



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS



Estudio de la capacidad antioxidante de panqueques elaborados a base de harina de
chontaduro, amaranto y trigo

Trabajo de Titulación, Modalidad: Proyecto de Investigación previo a la obtención del
Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a
través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autora: Dennys Janeth Vivanco Barrera

Tutor: Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

Ambato – Ecuador

Septiembre – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

Certifica:

Que el presente Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación, bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 25 de julio del 2023

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

1802738102

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Dennys Janeth Vivanco Barrera, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'D' followed by several loops and a horizontal line across the bottom.

Dennys Janeth Vivanco Barrera

2101166904

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea primordiales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión Pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and horizontal strokes, positioned above a dashed line.

Dennys Janeth Vivanco Barrera

2101166904

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueba el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Por constancia firma:

Presidente del Tribunal

Dra. Mayra Liliana Pareces Escobar

0501873954

Mg. Liliana Patricia Acurio Arcos

1804067088

Ambato, 22 de agosto del 2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi mami Blanca quien siempre ha confiado en mí y ha sido mi apoyo incondicional, mi mejor amiga y mi todo.

A mi abuelita Rebeca, por consentirme, quererme, aconsejarme y motivarme constantemente.

A mis tías: Narcisa, Carmita, Yoli y Lourdes, por preocuparse por mi bienestar y alegrarme con sus ocurrencias.

A mis perritos: Toby, Troy, Pelusita y Lunita, quienes me alegran y llenan mi corazón.

Dennys

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia materna por ser mi guía, mi motivación, mi fortaleza, mi apoyo constante en mi formación personal y profesional, siento mucha gratitud y alegría al tenerlos en mi vida. Los quiero mucho.

A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mi tutor, el Dr. Rubén Vilcacundo por aceptar ser parte de este trabajo y por el apoyo para completarlo.

A los ingenieros Giovanni y Luis por su ánimo y tiempo durante la elaboración de este trabajo.

A la Ing. Alejandra, por ser una gran docente, por querer y desear lo mejor para sus alumnos, por su ayuda y buena voluntad y por hacer que este último semestre sea reconfortante.

A mi amigo Donovan por hacer todo más llevadero desde que tenemos 12 años.

A mis amigas: Nicolle, Jhosselyn, Yadira y Mabecita por ser responsables de amenas conversaciones, varias risas, por ser mujeres increíbles y por inspirarme a trabajar cada día en mí y lo que quiero.

A José por su apoyo, confianza y amor.

Finalmente, quiero agradecer a Dios por mantenerte firme, guiarme y darme fortaleza para no rendirme ante los obstáculos.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|--|--------------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR | ii |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | iii |
| DERECHOS DE AUTOR | iv |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiv |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xv |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xvi |
| RESUMEN EJECUTIVO..... | xvii |
| ABSTRACT | xviii |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. MARCO TEÓRICO..... | 1 |
| 1.1. Antecedentes investigativos..... | 1 |
| 1.1.1. Trigo..... | 1 |
| 1.1.1.1. Taxonomía del trigo | 2 |
| 1.1.1.2. Composición nutricional del trigo..... | 2 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.1.1.3. | Importancia nutricional del trigo | 3 |
| 1.1.1.4. | Distribución geográfica del trigo | 3 |
| 1.1.1.5. | Producción de trigo en Ecuador..... | 4 |
| 1.1.1.6. | Aplicaciones del trigo..... | 4 |
| 1.1.2. | Amaranto..... | 5 |
| 1.1.2.1. | Taxonomía del amaranto | 6 |
| 1.1.2.2. | Composición nutricional del amaranto | 6 |
| 1.1.2.3. | Importancia nutricional del amaranto | 7 |
| 1.1.2.4. | Distribución geográfica del amaranto | 7 |
| 1.1.2.5. | Producción de amaranto en Ecuador..... | 8 |
| 1.1.2.6. | Aplicaciones del amaranto..... | 8 |
| 1.1.3. | Chontaduro..... | 8 |
| 1.1.3.1. | Taxonomía del chontaduro | 9 |
| 1.1.3.2. | Composición nutricional del chontaduro | 10 |
| 1.1.3.3. | Importancia nutricional del chontaduro | 11 |
| 1.1.3.4. | Distribución geográfica del chontaduro | 11 |
| 1.1.3.5. | Producción de chontaduro en Ecuador..... | 12 |
| 1.1.3.6. | Aplicaciones del chontaduro..... | 12 |
| 1.1.3.7. | Compuestos bioactivos..... | 13 |
| 1.1.4. | Panqueque | 14 |
| 1.1.5. | Métodos de obtención de harinas | 15 |

| | | |
|--------------------|---|-----------|
| 1.1.5.1. | Liofilización..... | 15 |
| 1.1.5.2. | Molienda..... | 15 |
| 1.1.6. | Método ABTS | 15 |
| 1.2. | Objetivos..... | 16 |
| 1.2.1. | Objetivo General | 16 |
| 1.2.2. | Objetivos Específicos | 16 |
| CAPÍTULO II | | 17 |
| 2. | METODOLOGÍA | 17 |
| 2.1. | Materiales..... | 17 |
| 2.1.1. | Materia prima | 17 |
| 2.1.2. | Materiales de laboratorio..... | 17 |
| 2.1.3. | Equipos..... | 18 |
| 2.1.4. | Utensilios..... | 18 |
| 2.1.5. | Reactivos..... | 19 |
| 2.2. | Métodos..... | 19 |
| 2.2.1. | Diseño experimental | 19 |
| 2.2.2. | Proceso de elaboración de harina de chontaduro | 20 |
| 2.2.3. | Proceso de elaboración de los panqueques | 21 |
| 2.2.4. | Evaluación sensorial | 22 |
| 2.2.5. | Determinación de la capacidad antioxidante de la harina de chontaduro y del panqueque con mejor aceptación sensorial..... | 23 |

| | | |
|---------------------|---|-----------|
| 2.2.5.1. | Preparación de la muestra | 23 |
| 2.2.5.2. | Determinación de capacidad antioxidante | 23 |
| CAPÍTULO III | | 25 |
| 3. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 25 |
| 3.1. | Efecto de la liofilización en la elaboración de harina de chontaduro | 25 |
| 3.1.1. | Humedad de harina de chontaduro | 25 |
| 3.2. | Influencia de la harina de chontaduro en la evaluación sensorial de panqueques..... | 27 |
| 3.3. | Capacidad antioxidante de la harina de chontaduro y panqueque con mejor aceptación sensorial..... | 30 |
| CAPÍTULO IV | | 32 |
| 4. | CONCLUSIONES | 32 |
| 4.1. | Conclusiones | 32 |
| 5. | BIBLIOGRAFÍA | 33 |
| 6. | ANEXOS | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Descripción taxonómica del trigo | 2 |
| Tabla 2. Composición nutricional del trigo en 100 g de porción | 2 |
| Tabla 3. Descripción taxonómica del amaranto | 6 |
| Tabla 4. Composición nutricional del amaranto en una porción de 100 g..... | 7 |
| Tabla 5. Descripción taxonómica del chontaduro | 10 |
| Tabla 6. Composición nutricional del chontaduro en 100 g de pulpa | 10 |
| Tabla 7. Composición nutricional del panqueque en una porción de 100 g | 14 |
| Tabla 8. Combinaciones para el diseño factorial AxB..... | 19 |
| Tabla 9. Combinaciones de la mezcla de harinas y polvo para hornear | 20 |
| Tabla 10. Formulación base para elaborar panqueques | 21 |
| Tabla 11. Codificación de cada formulación de panqueques | 22 |
| Tabla 12. Humedad de harina de chontaduro | 25 |
| Tabla 13. Media de la evaluación sensorial de las formulaciones de panqueques | 28 |
| Tabla 14. Capacidad antioxidante por el método ABTS de la harina de chontaduro y del panqueque con mejor aceptación sensorial (F4) | 30 |
| Tabla 15. Cuadro de la varianza del atributo de color (SC Tipo III) | 48 |
| Tabla 16. Cuadro de la varianza del atributo de olor (SC Tipo III)..... | 48 |
| Tabla 17. Cuadro de la varianza del atributo de textura (SC Tipo III) | 48 |
| Tabla 18. Cuadro de la varianza del atributo de sabor (SC Tipo III)..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Tabla 19. Cuadro de la varianza del atributo de dulzura (SC Tipo III) | 49 |
| Tabla 20. Cuadro de la varianza del atributo de aceptación (SC Tipo III) | 49 |
| Tabla 21. Cuadro de la varianza de humedad (SC Tipo III) | 49 |
| Tabla 22. Cuadro de la varianza de capacidad antioxidante (SC Tipo III) | 50 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Corte longitudinal de un grano de trigo | 1 |
| Figura 2. Planta de amaranto cruentus | 5 |
| Figura 3. Semillas de amaranto | 5 |
| Figura 4. Racimos de chontaduro | 9 |
| Figura 5. Palma de chontaduro | 9 |
| Figura 6. Recolección de chontaduro | 44 |
| Figura 7. Lavado y selección de los chontaduros | 44 |
| Figura 8. Cortado de chontaduro | 44 |
| Figura 9. Congelación del chontaduro laminado | 44 |
| Figura 10. Ingreso de muestras de chontaduro en el liofilizador | 44 |
| Figura 11. Chontaduro liofilizado | 44 |
| Figura 12. Molienda de chontaduro liofilizado | 45 |
| Figura 13. Harina de chontaduro | 45 |
| Figura 14. Muestras en el agitador magnético | 45 |
| Figura 15. Muestras en el baño ultrasónico | 45 |
| Figura 16. Centrifugación de muestras | 45 |
| Figura 17. Medición de las absorbancias de las muestras | 45 |
| Figura 18. Preparación de la sala de cata | 46 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Gráfico radial de los atributos medidos en la evaluación sensorial | 27 |
| Gráfico 2. Curva de calibración de trolox | 46 |
| Gráfico 3. Diagrama de proceso de elaboración de la harina de chontaduro por el método de liofilización..... | 47 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Hoja de cata de panqueques | 43 |
| Anexo 2. Fotografías de la experimentación..... | 44 |
| Anexo 3. Diagrama de proceso de la harina de chontaduro..... | 47 |
| Anexo 4. Cuadros de varianza estadísticos | 48 |

RESUMEN EJECUTIVO

El chontaduro es un fruto originario de las zonas tropicales de América Latina, siendo de gran interés por su composición nutricional, posee un aporte significativo de carbohidratos y lípidos, además es rico en beta caroteno, el cual tiene propiedades antioxidantes que están relacionadas con la prevención de enfermedades degenerativas y cardiovasculares. No obstante, el chontaduro en Ecuador es infravalorado y poco utilizado, tanto la producción como el consumo está dirigido a ciertas localidades, varias investigaciones han demostrado que la harina de chontaduro tiene una amplia aplicación en la elaboración de productos de panadería.

