

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales de harina de chontaduro

***(Bactris gasipaes)* bajo diferentes condiciones de secado**

Samanta Nicole Rojas Puente

Daniela Abigail Noroña Mejía

Ingeniería en Alimentos

**Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos**

Quito, 07 de mayo de 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales de harina de chontaduro

(*Bactris gasipaes*) bajo diferentes condiciones de secado

Samanta Nicole Rojas Puente

Daniela Abigail Noroña Mejía

Nombre del profesor, Título académico

María José Andrade Cuvi, PhD.

Quito, 07 de mayo de 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Samanta Nicole Rojas Puente
Código: 00214353
Cédula de identidad: 1750363770
Lugar y fecha: Quito, 07 de mayo de 2024

Nombres y apellidos: Daniela Abigail Noroña Mejía
Código: 00213315
Cédula de identidad: 1723128292
Lugar y fecha: Quito, 07 de mayo de 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

El chontaduro es utilizado para la obtención de harina mediante un proceso tradicional de secado por 12 horas a 70°C. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes condiciones de temperatura y tiempo de secado (60, 70 y 80°C con tiempos de secado de 10, 12 y 14 horas) sobre la calidad y comportamiento de las propiedades tecnofuncionales de la harina, su composición proximal y su potencial uso en la elaboración de masas quebradas dulces. En la harina se analizó la capacidad emulsificante, gelificante, espumante, hinchamiento y absorción de agua y grasa, humedad, color, perfil de ácidos grasos y propiedades texturales de la masa quebrada cruda y cocida. Se encontró que el uso de tiempos y temperaturas de secado diferentes a los tradicionales mejora su capacidad para absorber agua y grasa, así como su capacidad emulsificante y gelificante por su alto contenido de proteínas, al igual que en su capacidad de hinchamiento. Un secado a 60°C durante 10H se obtiene harina con las mismas características de calidad y propiedades tecnofuncionales. El secado a menor tiempo y temperatura supone una reducción en el tiempo y gasto energético requerido para el proceso. Las masas quebradas elaboradas con la harina de chonta seca en condiciones tradicionales (70°C12H) y a 60°C10H presentaron características similares demostrando que el cambio de tiempo y temperatura de secado no influye en la calidad del producto final, sin embargo, se encuentran ligeros cambios en el perfil de ácidos grasos. Comprender las propiedades tecnofuncionales de una harina, permite asegurar que es una materia prima tecnológica y nutricionalmente beneficiosa.

Palabras clave: harina de chontaduro, condiciones de secado, propiedades tecnofuncionales, masa quebrada dulce

ABSTRACT

Chontaduro is used to obtain flour through a traditional drying process for 12 hours at 70°C. The objective of this study was to evaluate the effect of different drying temperature and time conditions (60, 70, and 80°C with drying times of 10, 12, and 14 hours) on the quality and behavior of the techno-functional properties of the flour, its proximate composition, and its potential use in the production of sweet shortcrust pastry. The flour was analyzed for its emulsifying, gelling, foaming, swelling, and fat and water absorption capacities, moisture content, color, fatty acids profile and textural properties of the raw and cooked shortcrust pastry. It was found that using different drying times and temperatures than traditional ones improves its ability to absorb water and fat, as well as its emulsifying and gelling capacity due to its high protein content, as well as in its swelling capacity. Drying at 60°C for 10 hours yields flour with the same quality characteristics and techno-functional properties. Drying at lower time and temperature results in a reduction in the time and energy expenditure required for the process. The shortcrust pastries made with traditionally dried chonta flour (70°C12H) and at 60°C10H showed similar characteristics, demonstrating that the change in drying time and temperature does not influence the quality of the final product, however, slight changes are found in the fatty acid profile. Understanding the techno-functional properties of a flour ensures that it is a technologically and nutritionally beneficial raw material.

Keywords: chontaduro flour, drying conditions, techno-functional properties, sweet shortcrust pastry

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 Objetivo General.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. METODOLOGÍA.....	16
2.1 Materia Prima.....	16
2.2 Diseño Experimental y Análisis Estadístico	18
2.3 Rendimiento.....	19
2.4 Color	19
2.5 Humedad.....	20
2.6 Propiedades tecnofuncionales.....	20
2.6.1 Capacidad de absorción de agua (CAA).....	20
2.6.2 Capacidad de absorción de grasa (CAG).....	21
2.6.3 Capacidad emulsificante (CEm)	21
2.6.4 Capacidad de Hinchamiento (CH).....	22
2.6.5 Capacidad Espumante (CE) y Estabilidad de la espuma (EE).....	22
2.6.6 Capacidad Gelificante (CG).....	23
2.7 Elaboración de la masa quebrada y determinación del perfil de textura:	23
2.8 Comparación del secado de harina de chonta según el condiciones tradicionales y condiciones seleccionadas	24

