 415-420.
<https://doi.org/10.15446/acag.v70n4.78743>

Awuchi, C. (2019). Proximate composition and functional properties of different grain flour composites for industrial applications. *International Journal of Food Sciences*, 2(1), 43-64. <https://doi.org/10.47604/ijf.1010>

Awuchi, C., Igwe, V., & Echeta, C. (2019). The functional properties of foods and flours. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5(11), 139-160.
<https://acortar.link/udufLY>

Baba, S., Chan, H., Kezuka, M., Inoue, T., & Chan, E. (2016). *Artocarpus altilis* and *Pandanus tectorius*: Two important fruits of Oceania with medicinal values. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(8), 531-539.
<https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-02-207>

- Badifu, G., & Akubor, P. (2001). Influence of pH and sodium chloride on selected functional and physical properties of African breadfruit (*Treculia africana Decne*) kernel flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56(2), 105-115. <https://doi.org/10.1023/A:1011194927947>
- Barac, M., Pesic, M., Stanojevic, S., Kostic, A., & Bivolarevic, V. (2015). Comparative study of the functional properties of proteins from several legume species: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 6925-6937. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1798-4>
- Berghout, J., Boom, R., & Van der Goot, A. (2015). Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 43, 465-472. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.07.003>
- Bessada, S., Barreira, J., & Oliveira, B. (2019). Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science and Technology*, 93(1), 53-68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.022>
- Beuchat, L. R. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(2), 258-261. <https://doi.org/10.1021/jf60210a044>
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2), 414-431. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
- Caamaño, A., & Maestre, G. (2004). La construcción del concepto de ión, en la intersección entre el modelo atómico-molecular y el modelo de carga eléctrica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 42, 29-40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=994355>

- Chau, C., & Cheung, P. (1997). Effect of various processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch of two Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(12), 4773-4776. <https://doi.org/10.1021/jf970504p>
- Chinma, C., Ariahu, C., & Abu, J. (2013). Chemical composition, functional and pasting properties of cassava starch and soy protein concentrate blends. *Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1179-1185. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0451-8>
- Coffmann, C., & Garcia, V. (1977). Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 12(5), 473-484. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb00132.x>
- Dayarathna, P., Jayarathna, G., Nawarathne, S., Jayasena, D., Dissanayake, S., Heo, J., & Nambapana, M. (2021). Effect of partial replacement of corn with breadfruit (*Artocarpus altilis*) flour on growth performance and meat quality of broiler chickens. *Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka*, 16(3), 431. <https://doi.org/10.4038/jas.v16i03.9469>
- De Angelis, D., Latrofa, V., Caponio, F., Pasqualone, A., & Summo, C. (2024). Techno-functional properties of dry-fractionated plant-based proteins and application in food product development: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(4), 1884-1896. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13168>
- De Angelis, D., Pasqualone, A., Allegretta, I., Porfido, C., Terzano, R., Squeo, G., & Summo, C. (2021). Antinutritional factors, mineral composition and functional properties of dry fractionated flours as influenced by the type of pulse. *Heliyon*, 7(2), 61-77. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06177>

- Eguren, F. (2014). Brecha alimentaria: La población rural está en desventaja ante peruanos urbanos y con mayores ingresos. *La Revista Agraria*, 161, 11-12. <https://bit.ly/44VO6Mp>
- Eguren, F., & Marapi, R. (2013). Seguridad alimentaria, problema global. *La Revista Agraria*, 152, 13-15. <https://bit.ly/3O7odCq>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Árbol del pan*. <http://www.fao.org/traditional-crops/breadfruit/es/>
- García, O., Aiello, C., Chirino, M., Ruíz, J., & Pons, I. (2012). Caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan L. Millsp.*) sometidos a diferentes procesamientos. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 919-928. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6104328>
- Granito, M., Guerra, M., Torres, A., & Guinand, J. (2004). Effect of processing on functional properties of *Vigna Sinensis*. *Interciencia*, 29(9), 521-526. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000900009&lng=es&nrm=iso
- Hasmadi, M., Noorfarahzilah, M., Noraidah, H., Zainol, M., & Jahurul, M. (2020). Functional properties of composite flour: A review. *Food Research*, 4(6), 1820-1831. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).419](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).419)
- Hernández, B., Santiago, R., Navarro, R., Gómez, C., Castro, J., Martínez, C., Vivar, M., Herman, E., & Rodríguez, J. (2015). Physical properties of ebony seed (*Pithecellobium flexicaule*) and functional properties of whole and defatted ebony seed meal. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4483-4490. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1482-8>

Hu, Y., Shim, Y., & Reaney, M. (2020). Flaxseed gum solution functional properties. *Foods*, 9(5), 681. <https://doi.org/10.3390/foods9050681>