En esta investigación se elaboró harina de chontaduro con la pulpa y cáscara del fruto, se empleó el proceso de liofilización y molienda para su obtención, la harina se utilizó en la formulación de panqueques junto con otros ingredientes y se determinó la mejor formulación de panqueque mediante una evaluación sensorial. Finalmente, la capacidad antioxidante de la harina y del panqueque con mejor aceptabilidad se midió utilizando el método ABTS, los resultados fueron 56.61 y 99.81 micro mol de trolox equivalente sobre gramo de muestra para harina de chontaduro y panqueque con mejor aceptabilidad respectivamente.

Por lo que, la harina de chontaduro por su contenido de compuestos bioactivos podría ser considerado como un ingrediente en el desarrollo de nuevos productos alimenticios con características funcionales.

Palabras clave: Chontaduro, harinas no convencionales, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, panqueques.

ABSTRACT

Chontaduro, a fruit native to tropical areas of Latin America, is of great interest for its nutritional composition, as it has a significant contribution to carbohydrates and lipids, as well as beta carotene, which has antioxidant properties that are related to the prevention of degenerative and cardiovascular diseases. However, the chontaduro in Ecuador is undervalued and little used, both production and consumption is directed to certain localities, several investigations have shown that chontaduro flour has a wide application in the production of bakery products.

In this research, chontaduro flour was made from the pulp and peel of the fruit, the freeze-drying and milling process was used to obtain it, the flour was used in the formulation of pancakes together with other ingredients, and the best pancake formulation was determined by means of a sensory evaluation. Finally, the antioxidant capacity of the flour and pancake with the best acceptability was measured using the ABTS method, the results were 56.61 and 99.81 micro mol of trolox equivalent per gram of sample for chontaduro flour and pancake with the best acceptability, respectively.

Therefore, chontaduro flour, due to its content of bioactive compounds, could be considered as an ingredient in the development of new food products with functional characteristics.

Keywords: Chontaduro, non-conventional flours, bioactive compounds, antioxidant capacity, pancakes.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Trigo

La palabra trigo viene del vocablo latino *Triticum* que significa triturado o quebrado, es un cereal que ha cumplido con un papel fundamental en la alimentación humana desde varios años atrás hasta la actualidad, siendo el principal cereal a nivel global, el grano de trigo se encuentra conformado por un pericarpio, endospermo y germen (Ver Figura 1) (Scheuer et al., 2011). Shewry (2009) menciona que los primeros cultivos de trigo aparecieron hace 10 000 años aproximadamente, periodo en el que se pasaba de cazar a cosechar alimentos.

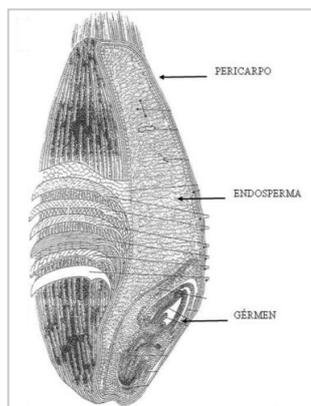


Figura 1. Corte longitudinal de un grano de trigo

Fuente: (Hoseney, 1991)

1.1.1.1.Taxonomía del trigo

El trigo es un cultivo que pertenece al género *Triticum* de la familia de las gramíneas (Iqbal et al., 2022), en la Tabla 1 se encuentra detallada su taxonomía.

Tabla 1. Descripción taxonómica del trigo

| Clasificación | Denominación |
|---------------|-------------------|
| Reino | Vegetal |
| Clase | Angiospermae |
| Orden | Glumiflorae |
| Familia | Graminaceae |
| Género | <i>Triticum</i> |
| Especie | <i>Vulgare L.</i> |

Fuente: (Jiménez, 2008)

1.1.1.2.Composición nutricional del trigo

El trigo ha sido el principal cereal de la dieta diaria de los seres humanos (Gómez et al., 2007), actualmente es el segundo cultivo más importante en países subdesarrollados (Giraldo et al., 2019). En la Tabla 2 se encuentra su composición nutricional.

Tabla 2. Composición nutricional del trigo en 100 g de porción

| Composición | Valor | Unidad |
|---------------|-------|--------|
| Proteína | 12.6 | g |
| Grasa | 1.8 | g |
| Carbohidratos | 71.2 | g |
| Calcio | 36 | mg |

| | | |
|-------------|------|----|
| Hierro | 4.0 | mg |
| Tiamina | 0.30 | mg |
| Riboflavina | 0.07 | mg |
| Niacina | 5 | mg |
| Folato | 51 | µg |

Fuente: (FAO, s. f.; USDA, 2020)

1.1.1.3.Importancia nutricional del trigo

El trigo en su composición tiene un alto contenido de almidón, hidrato de carbono mayoritario, mismo que es de baja digestibilidad; también tiene una fuente importante de fibra dietética, su consumo se encuentra relacionado con la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II y cáncer de colon rectal (**Shewry & Hey, 2015**). Además, este cereal está conformado por grasa, proteínas, vitaminas del complejo B y minerales (**Gómez et al., 2007**). No obstante, en el proceso de refinado para obtener una harina se elimina el salvado y germen del trigo, los cuales contienen ácidos grasos, vitaminas y minerales, haciendo que su composición nutricional se vea afectada (**Sarwar et al., 2013**).

1.1.1.4.Distribución geográfica del trigo

El trigo se encuentra distribuido en grandes extensiones de terreno alrededor del mundo, los primeros cultivos de trigo datan en Oriente Medio hace 9 000 y 11 000 años, se extendió a otras zonas geográficas como Europa y Asia Occidental, para 1520 los españoles introdujeron el trigo en México y en países de América (**Gómez et al., 2007**). En la actualidad se produce en Rusia, China, Australia, Europa y en el continente americano, el último ocupa 6 millones de hectáreas en países como

Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay (**Rosado et al., 1999; Divito & García, 2017**).

1.1.1.5. Producción de trigo en Ecuador

El trigo requiere de ciertas condiciones ambientales para su crecimiento, en Ecuador las zonas más adecuadas son aquellas de 2000 a 3200 metros de altura, su productividad es bastante baja comparada con otros países de América Latina (0.7 ton/ha), para 1960 la producción de trigo ocupaba 100 000 hectáreas, en 1970 disminuyó hasta 75 000, para 1980 la producción era de 31 000 hectáreas, en 2006 llegó a 10 000 hectáreas, en el año 2010 alcanzó 15 000 hectáreas, en el 2017 llegó a ocupar 4 617 hectáreas, esta disminución de producción nacional se debe a que el ciclo de cultivo va desde los 180 a 210 días y la cosecha es en los meses de julio, agosto y septiembre, mientras que con el trigo de importación diariamente se procesa para obtener harina que con el trigo nacional (**Garófalo et al., 2011; Flores, 2022**).

1.1.1.6. Aplicaciones del trigo

Los granos de trigo son empleados para elaborar harina, sémola y malta; con la malta se puede elaborar cerveza y con la harina integral o refinada se puede obtener productos como pan, galletas, pasta, cereal para el desayuno, entre otros (**Garófalo et al., 2011**), debido a que el trigo tiene gluten, un conjunto de proteínas que tiene la capacidad atrapar burbujas de dióxido de carbono que se producen en el proceso de fermentación, confiriendo esponjosidad en las masas (**Gómez et al., 2007; Giraldo et al., 2019**).

1.1.2. Amaranto

El amaranto también conocido como Kiwicha es un pseudocereal, esta planta puede llegar a alcanzar los 3 m de altura, posee abundantes hojas anchas, tiene espigas y sus flores tienen colores variados (ver Figura 2 y 3), su cultivo es anual (Landívar, 2014). El amaranto junto con el maíz, el fréjol, la calabaza y el chile son de los cultivos más antiguos, además tiene una gran variedad de especies dentro de las cuales tres son las que más se cultivan en el continente americano: *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*, el último es originario de Suramérica (Matías et al., 2018).



Figura 2. *Planta de amaranto cruentus*

Fuente: (Mifsud, 2002)



Figura 3. *Semillas de amaranto*

Fuente: Tomada por Vivanco Dennys

1.1.2.1. Taxonomía del amaranto

El amaranto es perteneciente a la familia Amaranthaceae, la cual se encuentra compuesta por 82 géneros y 840 especies, de las cuales 40 pertenecen al continente americano (Aguilera et al., 2020). En la Tabla 3 se encuentra descrita su taxonomía.

Tabla 3. Descripción taxonómica del amaranto

| Clasificación | Denominación |
|---------------|----------------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Caryophyllales |
| Familia | Amaranthaceae |
| Género | <i>Amaranthus</i> |
| | <i>Amaranthus caudatus</i> |
| Especies | <i>Amaranthus cruentus</i> |
| | <i>Amarantus hypochondriacus</i> |

Fuente: (Tustón, 2007)

1.1.2.2. Composición nutricional del amaranto

El amaranto tiene un alto valor nutricional en su composición, sus semillas tienen valores comparables e inclusive superiores a otros granos (Matías et al., 2018). En la Tabla 4 se describe la composición nutricional del amaranto.

Tabla 4. *Composición nutricional del amaranto en una porción de 100 g*

| Composición | Valor | Unidad |
|--------------------|--------------|---------------|
| Proteína | 19.0 | % |
| Grasa | 8.1 | % |
| Carbohidratos | 71.8 | % |
| Calcio | 154 | mg |
| Fósforo | 530 | mg |
| Potasio | 800 | mg |
| Hierro | 12.8 | mg |
| Lisina | 1.0 | % |
| Vitamina C | 1.5 | mg |

Fuente: (Nieto, 1989)

1.1.2.3.Importancia nutricional del amaranto

El amaranto es rico en proteínas, consideradas de alta calidad ya que contienen todos los aminoácidos esenciales; estudios han demostrado que las proteínas de este pseudocereal tienen péptidos que actúan como anticancerígenos y antihipertensivos (**Matías et al., 2018**). Otro componente de valor en las semillas de amaranto son las grasas mono y poliinsaturadas, las cuales tienen importancia por su aporte a la salud previniendo y reduciendo problemas cardiovasculares (**Algara et al., 2016**).

1.1.2.4.Distribución geográfica del amaranto

Investigaciones arqueológicas demuestran que México fue el país que domesticó al amaranto, también se menciona que este proceso sucedió en países como Guatemala, Ecuador, Perú y Bolivia (**Aguilera et al., 2020**). El amaranto se encuentra distribuido

alrededor del mundo principalmente en China, India, Kenia, Nepal, Estados Unidos, Pakistán, Rusia, México y en América del Sur se encuentra en toda la zona Andina (Rojas et al., 2010; Matías et al., 2018).

1.1.2.5. Producción de amaranto en Ecuador

En Ecuador el amaranto se encuentra distribuido mayoritariamente en la región Sierra, en las provincias de Imbabura, Pichincha y Chimborazo hay mayor zona de producción; y en las provincias de Cañar, Azuay y Carchi se cultiva en menor cantidad. El *A. caudatus* L. y *A. quitensis* son las especies que se encuentran distribuidas en las provincias anteriormente mencionadas (Suquillo, 2018).

1.1.2.6. Aplicaciones del amaranto

El amaranto tiene varias formas de consumo similares a otros cultivos, sus semillas pueden pasar por un proceso de tostado, otra forma de utilizar es reventando el grano para luego usarse en la elaboración de granola o barras energéticas, también puede molerse hasta obtener harina, misma se emplea como ingrediente para realizar galletas, panes, pastas, panqués, entre otros productos (Nieto, 1989; Matías et al., 2018).

1.1.3. Chontaduro

El chontaduro es un fruto de la palma (*Bactris gasipaes*) (Ver Figura 5) (Giraldo et al., 2009), tiene una forma achatada, ovoide, cilíndrica o cónica con un largo que va desde los 2 cm hasta los 7 cm (Martínez et al., 2017); se encuentra conformado por un epicarpio (cáscara), un mesocarpio (pulpa) y un endocarpio (semilla) (Vargas &

Arguelles, 2000). La temporada de cosecha del chontaduro es en dos periodos, en los meses de enero hasta abril y de julio hasta octubre (**Caicedo et al., 2019**).

La palma de chontaduro puede llegar a tener de 5 a 10 racimos que contienen de 100 a más frutos (ver Figura 4), estos presentan una coloración verde cuando se encuentra inmaduros y cuando alcanzan la maduración presentan un color que va desde el amarillo hasta el rojo (**Márquez, 2014; Llumiyinga, 2021**).



Figura 4. *Racimos de chontaduro*

Fuente: Tomada por Vivanco Dennys



Figura 5. *Palma de chontaduro*

Fuente: (Brito, 2019)

1.1.3.1. Taxonomía del chontaduro

Científicamente al chontaduro se le conoce como *Bactris gasipaes* H. B. K. (**Restrepo & Estupiñan, 2007**), en la Tabla 5 se encuentra descrita su taxonomía.

Tabla 5. Descripción taxonómica del chontaduro

| Clasificación | Denominación |
|----------------------|-------------------------|
| Reino | Plantae |
| Tipo | Fanerógamas |
| Clase | Monocotiledóneas |
| Orden | Arecales |
| Familia | Palmaceas |
| Género | <i>Bactris</i> |
| Especie | <i>Bactris gasipaes</i> |

Fuente: (Zuluaga et al., 1998)

1.1.3.2. Composición nutricional del chontaduro

Restrepo & Estupiñan (2007) mencionan que el valor nutricional del chontaduro puede tener variaciones debido a la raza y/o variedad de la palma. En la Tabla 6 está la composición nutricional del chontaduro en 100 g de pulpa.

Tabla 6. Composición nutricional del chontaduro en 100 g de pulpa

| Composición | Valor | Unidad |
|--------------------|--------------|---------------|
| Proteína | 33.0 | % |
| Grasa | 4.6 | % |
| Carbohidratos | 37.6 | % |
| Fibra | 1.0 | % |
| Calcio | 23.0 | mg |
| Fósforo | 49.0 | mg |
| Hierro | 0.70 | mg |
| Vitamina A | 7300.0 | UI |
| Tiamina | 0.04 | mg |

| | | |
|-----------------|------|----|
| Riboflavina | 0.11 | mg |
| Niacina | 0.90 | mg |
| Ácido ascórbico | 20.0 | mg |

Fuente: (Córdova & Terán, 2014)

1.1.3.3.Importancia nutricional del chontaduro

El chontaduro es de gran interés por su aporte nutricional, varias investigaciones indican que tiene un alto aporte de carbohidratos, grasa, fibra, tiene ocho aminoácidos esenciales en su composición y el contenido de sodio es bajo (**Leterme et al., 2005; Martínez et al., 2017**).

Méndez (2015) menciona que el chontaduro es rico en beta caroteno, pertenece al grupo de los carotenoides y actúa como provitamina A, esta característica resulta de interés, ya que varios trabajos investigativos indican que funciona como antioxidante y puede prevenir enfermedades cardiovasculares, degenerativas y algunos tipos de cáncer (**Carranco et al., 2011**).

1.1.3.4.Distribución geográfica del chontaduro

El chontaduro es un fruto tropical que se produce en América Latina, en países como Nicaragua, Perú, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Panamá y Costa Rica (**Zuluaga et al., 1996**), habita en las regiones que tienen una altitud menor a los 1000 m, con precipitaciones y temperaturas media anual de 2000 a 5000 mm y mayor a 22°C respectivamente (**Leterme et al., 2005**).

En la región amazónica del Ecuador las zonas más adecuadas para su producción son Lago Agrio, Shushufindi, Sacha, Coca y Loreto; en la región Costa se produce en

Esmeraldas, Guayas y Los Ríos; y en la región Sierra únicamente se produce en Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas (**Játiva, 1998; Brito, 2018**).

1.1.3.5. Producción de chontaduro en Ecuador

En Ecuador se cultiva la palma de chontaduro desde inicios de 1987, el país cuenta con 15 500 plantaciones aproximadamente y han estado a cargo de pequeños agricultores y agroindustriales (**Clement & Manshardt, 2000; Segovia, 2015**). En la región Costa y Amazonía hay la mayor cantidad de terreno destinado al cultivo de este fruto, se estima que hay 15 385 hectáreas (**Velasteguí & Torres, 2020**).

1.1.3.6. Aplicaciones del chontaduro

El chontaduro es un fruto que puede ser consumido una vez pasado por un proceso de cocción o se lo puede llevar a un proceso de secado y obtener harina, misma que se emplea para la elaboración de pan, pasteles, galletas, entre otros productos (**Tapia, 2014**). En varias investigaciones se propone la utilización de harina de chontaduro como una sustitución parcial de la harina de trigo, los resultados demostraron una buena aceptación (**Samaniego et al., 2016**), así mismo **Ortega (2014)** y **Bravo & Moreno (2015)** mencionan que la harina de chontaduro se puede utilizar como un ingrediente adicional en productos de panificación, dado que ayuda a mejorar el valor nutricional del producto final.

1.1.3.7. Compuestos bioactivos

Los compuestos bioactivos se los conoce como fitoquímicos o fitonutrientes (**Martínez et al., 2008**), forman parte de los componentes de alimentos de origen vegetal y alimentos con alto contenido lipídico (**Herrera et al., 2014**), no son considerados nutrientes y se encuentran en cantidades muy pequeñas, su ingesta resulta beneficiosa para la salud y se los puede encontrar en frutas, verduras y fermentados lácteos (**Ortiz et al., 2013; de Victoria, 2015**).

Los polifenoles, compuestos azufrados, terpenos, carotenoides, fitoesteroles e isoflavonas son algunos de los compuestos bioactivos que resultan de interés, estudios han demostrado que tienen la capacidad de reducir enfermedades cardiovasculares, con daño celular como el cáncer y otras relacionadas con la edad, dado que estos componentes tienen un potencial antioxidante (**Urango et al., 2009; Lutz, 2013; Ortiz et al., 2013**).

1.1.3.8. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante total (CAT) mide el potencial que tiene un compuesto para retardar o inhibir los procesos de oxidación de moléculas, su finalidad es evitar la formación de radicales libres, los cuales son reactivos por ser moléculas tienen un electrón con la posibilidad de unirse a moléculas estables ocasionando daños en las células y por ende desarrollo de ciertas enfermedades (**Benítez et al., 2020; Gutiérrez et al., 2007**).

Gutiérrez et al. (2007) menciona que los alimentos que en su composición contienen vitamina C y E, carotenoides y flavonoides aportan considerablemente a la capacidad antioxidante total.

1.1.4. Panqueque

El panqueque también conocido como hotcakes o tortitas existe desde hace siglos, su nombre es derivado de la palabra francesa “pain cuit a la poele” (pan cocido en un sartén en español) y se popularizó a inicios del siglo XV en Europa (Santos, 2023), esta es una masa esponjosa plana comestible que se prepara en un sartén o en una plancha, generalmente tiene una forma redondeada y su tamaño suele ser variado, se recubren con mantequilla, miel, jarabe de arce, chocolate o frutas y en algunos países es considerado un alimento de desayuno o como un postre (Albala, 2013; Bandini, 2019; Lyons, 2022).

Los panqueques tienen como principales ingredientes a la leche, huevos y harina (Nuñez, 2011), existen varias maneras de realizarlos y acompañarlos, hay los simples, otros sustituyen a la leche por suero, algunos suelen añadir arándanos u otra fruta en la masa y en otros casos utilizan harina integral (Santos, 2023).

La composición nutricional del panqueque varía según los ingredientes utilizados en su elaboración y se encuentra descrita la Tabla 7.

Tabla 7. *Composición nutricional del panqueque en una porción de 100 g*

| Composición | Valor | Unidad |
|---------------|-------|--------|
| Agua | 52.9 | g |
| Proteína | 6.4 | g |
| Grasa | 9.7 | g |
| Carbohidratos | 28.3 | g |
| Vitamina C | 0.3 | g |
| Calcio | 219 | mg |
| Magnesio | 16.0 | mg |
| Sodio | 439 | mg |

Fuente: (USDA, 2019)

1.1.5. Métodos de obtención de harinas

1.1.5.1.Liofilización

La liofilización es un método de conservación de alimentos que permite mantener las características organolépticas y nutricionales mediante la disminución del contenido de agua hasta en un 95% (Gómez et al., 2003; Caballero et al., 2017; Ramírez, 2006). El proceso de liofilización empieza con la congelación de la matriz alimentaria a temperaturas de -30 a -40°C (Orrego, 2008), luego se aplica vacío bajando la presión para retirar el agua congelada mediante un proceso de sublimación, en la que pasa de estado sólido a gaseoso sin pasar por el estado líquido (Rodríguez et al., 2016).