Ibarra, K. (2017). *Evaluación de la aceptabilidad de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harinas de chía (Salvia hispanica L.) y haba (Vicia faba) mediante optimización por diseño de mezclas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1951>

ISO 638. (2008). *International Organization for Standardization. Method for determination of dry matter content.*

ISO 776. (1982). *International Organization for Standardization. Method for determination of acid-insoluble ash of pulp.*

Khalid, E., Babiker, E., & EL Tinay, A. (2003). Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration. *Food Chemistry*, 82(3), 361-366. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00555-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00555-1)

Kinsella, J. (1979). Functional properties of soy proteins. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(3), 242-258. <https://doi.org/10.1007/BF02671468>

Lam, R., & Nickerson, M. (2013). Food proteins: A review on their emulsifying properties using a structure–function approach. *Food Chemistry*, 141(2), 975-984. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.038>

Lie, A., Yang, J., Schutyser, M., Nikiforidis, C., & Boom, R. (2023). Mild fractionation for more sustainable food ingredients. *Annual Review of Food Science and Technology*, 14, 473-493. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-060721-024052>

- Lopez, C., & Gómez, J. (2017). *Obtención de harina del fruto de pan de árbol (Artocarpus altilis) para la elaboración de galleta enriquecida con sustitución parcial de harina de trigo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú].
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1169>
- Lozano, M., Rodríguez, J., Falfán, R., & Hernández, B. (2023). Physicochemical and techno-functional properties of mixtures of Michigan bean protein concentrate (*Phaseolus vulgaris L*): Maltodextrin. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(2), 1844-1851. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01753-z>
- Luzuriaga, C. X., Blanco, J., Cerón, C. E., & Ruiz, T. (2019). Providing added value to local uses of paparahua (*Artocarpus altilis*) in Amazonian Ecuador by phytochemical data review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 29(1), 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.09.008>
- Ma, K., Greis, M., Lu, J., Nolden, A., McClements, D., & Kinchla, A. (2022). Functional performance of plant proteins. *Foods*, 11(4), 594. <https://doi.org/10.3390/foods11040594>
- Mehta, K., Quek, Y., & Henry, C. J. (2023). Breadfruit (*Artocarpus altilis*): Processing, nutritional quality, and food applications. *Frontiers in Nutrition*, 10(2), 156. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1156155>
- Melendez, W. (2021). *Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de haba (Vicia faba L.) variedad paca verde* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú].
<https://hdl.handle.net/20.500.14414/18880>

Nasrollahzadeh, F., Roman, L., Swaraj, V., Ragavan, K., Vidal, N., Dutcher, J., & Martinez, M. (2022). Hemp (*Cannabis sativa L.*) protein concentrates from wet and dry industrial fractionation: Molecular properties, nutritional composition, and anisotropic structuring. *Food Hydrocolloids*, 131(107755), 265-287. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107755>

NMX-F-312. (1978). *Determinación de azúcares reductores en alimentos.*

NTP 203.070. (1977). *Determinación de la acidez titulable.*

Núñez, J., Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L., Ramírez, A., & Trujillo, A. (2011). Caracterización del fruto y semilla de frutopán (*Artocarpus camansi blanco*). *Bioagro*, 23(1), 51-56. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1316-33612011000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Obasuyi, J. O. I., & Nwokoro, S. O. (2006). Physical and chemical characteristics of breadfruit (*Artocarpus altilis*) seeds collected from three locations in Edo State, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(3), 212-214. <https://doi.org/10.3923/pjn.2006.212.214>

Ocheme, O., Akintayo, O., Chinma, C., Yakubu, C., & Ajibo, U. (2018). Proximate composition, functional, and pasting properties of wheat and groundnut protein concentrate flour blends. *Food Science & Nutrition*, 6(5), 1173-1178. <https://doi.org/10.1002/fsn3.670>

Olatunya, A., Olatunya, O., & Akintayo, E. (2017). Potential health and economic benefits of three locally grown nuts in Nigeria: Implications for developing countries. *Heliyon*, 3(10), 414. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00414>

Oluwole, O., Akinwale, T., Adesioye, A., Odediran, O., Anuoluwatelemini, J., Ibidapo, O., Owolabi, F., Owolabi, S., & Kosoko, S. (2016). Some functional properties of flours from commonly consumed selected Nigerian Food Crops. *International Research Journal of Agricultural and Food Sciences*, 1(5), 92-98. <https://bit.ly/3O7BfzY>

Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Programa Mundial de Alimentos, & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2021). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017*. World Health Organization. <http://www.who.int/nutrition/publications/foodsecurity/state-food-security-nutrition-2017/es/>

Parrotta, J. (1994). *Artocarpus altilis* (S. Park.) Fosb. Breadfruit, breadnut. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2649.3526>