1.1.5.2.Molienda

La molienda es un proceso que consiste en disminuir el tamaño del grano con el fin de separar los componentes del mismo, para este punto los granos tienen diferente tamaño, los cuales pasan por tamices con diferente abertura, este proceso se repite hasta que se obtiene un grano de tamaño fino y uniforme (Divito & García, 2017a).

1.1.6. Método ABTS

El método ABTS (2,2'-azino-bis- (3-etil bebtiazolin-6-sulfonato de amonio) es una prueba colorimétrica estandarizada que cuantifica la capacidad antioxidante total (CAT) mediante la decoloración del radical ABTS^+ , cuyo color es verde azulado, el cual es generado por un agente oxidativo: persulfato de potasio o peróxido. La

reducción de color se mide a una longitud de onda de 734 nm (**Rioja et al., 2018; Munteanu & Apetrei, 2021**).

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Analizar la capacidad antioxidante de panqueques elaborados a base de harina de chontaduro, amaranto y trigo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Emplear un proceso de secado y molienda para la obtención de harina de chontaduro.
- Formular panqueques empleando las harinas de chontaduro, amaranto y trigo en diferentes proporciones.
- Determinar la mejor formulación de panqueque mediante un análisis sensorial.
- Evaluar la capacidad antioxidante de la harina de chontaduro y del panqueque con mejor aceptación sensorial.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1. Materia prima

El chontaduro fue obtenido en el Centro Gastronómico del Cantón Lago Agrio de la provincia de Sucumbíos, en la ciudad de Ambato se consiguió la harina de amaranto y trigo en el local Consignación de la feria de Salomón Vargas R. CIA. LTDA, y los demás ingredientes en el supermercado Supermaxi del mall de los Andes.

- Chontaduro
- Harina de amaranto
- Harina de trigo
- Azúcar
- Sal
- Aceite
- Polvo para hornear
- Huevos
- Leche

2.1.2. Materiales de laboratorio

- Balón de aforo de 25 mL
- Tubos de centrifuga de 50 mL
- Micro tubos eppendorf de 1.5 mL
- Cocina industrial

2.1.3. Equipos

- Ultra congelador
- Liofilizador
- Agitador magnético
- Centrífuga
- Baño ultrasónico
- Espectrofotómetro
- Refrigerador
- Procesador de alimentos
- Balanza eléctrica
- Balanza analítica
- Balanza de infrarrojo

2.1.4. Utensilios

- Sartén
- Olla
- Espátula
- Cucharas
- Batidor de mano de acero inoxidable
- Cuchillo de acero inoxidable
- Platos plásticos
- Tenedores plásticos
- Vasos plásticos
- Recipientes plásticos
- Fundas plásticas de cierre hermético

2.1.5. Reactivos

- Solución ABTS
- Persulfato de potasio
- Trolox
- Buffer tampón fosfato pH 7
- Metano al 70%

2.2. Métodos

2.2.1. Diseño experimental

Para la realización de las formulaciones de panqueques se utilizó un diseño factorial A×B, para el factor A se emplearon tres proporciones de harina (chontaduro, amaranto y trigo) y para el factor B se utilizaron dos porcentajes de polvo para hornear (ver Tabla 8). Se obtuvo seis formulaciones en total, las cuales se encuentran detalladas en la Tabla 9.

Tabla 8. *Combinaciones para el diseño factorial AxB*

| | | Proporción de HC, HA y HT | | | |
|---------|----------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | a ₁ | a ₂ | a ₃ | |
| | | 10:10:80 | 25:15:60 | 40:20:40 | |
| % de PH | b ₁ | 2.5 | a ₁ b ₁ | a ₂ b ₁ | a ₃ b ₁ |
| | b ₂ | 5.0 | a ₁ b ₂ | a ₂ b ₂ | a ₃ b ₂ |

Abreviaturas: HC: Harina de chontaduro; HA: Harina de amaranto; HT: Harina de trigo; PH: Polvo para hornear

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 9. *Combinaciones de la mezcla de harinas y polvo para hornear*

| Simbología | Combinaciones |
|-------------------------------|--|
| a ₁ b ₁ | 10% harina de chontaduro, 10% harina de amaranto, 80% harina de trigo y 2.5% de polvo para hornear |
| a ₂ b ₁ | 25% harina de chontaduro, 15% harina de amaranto, 60% harina de trigo y 2.5% de polvo para hornear |
| a ₃ b ₁ | 40% harina de chontaduro, 20% harina de amaranto, 40% harina de trigo y 2.5% de polvo para hornear |
| a ₁ b ₂ | 10% harina de chontaduro, 10% harina de amaranto, 80% harina de trigo y 5.0% de polvo para hornear |
| a ₂ b ₂ | 25% harina de chontaduro, 15% harina de amaranto, 60% harina de trigo y 5.0% de polvo para hornear |
| a ₃ b ₂ | 40% harina de chontaduro, 20% harina de amaranto, 40% harina de trigo y 5.0% de polvo para hornear |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

2.2.2. Proceso de elaboración de harina de chontaduro

Se emplearon chontaduros con una coloración de naranja a rojo, de tamaño uniforme y libre de magulladuras. Se removió los chontaduros del racimo y se procedió a lavarlos en abundante agua, se retiró la semilla, se cortó en láminas delgadas (pulpa y cáscara) y se almacenó en fundas de cierre hermético con su respectiva etiqueta.

Se colocaron las fundas en el congelador a -80°C durante 24 horas, luego se secaron en el liofilizador por 72 horas, las muestras secas se molieron en un procesador de alimentos modelo QL-001, se empaquetaron en fundas de cierre hermético, se etiquetaron y se almacenaron.

2.2.3. Proceso de elaboración de los panqueques

Para elaborar los panqueques se utilizó la formulación con ciertas modificaciones y procedimiento base de **Rosales (2008)**.

Se recibió y pesó los ingredientes, se mezclaron los componentes secos (harina, azúcar, sal y polvo para hornear) en un recipiente y en otro se mezcló con una batidora de mano de acero inoxidable los componentes líquidos (leche, huevo y aceite). Luego se añadió la mezcla líquida a la mezcla sólida y se batió hasta que se obtuvo una mezcla homogénea.

Posteriormente, se vertió una porción de la mezcla obtenida en un sartén caliente a llama baja, se dio vuelta a la masa de panqueque pasados 2 minutos, cuando estuvieron ambos lados cocidos se colocó el panqueque en un recipiente.

En la Tabla 10 se encuentra descrito las cantidades de los ingredientes que fueron empleados para elaborar los panqueques.

Tabla 10. *Formulación base para elaborar panqueques*

| Ingredientes | Cantidad en g | Cantidad en % |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| Azúcar | 30 | 7.32 |
| Sal | 3 | 0.73 |
| Aceite | 7 | 1.71 |
| Huevos | 60 | 14.63 |
| Leche | 160 | 39.02 |

Fuente: (Rosales, 2008)

2.2.4. Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial se empleó una escala hedónica verbal y la hoja de cata de **Villegas & Zambrano (2018)** (Ver Anexo A), en la que se evaluó los parámetros de color, olor, textura, sabor, dulzura y aceptación mediante una escala de cinco puntos, en la que 1: me disgusta mucho, 2: me disgusta moderadamente, 3 no me disgusta ni me gusta, 4: me gusta moderadamente y 5: me gusta mucho. Se consideró el atributo de aceptabilidad para seleccionar la formulación con mejor aceptación.

La evaluación sensorial se realizó a 30 catadores semi entrenados en un horario de 11:00 a 12:00 del día y se analizaron estadísticamente los resultados en el programa InfoStat empleando la prueba de Tukey con una significancia de 0.05.

Las codificaciones para las distintas formulaciones de panqueques estuvieron conformadas por cuatro números aleatorios, en la Tabla 11 se detalla la codificación utilizada.

Tabla 11. *Codificación de cada formulación de panqueques*

| Formulación | Codificación |
|--------------------|---------------------|
| F1 | 6224 |
| F2 | 3500 |
| F3 | 3831 |
| F4 | 5590 |
| F5 | 3749 |
| F6 | 6934 |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

2.2.5. Determinación de la capacidad antioxidante de la harina de chontaduro y del panqueque con mejor aceptación sensorial

2.2.5.1.Preparación de la muestra

Para la preparación de la muestra se utilizó el procedimiento de **Ponce (2018)** con ciertas modificaciones.

El panqueque con mejor aceptación sensorial se congeló a -80°C durante 24 horas, luego se colocó en el liofilizador durante 24 horas a una temperatura y presión según las condiciones indicadas por el fabricante del equipo. La muestra liofilizada se molió en un procesador de alimentos modelo QL-001 y se envasó en una funda de cierre hermético hasta la realización del análisis de capacidad antioxidante.

2.2.5.2.Determinación de capacidad antioxidante

Para la medición de capacidad antioxidante se tomó como referencia la metodología ABTS de **Samaniego et al. (2020)** con ciertas modificaciones.

En dos tubos de centrífuga se pesó 300 μg de muestra seca (panqueque liofilizado y harina de chontaduro) y se añadió 5 mL de metanol al 70%, luego pasaron a tres procesos: agitación magnética (Ver Figura 16), baño ultrasónico (Ver Figura 17) y centrifugación (Ver Figura 18) durante 10 minutos cada uno, el sobrenadante obtenido se colocó en un balón de aforo de 25 mL, este proceso se realizó cuatro veces. El sobrenadante total se aforó a 25 mL con metanol al 70%, de este modo se obtuvo el sustrato.

Se preparó el radical ABTS^+ al mezclar la solución ABTS (7 mM) con persulfato de potasio (2.45 mM) en una proporción 1:1 (v/v), esta mezcla se mantuvo durante 16 horas en un sitio oscuro y en refrigeración. El ABTS activado se diluyó con buffer tampón fosfato pH 7 hasta obtener una absorbancia de 1.1 ± 0.1 a 734 nm.

Se realizó la curva de calibración (ver Gráfico 2) empleando una solución madre de Trolox de 1000 $\mu\text{mol/L}$, en microtubos eppendorf de 1.5 ml se colocó 200, 300, 400, 500, 600 y 800 μL de solución madre y se les añadió 90 μL de ABTS activado y se dejó reposar durante 45 minutos hasta la medición de absorbancia en un espectrofotómetro modelo NanoDrop One a 734 nm (ver Figura 19).

Posteriormente, en microtubos eppendorf de 1.5 ml se colocó 50 μL de sustrato y 90 μL de ABTS activado, se dejaron reposar durante 45 minutos y se midió la absorbancia en el espectrofotómetro a 734 nm.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Efecto de la liofilización en la elaboración de harina de chontaduro

La harina de chontaduro se obtuvo empleando un proceso de secado por sublimación, conocido también como liofilización (ver Gráfico 3), el cual tiene como finalidad evitar que una matriz alimentaria pierda sus características organolépticas, así como su valor nutricional (Orrego, 2008; Cortés et al., 2015).

3.1.1. Humedad de harina de chontaduro

Tabla 12. *Humedad de harina de chontaduro*

| Alimento | Método | Humedad (%) |
|----------------------|--|--------------------------|
| Harina de chontaduro | Liofilización | 3.27 ± 0.28 ^a |
| | Deshidratación por convección de aire caliente | 6.81 ± 0.31 ^b |

Promedio de tres repeticiones ± desviación estándar

Medias con letras minúsculas distintas son significativamente diferentes ($p > 0.05$, prueba de Tukey)

Nota: El dato de la harina de chontaduro por deshidratación por convección de aire caliente es complementario

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

La humedad es un parámetro importante dentro de la calidad de un producto, indica el contenido del agua de un alimento y su control reduce la actividad microbiana (**Sangronis et al., 2014**). Además, es un factor que puede llegar a afectar el color, textura y apariencia de una matriz alimentaria si no se tiene las medidas adecuadas (**Morrillas & Delgado, 2012**).

La humedad de la harina de chontaduro por los procesos de liofilización y deshidratación fueron de 3.27 y 6.81% respectivamente (ver Tabla 12). La Norma Técnica Ecuatoriana **INEN 616 (2015)** para harina de trigo menciona que la humedad máxima para harina integral es de 15% y 14.5% para harinas de todo uso, (pastelería y galletería, plastificios, panificación, autoleudantes), así mismo la norma del **Codex alimentarius (2021)** para harina de trigo establece que la humedad máxima debe ser de 15.5%, los valores reportados en el presente trabajo se encuentran por debajo de los límites de las normativas mencionadas.

Ortega (2014) reporta un valor de humedad de 6.09% en su trabajo de utilización del chontaduro (*Bactris gasipaes*) en elaboración de productos de panificación, mismo que está cercano al obtenido por el proceso de deshidratación (6.81%). Por otro lado, **Tapia (2014)** en su investigación para la obtención de pan de molde con sustitución parcial de harina de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) alcanzó un valor de 5.74% y **Lovato (2010)** reportó 4.27% en su trabajo de prefactibilidad técnica-económica para la instalación de una planta procesadora de chontaduro, plátano y yuca producidos en el cantón Tiwintza, porcentajes que están debajo del adquirido por el método de deshidratación (6.81%) del presente trabajo. Los valores de humedad de las investigaciones mencionadas se encuentran dentro del rango que cita la normativa nacional e internacional, cabe recalcar que la harina de chontaduro en los tres trabajos referenciados se obtuvo empleando procesos de secado por deshidratación.

Por otra parte, **Ponce (2018)** en su trabajo de comparación de harina de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) deshidratada y liofilizada para la elaboración de pan artesanal, reportó que la humedad por el método de liofilizado es menor (3.77%) que la obtenida por el método de deshidratación (4.71%), del mismo modo ocurre que en la presente investigación, pues el valor de la humedad de la harina de chontaduro por

el método de liofilización (3.27%) fue menor en relación a la obtenida por el proceso de deshidratación (6.81%), demostrando que hay diferencias significativas entre las técnicas de secado y que el método de liofilización permite obtener alimentos con valores de humedad más bajos que los procesos de secado convencionales, **Serpa et al. (2015)** lo corrobora al mencionar que los alimentos secados por liofilización tienen valores de humedad de 1 a 15%.

3.2. Influencia de la harina de chontaduro en la evaluación sensorial de panqueques

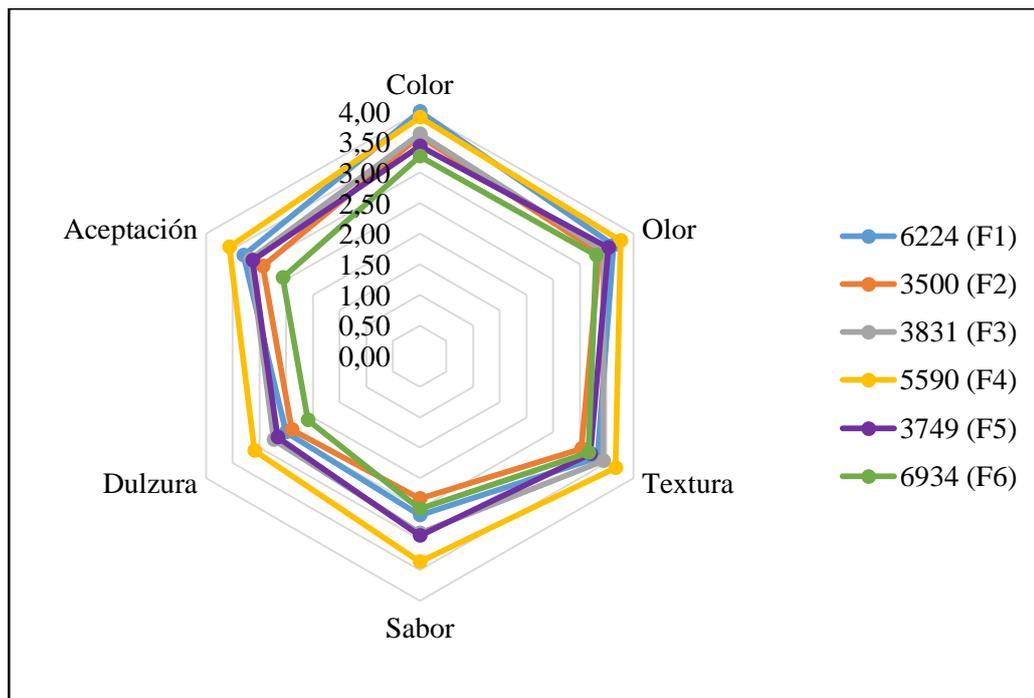


Gráfico 1. Gráfico radial de los atributos medidos en la evaluación sensorial

La evaluación sensorial permite que se pueda interpretar, analizar y medir las respuestas de un producto alimenticio mediante los sentidos: vista, olfato, tacto, gusto y oído, dicho de otro modo, la evaluación sensorial recolecta información basada en la percepción de los consumidores (Severiano, 2019). Varios alimentos procesados pueden tener buenos resultados proximales pero no siempre llegan a cumplir con la calidad sensorial, para ello es necesario complementar con herramientas estadísticas, debido a que proporcionan información sobre la aceptabilidad de los nuevos productos que van dirigidos a los potenciales consumidores (Surco & Alvarado, 2011).

De acuerdo con el gráfico radial (ver Gráfico 1) la muestra 5590 tiene mejor aceptabilidad (3.57), olor (3.77), textura (3.67), sabor (3.37) y dulzura (3.10) que el resto de formulaciones. Por otro lado, el atributo de color de la muestra 6224 es el que destaca (4.0). Considerando el atributo de aceptación, la formulación cuatro (5590) fue sensorialmente más aceptable.

Tabla 13. *Media de la evaluación sensorial de las formulaciones de panqueques*

| Formulación | Atributos | | | | | |
|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Color | Olor | Textura | Sabor | Dulzura | Aceptación |
| F1 | 4,00 ^b | 3,63 ^a | 3,33 ^a | 2,60 ^a | 2,50 ^{ab} | 3,30 ^b |
| F2 | 3,60 ^{ab} | 3,37 ^a | 3,03 ^a | 2,33 ^a | 2,40 ^{ab} | 2,93 ^{ab} |
| F3 | 3,63 ^{ab} | 3,43 ^a | 3,43 ^a | 2,90 ^{ab} | 2,73 ^{ab} | 3,17 ^{ab} |
| F4 | 3,90 ^{ab} | 3,77 ^a | 3,67 ^a | 3,37 ^b | 3,10 ^b | 3,57 ^b |
| F5 | 3,43 ^{ab} | 3,53 ^a | 3,20 ^a | 2,93 ^{ab} | 2,67 ^{ab} | 3,13 ^{ab} |
| F6 | 3,27 ^a | 3,30 ^a | 3,17 ^a | 2,50 ^a | 2,10 ^a | 2,57 ^a |

Medias con letras minúsculas distintas son significativamente diferentes ($p > 0.05$, prueba de Tukey)

F1 (10% HC, 10% HA, 80% HT y 2.5% de PH), F2 (25% HC, 15% HA, 60% HT y 2.5% de PH), F3 (40% HC, 20% HA, 40% HT y 2.5% de PH), F4 (10% HC, 10% HA, 80% HT y 5% de PH), F5 (25% HC, 15% HA, 60% HT y 5% de PH) y F6 (40% HC, 20% HA, 40% HT y 5% de PH)

Abreviaturas: HC: Harina de chontaduro, HA: Harina de amaranto, HT: Harina de trigo y PH: Polvo para hornear

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Para el análisis estadístico, las respuestas numéricas obtenidas en la evaluación sensorial se emplearon para la determinación de las diferencias significativas entre las formulaciones (ver Tabla 13). En el atributo de color, la formulación 6 es diferente de la formulación 1 ($F_6 \neq F_1$); en los atributos de olor y textura todas las formulaciones son iguales estadísticamente, pero numéricamente el que tiene mayor aceptabilidad es la formulación 4 para ambos casos; en cuanto al atributo de sabor, la formulación 1, 2 y 6 son diferentes de la formulación 4 ($F_1, F_2, F_6 \neq F_4$), es decir, hay diferencias significativas, pero numéricamente la formulación 4 es más aceptable; el atributo de dulzura nos muestra estadísticamente que hay diferencias significativas entre la formulación 6 y la formulación 4 ($F_6 \neq F_4$); y el atributo de aceptación indica que las formulaciones 1 y 4 son distintas de la formulación 6, pero numéricamente la formulación 4 es la que sobresale.

Por lo que, sensorial como estadísticamente la formulación 4 es la más aceptable y que más diferencias significativas tiene con respecto al resto de formulaciones.