Qin, X., Samilyk, M., & Luo, Y. (2023). Optimization of technical and technological indicators of kefir added with defatted sesame flour and rice bran. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 11(121), 15-22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272029>

Quijano, J., & Arango, G. (1979). The breadfruit from colombia-a detailed chemical analysis. *Economic Botany*, 33(2), 199-202. <https://doi.org/10.1007/BF02858288>

Ragone, D. (2018). Breadfruit: *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. En S. Rodrigues, E. de Oliveira Silva, & E. S. de Brito (Eds.), *Exotic Fruits* (pp. 53-60). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00009-5>

- Ragone, D., & Cavaletto, C. (2006). Sensory evaluation of fruit quality and nutritional composition of 20 breadfruit (*Artocarpus moraceae*) cultivars. *Economic Botany*, 60(4), 335-346. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2006\)60\[335:SEOFQA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2006)60[335:SEOFQA]2.0.CO;2)
- Saldanha do Carmo, C., Silventoinen, P., Nordgård, C. T., Poudroux, C., Dessev, T., Zobel, H., Holtekjølen, A., Draget, K., Holopainen, U., Knutsen, S. H., & Sahlstrøm, S. (2020). Is dehulling of peas and faba beans necessary prior to dry fractionation for the production of protein- and starch-rich fractions? Impact on physical properties, chemical composition and techno-functional properties. *Journal of Food Engineering*, 278, 109937. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109937>
- Sangronis, E., Machado, C., & Cava, R. (2004). Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y *Caján cajan*) germinadas. *Interciencia*, 29(2), 80-85. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0378-18442004000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Schlangen, M., Taghian Dinani, S., Schutyser, M. A. I., & van der Goot, A. J. (2022). Dry fractionation to produce functional fractions from mung bean, yellow pea and cowpea flour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 78, 103018. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103018>
- Scurrah, M., De Haan, S., Olivera, E., Ccanto, R., Creed, H., Carrasco, M., Veres, E., & Barahona, C. (2012). Ricos en agrobiodiversidad, pero pobres en nutrición. *La Revista Agraria*, 143, 8-9. <https://bit.ly/3rv3AZI>
- Sikorski, Z. (2001). *Chemical and functional properties of food proteins* (First edition). <https://doi.org/10.1201/9781482279047>

Sikorski, Z. (2006). The role of proteins in food. *En Chemical and Functional Properties of Food Components* (Third edition). 10.1201/9781420009613

Silventoinen, P., Kortekangas, A., Ercili, D., & Nordlund, E. (2021). Impact of ultra-fine milling and air classification on biochemical and techno-functional characteristics of wheat and rye bran. *Food Research International*, 139, 109971. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109971>

Silventoinen, P., Sipponen, M., Holopainen, U., Poutanen, K., & Sozer, N. (2018). Use of air classification technology to produce protein-enriched barley ingredients. *Journal of Food Engineering*, 222, 169-177. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.11.016>

Solaesa, Á., Villanueva, M., Vela, A., & Ronda, F. (2020). Protein and lipid enrichment of quinoa (*cv. Titicaca*) by dry fractionation. Techno-functional, thermal and rheological properties of milling fractions. *Food Hydrocolloids*, 105, 105770. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105770>

Staroszczyk, H., & Sikorski, Z. (2023). *Chemical and Functional Properties of Food Components: Fourth Edition*. <https://doi.org/10.1201/9781003265955>

Suresh, C., & Samsher, S. (2013). Assessment of functional properties of different flours. *African Journal of Agricultural Research*, 8(38), 4849-4852. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.6905>

Tena, J. (2021). *Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.) variedad Blanca Nube* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/18875>

- Tigreros, J., Parra, S., Martínez Girón, J., & Ordoñez, L. (2021). Diferentes métodos de escaldado y su aplicación en frutas y verduras. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 8(1), 50-63.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739316>
- Vegas, R., & Lavado, 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*, 9(1), 25-37. <https://doi.org/10.24039/cv2021911071>
- Vegas, R., Zavaleta, A., & Vegas, C. (2017). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de *Lupinus mutabilis* “tarwi” variedad criolla. *Agroindustrial Science*, 7(1), 49-55.
<https://doi.org/10.17268/agroind.science.2017.01.05>
- Verma, M., & Dobhal, N. (2023). Physical and functional properties of raw and roasted garden cress seeds (*Lepidium sativum* L.) flour. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 42(2), 222-225. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1848>
- Vianney, Y., Putra, S., & Purwanto, M. (2020). Antioxidant and toxicity activity of aqueous extracts from various parts of breadfruit and breadnut. *International Journal of Fruit Science*, 20(3), 1639-1651.
<https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1828222>
- Vogelsang, M., Petersen, I., Joehnke, M., Sørensen, J., Bez, J., Detzel, A., Busch, M., Krueger, M., O'Mahony, J., Arendt, E., & Zannini, E. (2020). Comparison of faba bean protein ingredients produced using dry fractionation and isoelectric precipitation: Techno-functional, nutritional and environmental performance. *Foods*, 9(3), 322. <https://doi.org/10.3390/foods9030322>