En el trabajo de investigación de harina de chontaduro: producción, comportamiento higroscópico y aplicación en galletas de **Silva et al. (2021)**, elaboraron harina de chontaduro empleando una cocción inicial a los frutos y un secado en estufa de circulación de aire forzado; realizaron dos tipos de harina de chontaduro, una con la pulpa y otra con la pulpa y cáscara, para la formulación de las galletas emplearon 40% (170 g) de harina de chontaduro, 24% (100 g) de margarina, 24% (100 g) de azúcar refinada y 12% (50 g) de huevo, las galletas utilizando ambas harinas tuvieron una buena aceptación sensorial. Así mismo, **Barbosa et al. (2019)** en su investigación de harina de chontaduro (*Bactris gasipae* Kunth): aplicación potencial en la industria alimentaria evaluaron las características funcionales y morfológicas de la harina de chontaduro de diferentes razas del norte de Brasil obteniendo resultados que demostraron que la harina tiene un potencial en la elaboración de productos panificados.

La presente investigación, así como las citadas corroboran que la harina de chontaduro es apta para la utilización en distintos productos panificados y que puede sustituir de forma parcial a la harina de trigo.

3.3. Capacidad antioxidante de la harina de chontaduro y panqueque con mejor aceptación sensorial

Tabla 14. Capacidad antioxidante por el método ABTS de la harina de chontaduro y del panqueque con mejor aceptación sensorial (F4)

| Muestra | Método | Resultado ($\mu\text{mol TE/g muestra}$) |
|---|--|---|
| | Liofilización | 56.61 ± 0.50^a |
| Harina de chontaduro | Deshidratación por convección de aire caliente | 61.84 ± 0.51^b |
| Panqueque con mejor aceptación sensorial (F4) | - | 99.81 ± 0.001^c |

Promedio de tres repeticiones \pm desviación estándar

Medias con letras minúsculas distintas son significativamente diferentes ($p > 0.05$, prueba de Tukey)

Nota: El dato de la harina de chontaduro por deshidratación por convección de aire caliente es complementario

F4: 10% Harina de chontaduro, 10% Harina de amaranto, 80% Harina de trigo y 5% Polvo para hornear

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

La capacidad antioxidante fue determinada por el método ABTS y sus valores fueron expresados en unidades de $\mu\text{mol TE/g}$ de muestra (ver Tabla 14), la harina de chontaduro por el proceso de liofilización obtuvo 56.61 ± 0.50 mientras que la harina por el proceso de deshidratación reportó 61.84 ± 0.51 ; y el panqueque con mejor aceptación sensorial (F4) presentó 99.81 ± 0.001 . Investigaciones han informado que la disponibilidad de los compuestos bioactivos de ciertas matrices alimentarias aumentan cuando son cocinados o cuando se procesan (de Sá & Rodríguez, 2003), permitiendo la liberación de los carotenoides (Jatunov et al., 2010).

En el estudio de capacidad antioxidante, contenido fenólico y vitamina C en pulpa, cáscara y semilla de 24 frutas exóticas de Colombia de **Contreras et al. (2011)**, se reporta valores de capacidad antioxidante por el método ABTS de 14.1 ± 0.16 y 28.9 ± 0.42 $\mu\text{mol TE/g}$ muestra fresca para pulpa y cáscara de chontaduro respectivamente, mismos que están por debajo con respecto a los resultados obtenidos en el presente trabajo; esto puede deberse a que los frutos no fueron tratados en igualdad de condiciones, en la investigación citada los frutos únicamente fueron homogeneizados mientras que en esta investigación fueron procesados hasta obtener harina. Otro factor para esta diferencia puede ser el clima o las características del suelo de la localidad (**Yuyama et al., 2003**), por otro lado, **Saura & Goñi (2006)** mencionan que la capacidad antioxidante de los alimentos se ve influenciado por el contenido de vitamina C y E, carotenoides, flavonoides y otros compuestos de tipo fenólicos.

Tal como se detalla en la Tabla 14, el panqueque con mejor aceptación sensorial (F4) tiene un valor de capacidad antioxidante de 99.81 ± 0.001 $\mu\text{mol TE/g}$ muestra, siendo alto en comparación con los obtenidos en las harinas; en párrafos anteriores se explicó los motivos de las diferencias, no obstante, hay otro factor que pudo intervenir: la harina de amaranto, la cual tiene un aporte significativo de fenoles que podría ayudar a mejorar esta actividad biológica (**Almirudis et al., 2020**), **Uriarte et al. (2021)** en su estudio de alimentos prehispánicos de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y amaranto (*Amaranthus* sp.) como nuevos ingredientes alternativos para elaborar galletas funcionales, obtuvo un valor capacidad antioxidante por el método ABTS de 77.52 ± 1.74 $\mu\text{mol TE/g}$ muestra para la harina de amaranto, siendo este valor más alto que la harina de chontaduro.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

4.1. Conclusiones

- La harina se elaboró a partir de la pulpa y cáscara del chontaduro, el proceso de secado se realizó empleando liofilización y deshidratación por convección de aire caliente; la humedad de harina por liofilización (3.27%) fue menor que la obtenida por deshidratación (6.81%), siendo la liofilización más efectiva que el método de secado convencional.
- Las formulaciones de panqueques se realizaron empleando un diseño factorial A x B, en el factor A se utilizaron tres proporciones de harina de chontaduro, amaranto y trigo, y para el factor B se hizo uso de dos porcentajes de polvo para hornear, 2.5 y 5.0%, lo que resultó en 6 formulaciones en total.
- La mejor formulación de panqueque se determinó mediante una evaluación sensorial, en la que se utilizó una escala hedónica verbal, los resultados sensoriales reportaron que la formulación 4 es la que tiene más aceptabilidad, la cual contiene 10% de harina de chontaduro, 10% de harina de amaranto, 80% de harina de trigo y 5% de polvo para hornear.
- La determinación de la capacidad antioxidante se midió utilizando el método ABTS, cuyos resultados fueron expresados en unidad de $\mu\text{mol TE/g}$ muestra; la harina de chontaduro por el proceso de liofilización obtuvo un valor de 56.61 y el panqueque con mejor aceptación sensorial (F4: 10% harina de chontaduro y amaranto, 80% harina de trigo y 5% de polvo para hornear) reportó un valor de 99.81, por lo que la harina de chontaduro podría ser considerado como ingrediente en la elaboración de alimentos funcionales.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, E. A., Solís, K. Z., Ibarra, A., Cifuentes, R., & Sánchez, I. (2020). Amaranto: Distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras). *Acta Botánica Mexicana*, 128. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1738>
- Albala, K. (2013). *Pancake: A global history*. Reaktion Books.
- Algara, P., Gallegos, J., & Reyes, J. (2016). El amaranto y sus efectos terapéuticos. *Tlatemoani*, 21.
- Almirudis, S., Ramírez, B., Medina, C., Magaña, E., Torres, P., & Ledesma, A. (2020). Actividad antioxidante de harinas de amaranto obtenidas por extrusión y análisis parcial de su calidad proteica in vivo. *Biotecnia*, 22(1), 24-31. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1121>
- Bandini, R. (2019). *Miami Gratis: Ahorros y descuentos en Miami y Orlando*. Steadman Thompson.
- Barbosa, M., Amante, E., Santos, A., da Cruz, A., & Meller, L. (2019). Peach palm flour (*Bactris gasipae* Kunth): Potential application in the food industry. *Food science and technology*, 39(3), 613-619. <http://orcid.org/0000-0002-6002-9425>
- Benítez, A., Villanueva, J., González, G., Alcántar, V. E., Puga-Díaz, R., & Quintero, A. G. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 23. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>

- Bravo, E., & Moreno, L. (2015). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de chontaduro (Bactris gasipaes) var. Rojo cauca* [Tesis de grado, Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/3
- Brito, J. (2019). *Chonta Duro (Bactris gasipaes)* [Fotografía]. iNaturalist Ecuador. <https://ecuador.inaturalist.org/photos/36877755>
- Brito, L. (2018). *Estudio gastronómico del chontaduro (Bactris gasipaes) y su aplicación en la repostería*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35807>
- Caballero, B., Márquez, C. & Betancur, M. (2017). Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (*Capsicum pubescens* R & P) con o sin semilla. *Bioagro*, 29(3), 225-234.
- Caicedo, W., Ferreira, F., Viáfara, D., Guaman, A., Socola, C., & Moyano, J. (2019). Chemical composition and fecal digestibility of fermented peach palm fruit (*Bactris gasipaes* Kunth) in growing pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 31(9). <https://www.cabdirect.org/globalhealth/abstract/20193404038>
- Codex alimentarius. (2021). *Norma para harina de trigo*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf
- Contreras, J., Calderón, L., Guerra, E., & García, B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food research international*, 44(7), 2047-2053. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.003>
- Córdova, M., & Terán, W. (2014). *Aprovechamiento del mesocarpio del chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K) para elaboración de harina, bebida y yogurt* [Tesis

de grado, Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7191/1/CORDOVA%20-%20TERAN.pdf>

Cortés, G., Prieto, G., & Rozo, W. (2015). Caracterización bromatológica y fisicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) y su posible aplicación como alimento nutraceutico. *Ciencia en desarrollo*, 6(1), 87-97.

de Sá, M., & Rodríguez, D. (2003). Carotenoid composition of cooked green vegetables from restaurants. *Food chemistry*, 83(4), 595-600.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00227-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00227-9)

de Victoria, E. (2015). Compuestos bioactivos y salud: Mitos y realidades. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 65.
<http://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/>

Divito, G., & García, F. (Eds.). (2017). *Manual del cultivo de trigo*. International Plant Nutrition Institute.

FAO. (s. f.). *Anexo 3: Contenido de nutrientes en alimentos seleccionados*.
<https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s1x.htm>

Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). *Guía del cultivo de trigo*. INIAP.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/381>

Giraldo, A., Dufour, D., Rivera, A., Sánchez, T., Scheldeman, X., & Gonzáles, A. (2009). *Estudio de la diversidad del chontaduro (Bactris gasipaes) consumido*.

Giraldo, P., Benavente, E., Manzano, F., & Gimenez, E. (2019). Worldwide research trends on wheat and barley: A bibliometric comparative analysis. *Agronomy*, 9(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/agronomy9070352>

Gómez, H., Parra, J., de Santos, J., & René, F. (2003). Modelo computacional para la liofilización de alimentos de geometría finita. *e-Gnosis*, 11, 1-27.