- Wani, I., Andrabi, S., Sogi, D., & Hassan, I. (2020). Comparative study of physicochemical and functional properties of flours from kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and green gram (*Vigna radiata* L.) cultivars grown in Indian temperate climate. *Legume Science*, 2(1), 124. <https://doi.org/10.1002/leg3.11>
- Worrell, D., Sean, C., & Huber, D. (1998). Growth, maturation and ripening of breadfruit, *Artocarpus altilis* (Park.) Fosb. *Scientia Horticulturae*, 76(1), 17-28. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00134-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00134-4)
- Xiong, T., Xiong, W., Ge, M., Xia, J., Li, B., & Chen, Y. (2018). Effect of high intensity ultrasound on structure and foaming properties of pea protein isolate. *Food Research International*, 109, 260-267. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.044>
- Yang, J., Kornet, R., Diedericks, C., Yang, Q., Berton-Carabin, C., Nikiforidis, C., Venema, P., Van der Linden, E., & Sagis, L. (2022). Rethinking plant protein extraction: Albumin—From side stream to an excellent foaming ingredient. *Food Structure*, 31, 100254. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2022.100254>
- Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Misaki, M., Toda, J., Wada, T., & Ishii, K. (1972). Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, 36(5), 719-727. <https://doi.org/10.1080/00021369.1972.10860321>
- Yu, J., Ahmedna, M., & Goktepe, I. (2007). Peanut protein concentrate: Production and functional properties as affected by processing. *Food Chemistry*, 103(1), 121-129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.012>

Żmudziński, D., Goik, U., & Ptaszek, P. (2021). Functional and rheological properties of *Vicia faba* L. protein isolates. *Biomolecules*, 11(2), 1-17.
<https://doi.org/10.3390/biom11020178>

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

VI. ANEXOS

ANEXO 1

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (ISO 638, 2008)

Se dispuso una cantidad conocida de muestra en un recipiente de peso conocido (previamente secado en estufa hasta peso constante, que se alcanzó aproximadamente a las 4 h). Luego se colocó el recipiente con la muestra en la estufa a 105 °C de temperatura por 24 h, pasado este tiempo se llevó a enfriamiento en un desecador conteniendo gel de sílice, y finalmente se pesó la muestra.

El porcentaje de humedad (en gramos de agua por cada gramo de materia prima húmeda) se determinó usando la siguiente ecuación:

$$H = \frac{PRMH - PRMS}{PRMH - PRS}$$

% de sólidos = (1-H) x 100

Donde:

H: Humedad de la muestra (g H₂O /g materia prima)

PRMH: Peso en gramos del recipiente seco con la muestra húmeda inicial.

PRS: Peso en gramos del recipiente seco.

PRMS: Peso en gramos del recipiente con la muestra seca.

Se realizaron tres repeticiones.

ANEXO 2

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS (ISO 776, 1982)

Se dispuso de crisoles de zirconio (conociendo su peso seco) para adicionar 10 gramos de materia prima. El crisol se llevó al horno de mufla y se mantuvo a temperatura de 600 °C hasta alcanzar peso constante (aproximadamente a las 6 h).

Para lograr una combustión lenta y controlada, la materia prima se introdujo en el horno de mufla a baja temperatura (100 °C), aumentando a intervalos de 50 °C, hasta llegar a 600 °C, el cual evitó que ocurra la deflagración y la pérdida de la materia prima.

Luego se pasó a un desecador conteniendo gel de sílice para enfriar y posteriormente se pesó.

Para determinar el contenido de cenizas CC (gramos de cenizas/ 100 gramos de materia prima) se utilizó la siguiente ecuación:

$$CC = \frac{PRC - PRS}{(PRMH - PRS) * (1 - H)} \times 100$$

Donde:

PRC: Peso en gramos del recipiente con las cenizas.

PRS: Peso en gramos del recipiente seco.

PRMH: Peso en gramos del recipiente seco con la muestra húmeda inicial.

H: Humedad de la muestra.

Se realizaron tres repeticiones.

ANEXO 3

DETERMINACIÓN DE LÍPIDOS LIBRES MODIFICADO (AOAC, 2000)

Se colocó en el extractor Soxhlet papel de filtro (Whatman N° 1) con 40 g de harina del árbol del pan utilizando como solvente etanol a 96 °GL con reflujo durante 10 horas. Después, el extracto de aceite – etanol se secó a temperatura de 65 ± 2 °C durante 3 h, seguido de esto se enfrió y se pesó.

Para determinar el contenido de lípidos libres se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Lipidos} = \frac{\text{Peso de lípidos libres}}{\text{Peso de materia prima}} \times 100$$

Se realizaron tres repeticiones.

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

ANEXO 4

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA TOTAL. Método micro Kjeldahl 12.0.17

(AOAC, 2000)

Procedimiento experimental

Digestión: Se mezcló en un balón Kjeldahl 0.3 g de harina de semillas del árbol del pan y 1 g de mezcla digestora, se adicionó 10 ml de ácido sulfúrico concentrado en una campana de extracción. Se procedió a encender el extractor de vapor Kjeldahl para colocar los balones. Se aclaró la solución contenida en el balón por medio de calentamiento suave, luego se apagó el digestor y se dejó enfriar. El aparato de destilación micro Kjeldahl se encendió a 80 °C.

Neutralización: Al término del enfriamiento del balón se adicionó gota por gota 12 ml de NaOH al 45 % y 10 ml de agua destilada.

Destilación: El destilado alcanzó la temperatura para luego enjuagar con agua destilada, se introdujo un vaso de precipitación de 250 ml en la alargadera del refrigerante con 40 ml de ácido bórico al 4 % y tres gotas de indicador mixto de proteínas, esta operación se realizó hasta que el vaso de precipitación contenga 120 ml de mezcla destilada.

Titulación: El destilado que fue obtenido se valoró con HCl 0.096 N. El contenido de proteínas fue determinado por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml HCl}) \times (\text{Normalidad HCl}) \times 0.014}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

$$\% \text{ Proteínas} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6.25$$

Se realizaron tres repeticiones.

ANEXO 5

DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA (AOAC 962.09, 1995)

Se pesó 3 gramos de harina de semillas del árbol del pan que se sometió a digestión con ácido sulfúrico al 1.25 % por 30 minutos. Luego se filtró la muestra y se lavó con hidróxido de sodio al 1.25 % calentando durante 30 minutos adicionales. Después se filtró y lavó con agua caliente. Finalmente se realizó un lavado con alcohol y luego con éter. El residuo se secó en estufa hasta peso constante y posteriormente se enfrió.

La cuantificación de su determinación se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{P_f - P_i}{P_m} \times 100$$

En donde:

Pf: Peso en gramos del crisol calcinado

Pi: Peso en gramos del crisol vacío

Pm: Peso en gramos de la muestra

Se realizaron tres repeticiones.

ANEXO 6

DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE (NTP 203.070, 1977)

En un matraz de Erlenmeyer se preparó una solución de harina y agua destilada en una proporción de 1:4 p/p. A la mezcla obtenida se adicionó 4 gotas de fenolftaleína y se tituló con una solución de NaOH al 0.00935 N hasta notar un cambio de color rojo-grosella.

La acidez se determinó con la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(\text{ml NaOH}) \times (\text{N NaOH}) \times (\text{meq. ácido}) \times (\text{fact. dilución})}{\text{g ó ml de muestra} \times \text{ml muestra titulada}} \times 100$$

Se utilizó el valor del peso miliequivalente del ácido cítrico (0.064).

Se realizaron tres repeticiones.

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

ANEXO 7

DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES POR EL MÉTODO DE LANE EYNON (NMX-F-312, 1978)

En un vaso de precipitado se preparó una solución de harina y agua destilada en una proporción de 1:6 p/v, luego se pasó a filtrar dicha solución y se dispuso en una bureta de 50 ml.

En un matraz de Erlenmeyer se dispuso de 10 ml de solución de Fheling (5 ml de Fheling A y 5 ml de Fheling B), se adicionó 10 ml de agua destilada y se llevó a ebullición por 2 min. Transcurrido este tiempo se adicionó 4 gotas de azul de metileno dando una coloración azul y nuevamente se llevó a ebullición por 1 min. Finalmente se realizó la titulación hasta viraje (color rojo ladrillo) y se anotó el gasto.

$$\% \text{ Az. red.} = \frac{(\text{Factor fehling}) \times (10 \text{ ml Fehling}) \times (\text{Fact. dilución})}{\text{Gasto de muestra}} \times 100$$

Se realizaron tres repeticiones.

ANEXO 8

DETERMINACIÓN DEL pH (AOAC, 2000)

Procedimiento experimental

Se tomó 4 g de harina secada a 50 °C, para diluirlo en 12 g de agua destilada. Luego con la ayuda de un pH-metro se determinó el pH de la harina.

Se realizaron tres repeticiones.

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

ANEXO 9

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (AOAC 932.12, 1990)

Se preparó una solución de harina y agua destilada en una proporción de 1:3 p/p, luego se agitó la solución por 3 min aproximadamente y se colocó un poco de esta solución en el prisma del refractómetro óptico para visualizar los sólidos solubles.