- Gómez, M., Edel, A., & Rosell, C. (2007). Trigo. En A. Edel & C. Rosell (Eds.), *De tales harinas, tales panes: Granos, harinas y productos panificados en Iberoamérica* (ISEKI-Food, pp. 17-72). <http://hdl.handle.net/10261/17118>
- Gutiérrez, Á., Ledesma, L., García, I., & Grajales, O. (2007). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. *Revista cubana de salud pública*, 33. <https://doi.org/10.1590/S0864-34662007000100008>
- Herrera, F., Betancur, D., & Segura, M. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad: Péptidos biológicamente activos. *Nutrición hospitalaria*, 29(1), 10-20. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.1.6990>
- Hoseney, R. (1991). *Principios de ciencia y tecnología de los cereales* (M. González, Trad.; Ilustrada). Acribia, Editorial, S.A. https://books.google.com.ec/books?id=_0CZAAAACAAJ
- INEN 616. (2015). *Harina de trigo. Requisitos*.
- Iqbal, M., Shams, N., & Fatima, K. (2022). Nutritional Quality of Wheat. En *Wheat—Recent advances*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104659>
- Játiva, M. (1998). *El palmito de chontaduro en la Amazonía ecuatoriana*. 35.
- Jatunov, S., Quesada, S., Díaz, C., & Murillo, E. (2010). Carotenoid composition and antioxidant activity of the raw and boiled fruit mesocarp of six varieties of *Bactris gasipaes*. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 60(1), 99-104.
- Jiménez, L. (2008). *Incremento del valor nutritivo de la pasta base para la elaboración de pizza, mediante la incorporación de chocho* [Tesis de grado]. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Landívar, D. (2014). *Análisis de la competitividad del amaranto ecuatoriano en Alemania* [Tesis de grado]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo.

- Leterme, P., García, M., Londoño, A., Rojas, M., Buldgen, A., & Souffrant, W. (2005). Chemical composition and nutritive value of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) in rats. *Journal of the science of food and agriculture*, 85, 1505-1512. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2146>
- Llumiquinga, M. (2021). *Análisis del estado actual de Bactris gasipaes Kunth en el Ecuador* [Tesis de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/24215>
- Lovato, E. (2010). *Prefactibilidad técnica—económica para la instalación de una planta procesadora del chontaduro, plátano y yuca producidos en el cantón Tiwintza* [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2448/1/CD-3164.pdf>
- Lyons, K. (2022). *Pancake recipes*. https://www.google.com.ec/books/edition/Pancake_Recipes/BTSiEAAAQB-AJ?hl=es-419&gbpv=1
- Martínez, J., Rodríguez, X., Pinzón, L., & Ordóñez, L. (2017). Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae) obtenida por secado convectivo. *Ciencia y tecnología agropecuaria*, 18(3), 599-613. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:747
- Martínez, N., del Mar Camacho, M., & Martínez, J. (2008). Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad dietética*, 12(2), 64-68. [https://doi.org/10.1016/S1138-0322\(08\)75623-2](https://doi.org/10.1016/S1138-0322(08)75623-2)
- Matías, G., Hernández, B., Peña, V., Torres, N., Espinoza, V., & Ramírez, L. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.). *Journal of negative and no positive results*, 6, 423-436. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2410>
- Méndez, J. (2015). *Proyecto de plan de negocios para la creación de una empresa elaborara y comercializara una bebida de valor nutricional a través de la*

- industrialización del chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K.) en la ciudad de Guayaquil* [Tesis de grado]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo.
- Mifsud, S. (2002). *Amaranthus cruentus (Red amaranth)* (Malta). Malta Wild Plants. https://maltawildplants.com/AMAR/Amaranthus_cruentus.php
- Morrillas, J., & Delgado, J. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 32(2), 8-20.
- Munteanu, I., & Apetrei, C. (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International journal of molecular sciences*, 22(7), 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Nieto, C. (1989). *El cultivo de amaranto Amaranthus spp una alternativa agronómica para Ecuador*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2688>
- Núñez, M. (2011). *Panqueques dulces y salados*. Ediciones LEA.
- Orrego, C. (2008). *Congelación y liofilización de alimentos*. Universidad Nacional de Colombia. <https://www.virtualpro.co/biblioteca/congelacion-y-lioofilizacion-de-alimentos>
- Ortega, R. (2014). *Utilización del chontaduro (Bactris gasipaes) en elaboración de productos de panificación* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9863>
- Ponce, S. (2018). *Comparación de harina de chocho (Lupinus mutabilis sweet) deshidratada y liofilizada para la elaboración de pan artesanal* [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ramírez, J. (2006). Liofilización de alimentos. *Revista ReCiTeIA*, 6(2).
- Ramírez, J., Uresti, R., & Aldana, L. (2013). En *Avances en ciencia y tecnología alimentaria en México* (p. 676). Plaza y Valdés. <https://doi.org/10.13140/2.1.3950.3683>

- Restrepo, J., & Estupiñan, J. (2007). Potencial del chontaduro como fuente alimenticia de alto valor nutricional en países tropicales. *Revista de ciencias*, 1-8. <https://doi.org/10.25100/rc.v11i0.529>
- Rioja, A., Vizaluque, B., Aliaga, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, J. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de chenopodium quinoa. *Revista boliviana de química*, 35(5), 168-176.
- Rodríguez, S., Giraldo, G. I., & Montes, L. M. (2016). Encapsulación de alimentos probióticos mediante liofilización en presencia de prebióticos. *Información tecnológica*, 27(6), 135-144. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000600014>
- Rosales, K. (2008). *Desarrollo y caracterización de harina para hot-cake enriquecida con okara* [Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional]. <http://tesis.ipn.mx/xmlui/handle/123456789/14683>
- Samaniego, I., Brito, B., Viera, W., Cabrera, A., Llerena, W., Kannangara, T., Vilcacundo, R., Angós, I., & Carrillo, W. (2020). Influence of the maturity stage on the phytochemical composition and the antioxidant activity of four andean blackberry cultivars (*Rubus glaucus* Benth) from Ecuador. *Plants (Basel, Switzerland)*, 9(8), 1027. <https://doi.org/10.3390/plants9081027>
- Samaniego, V., Rodríguez, D., García, M., & Casariego, A. (2016). Sustitución parcial de harina de trigo por harina de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) en la elaboración de productos de panificación. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 26(2), 43-48.
- Sangronis, E., Soto, M., Valero, Y., & Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 64(2), 123-130.
- Santos, E. (2023). *The pancake experience: Exploring the history, culture, and art of pancakes*. BornIncredible.com.

https://www.google.com.ec/books/edition/The_Pancake_Experience_Exploring_the_His/AIS2EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=origin+of+the+pancake&pg=PT169&printsec=frontcover

- Sarwar, M., Sarwar, M., Sarwar, M., Qadri, N., & Moghal, S. (2013). The importance of cereals (*Poaceae*: Gramineae) nutrition in human health: A review. *Journal of cereals and oilseeds*, 4(3), 32-35. <https://doi.org/10.5897/JCO12.023>
- Saura, F., & Goñi, I. (2006). Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food chemistry*, 94(3), 442-447. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.033>
- Scheuer, P., Francisco, A., Miranda, M., & Limberger, V. (2011). Trigo: Características e utilização na panificação. *Revista brasileira de produtos agroindustriais*, 13(2), 211-222. <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v13n2p211-222>
- Serpa, A., Vásquez, D., Castrillón, D., & Hincapié, G. (2015). Comparación de dos técnicas de deshidratación de guayaba-pera (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. *Revista lasallista de investigación*, 12(1), 10-20.
- Severiano, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina*, 7(19), Article 19. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Shewry, P. (2009). Wheat. *Journal of experimental botany*, 60(6), 1537-1553. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp058>
- Shewry, P., & Hey, S. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. *Food and energy security*, 4(3), 178-202. <https://doi.org/10.1002/fes3.64>

- Silva, G., Conceição, M., Rodrigues do Carmo, J., da Silva Pena, R., & Campos, R. (2021). Peach palm flour: Production, hygroscopic behaviour and application in cookies. *Heliyon*, 7(5), 8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07062>
- Suquillo, C. (2018). *Evaluación del efecto de microgravedad simulada sobre la obtención de germinados de quinua (Chenopodium quinoa Wild) y amaranto (Amaranthus caudatus L.)*. [Tesis de grado]. Escuela Politécnica Nacional.
- Surco, J., & Alvarado, J. (2011). Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista boliviana de química*, 28(2), 79-82.
- Tapia, C. (2014). *Obtención de pan de molde con sustitución parcial de harina de chontaduro (Bactris gasipaes Kunth)* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5124>
- Tustón, S. (2007). *Adaptación de cinco líneas de maranto de grano blanco Amaranthus caudatus y cinco líneas de ataco o sangorache Amaranthus hybridus en los cantones Otavalo y Antonio Ante* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/179>
- Urango, L., Montoya, G., Cuadros, M., Henao, D., Zapata, P., López, L., Castaño, E., Serna, Á., Vanegas, C., Loaiza, M., & Gómez, B. (2009). Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. *Perspectivas en nutrición humana*, 11(1), 27-38.
- Uriarte, G., Hernández, M., Gutiérrez, G., Santiago, M., Morris, H., & Meneses, M. (2021). Pre-Hispanic foods oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) and amaranth (*Amaranthus* sp.) as new alternative ingredients for developing functional cookies. *Journal of fungi*, 7(11), 911. <https://doi.org/10.3390/jof7110911>
- USDA. (2019). *FoodData Central: Pancakes, plain, prepared from recipe*. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/175009/nutrients>

- USDA. (2020). *FoodData Central: Flour, whole wheat, unenriched*.
<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/790085/nutrients>
- Vargas, G., & Arguelles, J. (2000). *Clasificación y caracterización de veinte razas de palma de chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K.) de acuerdo con las propiedades físico químicas y bromatológicas del fruto*. Produmedios.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17416>
- Villegas, C., & Zambrano, G. (2018). *Optimización de harina para panqueques libres de gluten* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano].
<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6305>
- Yuyama, L., Aguiar, J., Yuyama, K., Clement, C., Macedo, S., Fávoro, D., Afonso, C., Vasconcellos, M., Pimentel, S., Badolato, E., & Vannucchi, H. (2003). Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in central Amazonia, Brazil. *International journal of food sciences and nutrition*, 54(1), 49-56.
<https://doi.org/10.1080/096374803/000061994>
- Zuluaga, J., Martínez, A., & Escobar, C. (1996). *El cultivo de chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K.)*. Produmedios.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/33083>
- Zuluaga, J., Rojas, J., Yasno, C., Cárdenas, C., & Escobar, C. (1998). *El cultivo de chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K.) para fruto y palmito*. (Corpoica regional 10). Produmedios. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/15990>

6. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de cata de panqueques

Nombre: _____ **Edad:** _____

Fecha: _____

Indicaciones:

Frente a usted se encuentran 6 muestras de panqueques, pruébelas en orden de izquierda a derecha e indique el grado en el que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra, colocando el puntaje correspondiente en la línea de código de la muestra respectiva. Por favor tome agua entre muestra y muestra.

| Puntaje | Categoría |
|---------|----------------------------|
| 1 | Me disgusta mucho |
| 2 | Me disgusta moderadamente |
| 3 | No me disgusta ni me gusta |
| 4 | Me gusta moderadamente |
| 5 | Me gusta mucho |

| Muestras codificadas | Atributos | | | | | |
|-------------------------|-----------|------|---------|-------|---------|------------|
| | Color | Olor | Textura | Sabor | Dulzura | Aceptación |
| 6224 | | | | | | |
| 3500 | | | | | | |
| 3831 | | | | | | |
| 5590 | | | | | | |
| 3749 | | | | | | |
| 6934 | | | | | | |

Comentarios:

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo 2. Fotografías de la experimentación



Figura 6. Recolección de chontaduro



Figura 7. Lavado y selección de los chontaduros



Figura 8. Cortado de chontaduro



Figura 9. Congelación del chontaduro laminado



Figura 10. Ingreso de muestras de chontaduro en el liofilizador



Figura 11. Chontaduro liofilizado



Figura 12. Molienda de chontaduro liofilizado

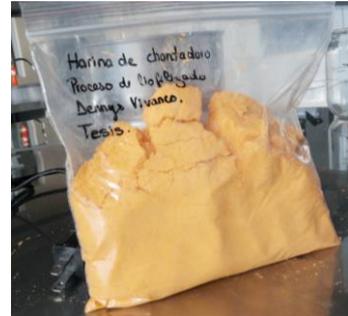


Figura 13. Harina de chontaduro

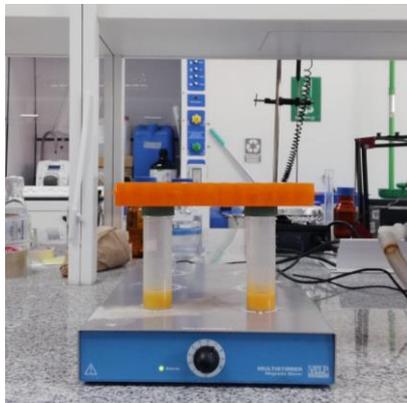


Figura 14. Muestras en el agitador magnético



Figura 15. Muestras en el baño ultrasónico



Figura 16. Centrifugación de muestras

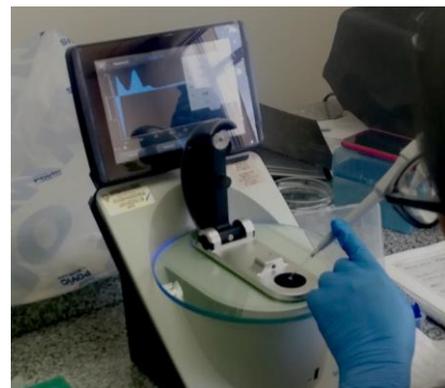


Figura 17. Medición de las absorbancias de las muestras



Figura 18. Preparación de la sala de cata

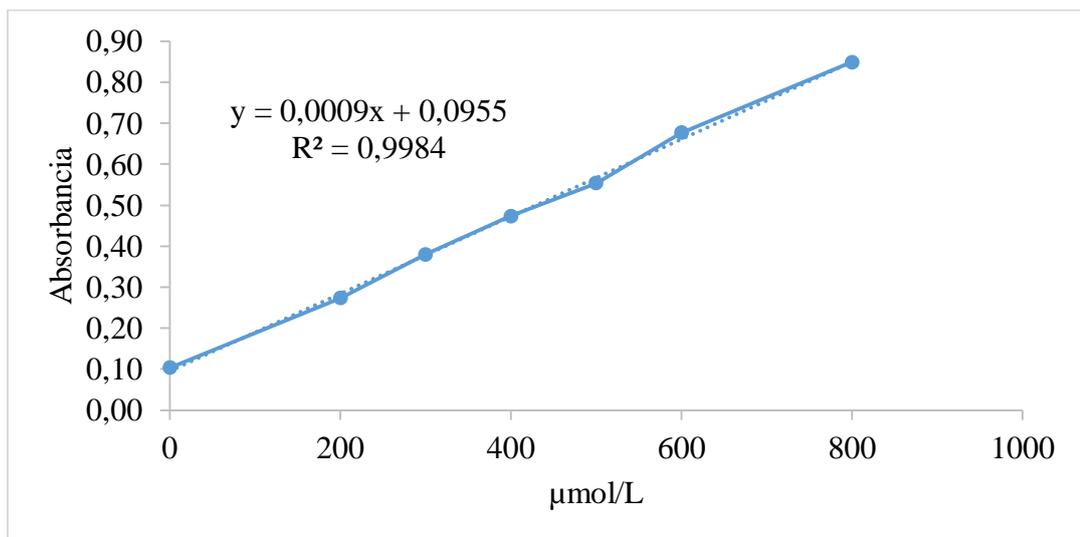


Gráfico 2. Curva de calibración de trolox

Anexo 3. Diagrama de proceso de la harina de chontaduro

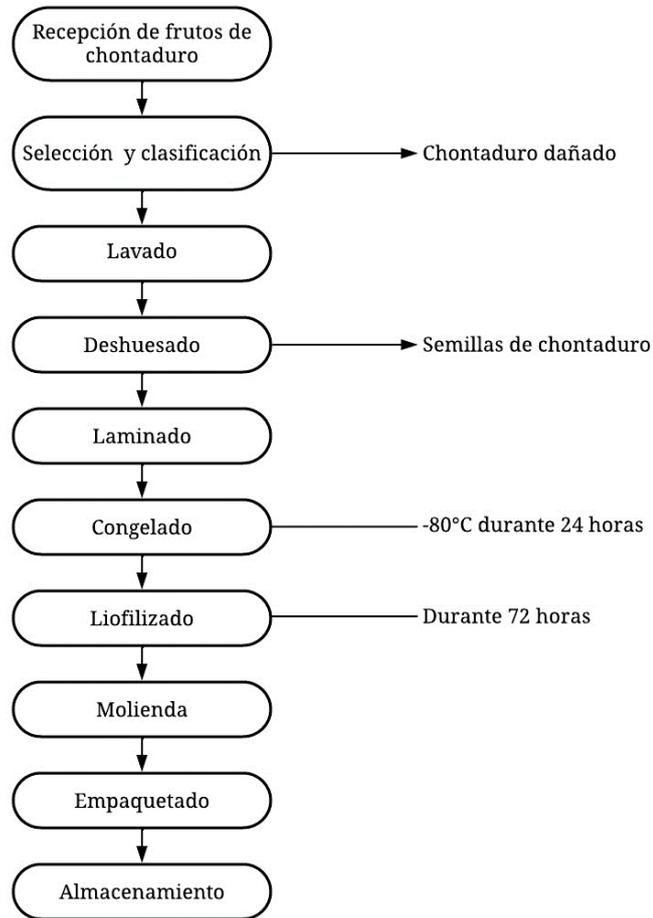


Gráfico 3. Diagrama de proceso de elaboración de la harina de chontaduro por el método de liofilización

Anexo 4. Cuadros de varianza estadísticos

Tabla 15. Cuadro de la varianza del atributo de color (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo | 11.43 | 5 | 2.29 | 2.55 | 0.0297 |
| Formulación | 11.43 | 5 | 2.29 | 2.55 | 0.0297 |
| Error | 156.10 | 174 | 0.90 | | |
| Total | 157.53 | 179 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 16. Cuadro de la varianza del atributo de olor (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo | 4.56 | 5 | 0.91 | 0.95 | 0.4478 |
| Formulación | 4.56 | 5 | 0.91 | 0.95 | 0.4478 |
| Error | 166.43 | 174 | 0.96 | | |
| Total | 170.99 | 179 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 17. Cuadro de la varianza del atributo de textura (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo | 7.56 | 5 | 1.51 | 1.68 | 0.1418 |
| Formulación | 7.56 | 5 | 1.51 | 1.68 | 0.1418 |
| Error | 156.63 | 174 | 0.90 | | |
| Total | 164.19 | 179 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 18. Cuadro de la varianza del atributo de sabor (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|-------------------|--------------------|----------------|------|---------|
| Modelo | 20.76 | 5 | 4.15 | 3.87 | 0.0024 |
| Formulación | 20.76 | 5 | 4.15 | 3.87 | 0.0024 |
| Error | 186.90 | 174 | 1.07 | | |
| Total | 207.66 | 179 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 19. Cuadro de la varianza del atributo de dulzura (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|-------------------|--------------------|----------------|------|---------|
| Modelo | 17.12 | 5 | 3.42 | 2.80 | 0.0185 |
| Formulación | 17.12 | 5 | 3.42 | 2.80 | 0.0185 |
| Error | 212.63 | 174 | 1.22 | | |
| Total | 229.75 | 179 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 20. Cuadro de la varianza del atributo de aceptación (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|-------------------|--------------------|----------------|------|---------|
| Modelo | 17.24 | 5 | 3.45 | 3.52 | 0.0047 |
| Formulación | 17.24 | 5 | 3.45 | 3.52 | 0.0047 |
| Error | 170.53 | 174 | 0.98 | | |
| Total | 187.78 | 179 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 21. Cuadro de la varianza de humedad (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|-------------------|--------------------|----------------|--------|---------|
| Modelo | 18.76 | 1 | 18.76 | 222.65 | 0.0001 |
| Formulación | 18.76 | 1 | 18.76 | 222.65 | 0.0001 |
| Error | 0.34 | 4 | 0.08 | | |
| Total | 19.10 | 5 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys

Tabla 22. Cuadro de la varianza de capacidad antioxidante (SC Tipo III)

| F.V. | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|-------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo | 3333.46 | 2 | 1666.73 | 9795.96 | <0.0001 |
| Columna 1 | 3333.46 | 2 | 1666.73 | 9795.96 | <0.0001 |
| Error | 1.02 | 6 | 0.17 | | |
| Total | 3334.48 | 8 | | | |

Fuente: Elaborado por Vivanco Dennys