Los sólidos solubles se calcularon con la siguiente fórmula:

$$^{\circ}Brix = \left(\frac{W_{\text{harina}} + W_{\text{agua}}}{W_{\text{harina}}} \right) \times \text{Valor medido del refractómetro}$$

Se realizaron tres repeticiones.

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

ANEXO 10**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA**

Se determinó según el método descrito por Beuchat (1977) con algunas modificaciones.

Se preparó soluciones con HCl 0.1 N y NaOH 0.1 N a los pH 3, 5, 7 y 9; así mismo, soluciones de cloruro de sodio 0.1, 0.25 y 0.5 M a 18 °C. Se añadió un 1 g de harina de semillas de árbol de pan y 10 ml (pesado en gramos) de la solución preparada (pH y cloruro de sodio distinto) en un tubo de ensayo para agitarlo durante 30 segundos en el vortex. Seguido se centrifugó a 2500 rpm durante 10 minutos y se eliminó el sobrenadante, la diferencia entre la muestra inicial y final (después absorber agua) se consideró como la cantidad de agua retenida.

Para determinar la capacidad de absorción de agua de harina de semillas del árbol del pan (g H₂O/g sólidos) se utilizó la siguiente ecuación:

$$CAA = \left(\frac{10 \text{ ml (peso)} - \text{g de sobrenadante}}{\text{g muestra} \left(\% \frac{\text{sólidos}}{100} \right)} \right)$$

Se realizaron cuatro repeticiones.

ANEXO 11

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE GRASA O ACEITE

El procedimiento se hizo según el método de Beuchat (1977) con algunas modificaciones.

Se añadió un 1 g de harina de semillas del árbol del pan y 10 ml de aceite (pesado en gramos) en un tubo de ensayo para agitarlo durante 2 minutos en el vortex. Después se procedió a centrifugar a 2500 rpm por 10 minutos y se eliminó el sobrenadante.

Para determinar la capacidad de absorción de aceite de harina de semillas de árbol de pan (g aceite/g sólidos) se utilizó la siguiente ecuación:

$$CAG = \left(\frac{10g(10ml) \text{ de aceite adicionado} - g \text{ de aceite sobrenadante}}{g \text{ muestra seca a } 50 \text{ } ^\circ\text{C} \left(\% \frac{\text{sólidos de harina a } 105 \text{ } ^\circ\text{C}}{100} \right)} \right)$$

Se realizaron cuatro repeticiones.

ANEXO 12

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD GELIFICANTE

El método que se usó fue el descrito por Chau & Cheung (1997). En tubos de ensayo se preparó suspensiones de harina de semillas del árbol del pan en agua destilada a 4, 8, 12, 14, 16, 18 y 20 % (p/v) a diversas condiciones de pH (3, 5, 7 y 9) y NaCl (0.10, 0.25 y 0.5 M) para ser sometidos a temperatura de 100 °C en agua durante 1 hora. Pasado ese tiempo se enfrió en agua a temperatura ambiente para luego ser colocarlos sobre hielo por 1 hora.

La capacidad gelificante se determinó tomando la mínima concentración añadida donde al invertir de posición los tubos la solución no cayó (Berghout et al., 2015).

Se realizaron cuatro repeticiones.

ANEXO 13

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ESPUMANTE

Se determinó según el método de Coffmann & Garcia (1977). En un vaso precipitado se añadió 100 ml de agua destilada y 2 g de harina de semillas del árbol del pan. Posteriormente, la suspensión se licuó durante 3 minutos para luego pasarlo a una probeta de 250 ml donde se midió el volumen. La capacidad espumante se expresó como porcentaje de aumento de volúmenes iniciales y después de la formación de la espuma.

Se realizaron cuatro repeticiones.

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

ANEXO 14

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD EMULSIFICANTE

Se determinó según Yasumatsu et al. (1972) con algunas modificaciones. Se preparó soluciones con HCl 0.1 N y NaOH 0.1 N a los pH 3, 5, 7 y 9; así mismo, soluciones de cloruro de sodio 0.1, 0.25 y 0.5 M a 18 °C. Se añadió 1 g de harina de semillas del árbol del pan y 15 ml de cada solución de pH y cloruro de sodio en tubos de ensayo, se agitó en el vortex por 15 minutos. Seguido de esto se añadió agua destilada a diferentes pH y concentración de sal hasta 25 ml. Luego, la solución obtenida se mezcló con 25 ml de aceite (volúmenes iguales) en una licuadora por 3 minutos, finalmente se centrifugó a 2500 rpm por 10 minutos. La capacidad emulsificante se expresó en términos de porcentaje, con la altura de la capa emulsificada con respecto al total del líquido.

Se realizaron cuatro repeticiones.

BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS

ANEXO 15

Capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad emulsificante (CE) y capacidad espumante (CEp) en la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*).

Tabla 11

Propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) a diferentes pHs y concentraciones de NaCl

pH/NaCl	Rep.	CAA (g H ₂ O/g sólidos)	CE (%)	CEp (%)
pH 3	1	2.46	28.17	8.91
	2	2.61	26.67	9.71
	3	2.44	28.77	9.62
	4	2.43	27.63	8.91
pH 5	1	2.49	28.17	11.54
	2	2.53	28.57	10.68
	3	2.63	29.73	9.80
	4	2.59	29.87	9.80
pH 7	1	2.43	33.33	11.54
	2	2.49	32.89	11.54
	3	2.30	32.00	12.38
	4	2.36	28.95	10.58
pH 9	1	2.75	33.33	12.38
	2	2.71	34.25	11.32
	3	2.59	36.11	12.38
	4	2.57	33.33	12.26
0.10 M	1	2.75	36.62	14.02
	2	2.74	35.62	14.02
	3	2.65	35.14	14.02
	4	2.52	34.62	12.96
0.25 M	1	2.62	31.58	24.14
	2	2.62	32.05	24.14
	3	2.65	31.08	22.61
	4	2.61	32.47	24.14
0.50 M	1	2.48	30.67	32.26
	2	2.63	32.00	31.36
	3	2.58	30.77	32.79
	4	2.58	30.38	32.79

ANEXO 16

Evidencias del proceso experimental

Figura 3

Descascarado (izquierda) y troceado (derecha) de las semillas del árbol del pan



Figura 4

Transformación de las semillas del árbol del pan en harina



Figura 5

Determinación de la capacidad de absorción de agua (CAA) de la harina de semillas del árbol del pan



Figura 6

Determinación de la capacidad emulsificante (CE) de la harina de semillas del árbol del pan



Figura 7

Determinación de la capacidad gelificante (CG) de la harina de semillas del árbol del pan



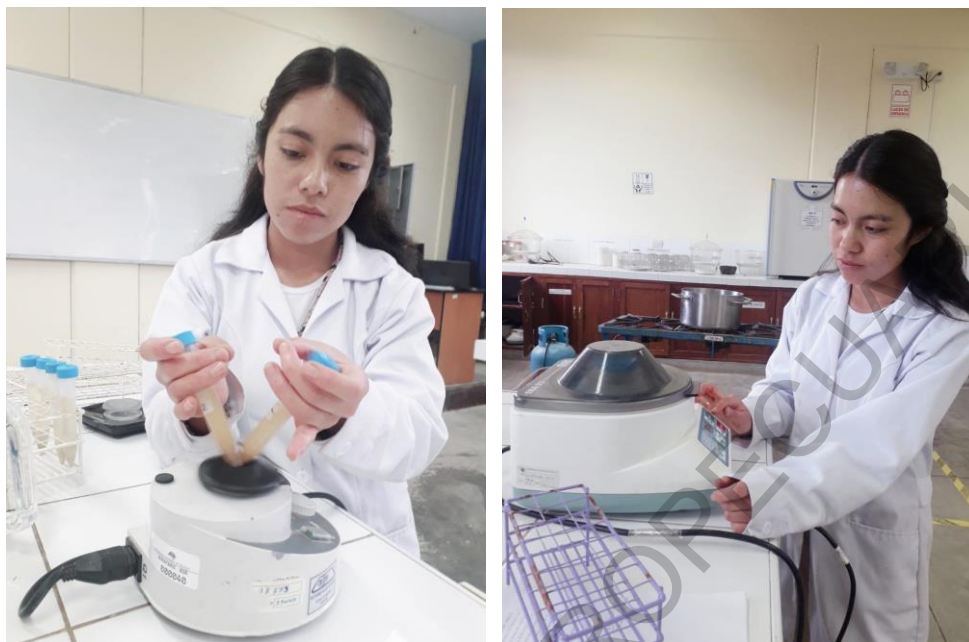
Figura 8

Determinación de la capacidad espumante (CEp) de la harina de semillas del árbol del pan



Figura 9

Determinación de la capacidad de absorción de aceite (CAG) de la harina de semillas del árbol del pan





FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

COMITÉ DE ÉTICA EN
INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD – CON DEPÓSITO

N° 067-2024-FAC.CC.AGROP-UNT

1. Investigadores: OTINIANO BARRENO ROSA CATHERINE
DNI: N° 76965083 Código: N° 2712400117
2. Asesor: Dr. Vegas Niño, Rodolfo Moisés
3. Tipo de investigación: EXPERIMENTAL
4. Título de Trabajo de Investigación:
"Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)"
5. Fecha de evaluación: 02 de Octubre de 2024
6. Software antiplagio: TURNITIN
7. Porcentaje de similitud permitido en el informe de originalidad: hasta el 20 %

Porcentaje de similitud obtenido	Resultado de evaluación
14%	APROBADO

Trujillo, 02 de Octubre de 2024



M. Sc. CESAR EDUARDO HONORIO JAVES
Presidente de Comité de Ética en Investigación
Facultad de Ciencias Agropecuarias

C.c. Archivo
CEHI/lamch



ESCUELA PROFESIONAL – INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Acta de Sustentación de Tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

En la ciudad de Trujillo, siendo las 11:00 horas, del día viernes 20 de setiembre de 2024 se reunió el Jurado conformado por:

Presidente(a): Dr. Daniel José Salvador Rodríguez
Secretario (a): Dr. Viviano Paulino Ninaquispe Zare
Miembro Vocal: MSc. Freddy Waldir Gómez Escobedo
Miembro Asesor: Dr. Rodolfo Moisés Vegas Niño

Para el acto de: (Marcar el que corresponde)

1. () Sustentación la Tesis intitulado:

“Efecto del Ph y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)”

Con el fin de optar al Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial por el graduado:

Br. OTINIANO BARENO ROSA CATHERINE

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el (s) mencionado(s) ha dado respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador, declara:

1. () Aprobado, con mención honrosa. La cual amerita su publicación
2. () Aprobado, por unanimidad
3. () Aprobado, por mayoría
4. () Desaprobado

Según el Art. 26° del Reglamento General para el otorgamiento de Grados y Títulos Profesionales de la Universidad Nacional de Trujillo, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N°274-2022/UNT.

Por lo tanto el Graduado se encuentra expedido (), impedidos () para realizar los trámites correspondientes para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Siendo las 12:00 horas se dio por terminado el acto de sustentación.


Presidente
Dr. Daniel José Salvador Rodríguez


Miembro Vocal
MSc. Freddy Waldir Gómez Escobedo


Secretario
Dr. Viviano Paulino Ninaquispe Zare


Miembro Asesor
Dr. Rodolfo Moisés Vegas Niño

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

DECLARACIÓN JURADA

Los AUTORES suscritos en el presente documento DECLARAMOS BAJO JURAMENTO que somos los responsables legales de la calidad y originalidad del contenido del Proyecto de Investigación Científica, así como, del Informe de la Investigación Científica realizado.

TITULO:

Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

PROY DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

()

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

()

(PREGRADO)

PROYECTO DE TESIS PREGRADO

()

TESIS PREGRADO

(X)

PROYECTO DE TESIS MAESTRÍA

()

TESIS MAESTRÍA

()

PROYECTO DE TESIS DOCTORADO

()

TESIS DOCTORADO

()

Equipo Investigador Integrado por:

Nº	Apellidos y Nombres	Facultad	Departamento Académico	Categoría Docente Asesor	Código Docente Asesor Número Matricula del Estudiante	Autor Coautor asesor
01	Otiniano Barreno, Rosa Catherine	Ciencias Agropecuarias	Ciencias Agroindustriales	----	2712400117	Autor
02	Vegas Niño, Rodolfo Moisés	Ciencias Agropecuarias	Ciencias Agroindustriales	Asociado	5746	Asesor

Trujillo, **04 de julio** de **2024**



FIRMA

DNI 76965083



FIRMA

DNI 18213189

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN EN REPOSITORIO DIGITAL RENATI-SUNEDU

Trujillo, 04 de julio de 2024

Los autores suscritos del INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Titulado:

Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de la harina de semillas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*)

AUTORIZAMOS SU PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL, REPOSITORIO RENATI-SUNEDU, ALICIA-CONCYTEC, CON EL SIGUIENTE TIPO DE ACCESO:

- A. Acceso Abierto: (datos del autor y resumen del trabajo)
 B. Acceso Restringido
 C. No autorizo su Publicación

Si eligió la opción restringida o NO autoriza su publicación sírvase justificar

ESTUDIANTES DE PREGRADO: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TESIS
 ESTUDIANTES DE POSTGRADO: TESIS MAESTRÍA TESIS DOCTORADO
 DOCENTES: INFORME DE INVESTIGACIÓN OTROS

El equipo investigador Integrado por:

Nº	Apellidos y Nombres	Facultad	CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, EMÉRITO, ESTUDIANTE, OTROS)	Código Docente Número Matrícula del Estudiante	Autor Coautor asesor
01	Otiniano Barreno, Rosa Catherine	Ciencias Agropecuarias	otros	2712400117	Autor
02	Vegas Niño, Rodolfo Moisés	Ciencias Agropecuarias	Nombrado	5746	Asesor

FIRMA

DNI 76965083

FIRMA

DNI 18213189