2.9 Análisis proximal	24
2.8 Perfil lipídico	26
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1 Obtención de la harina y evaluación de sus propiedades tecnofuncionales.....	27
3.1.1 Rendimiento.....	27
3.1.2 Color	28
3.1.3 Humedad	32
3.1.4 Propiedades tecnofuncionales.....	34
3.1.5 Características texturales de la masa cruda y cocida	40
3.1.6 Comparación de la composición proximal y perfil lipídico de la harina de chonta elaborada en condiciones tradicionales y condiciones seleccionadas.....	45
3.1.7 Perfil lipídico	49
4. CONCLUSIONES.....	50
5. RECOMENDACIONES	52
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
7. ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos realizados en el diseño DCA de la harina de chontaduro.....	18
Tabla 2: Rendimiento de harina de chontaduro obtenida en diferentes condiciones de secado....	26
Tabla 3. Humedad de la harina de chontaduro obtenida bajo diferentes condiciones de secado. .	32
Tabla 4: Propiedades tecnofuncionales en la harina de chontaduro obtenida bajo diferentes condiciones de secado.	33
Tabla 5: Capacidad de gelificación de harina de chontaduro obtenido a diferentes condiciones de secado.	38
Tabla 6: Características de textura en la masa cruda de harina de chontaduro.	40
Tabla 7: Composición proximal para las harinas 60°C10H y 70°C12H.....	43
Tabla 8: Composición de ácidos grasos de harina de chonta bajos diferentes condiciones de secado	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de obtención de harina de chontaduro.	17
Figura 2: Color de la harina de chontaduro obtenida en diferentes condiciones de secado.....	28
Figura 3: Parámetros de color de la harina de chontaduro. A) Luminosidad L*; B) Coordenada a*; C) Coordenada b*; D) Cromo; E) Hue.....	30
Figura 4: Características texturales de la masa quebrada cruda de harina de chontaduro sometido a diferentes condiciones de secado: A) 60°C; B) 70 °C y C) 80°C	41
Figura 5: Compresión directa en la masa quebrada cocida.	42

1. INTRODUCCIÓN

El chontaduro (*Bactris gasipaes*) es una fruta de la zona Amazónica del Ecuador y el norte de Perú, tiene una gran variedad genética y se recolecta del árbol de chonta que puede lograr alcanzar los 20 metros de altura; el árbol se caracteriza por su tronco delgado y cubierto por espinas, crece entre los 800 a 1.200 m.s.n.m. Sus frutos que tienden a coloraciones amarillas o rojizas, tienen una carne fibrosa y harinosa que rodea la semilla en su interior; en general presenta un alto contenido de aceite que se puede evidenciar al tacto (Henaó et al., 2021).

La fruta del chontaduro ha sido consumida de forma ancestral por los pobladores amazónicos quienes se han beneficiado de todas sus características nutricionales, como su alto contenido en vitamina A, B2, y C, omega 3 y minerales (hierro, fósforo, calcio y magnesio). Debido a su contenido de carotenoides y compuestos fenólicos presenta un característico color amarillo-naranja-rojo (Henaó et al., 2021). En la amazonía ecuatoriana se consume comúnmente como chicha de chontaduro, producto resultante de un proceso de cocción y posterior fermentación por acción de microorganismos eficientes que además generan valor nutricional en la bebida resultante (Borras et al., 2014). Las características del fruto han ayudado a expandir su uso en diferentes preparaciones y procesos, entre lo que se encuentra la obtención de harina utilizada en diferentes preparaciones gastronómicas.

La harina de chontaduro es un producto innovador con el propósito de aprovechar una biomasa residual con fuente potenciadora del sabor, esta harina actualmente se caracteriza por un alto impacto gastronómico en las cocinas ecuatorianas siendo utilizado para el desarrollo de preparaciones típicas como sopas y salsas. Existe un creciente interés en la industria alimentaria por conocer el comportamiento y características de las proteínas y en consecuencia aplicar las

propiedades tecnofuncionales de la harina para el desarrollo de nuevos productos (Pérez et al., 2021). Conocer las propiedades tecnofuncionales de una harina contribuye en la calidad, ya que su uso dependerá de su capacidad para absorber agua y aceite, emulsionar, formar espuma y gelificar. Estas cualidades son vitales para la funcionalidad de varios productos, especialmente aquellos con bajo contenido de proteínas y alto contenido de grasa (Güemes Vera, 2007). Además, es posible darle una nueva perspectiva en el área de repostería como un sustituto de harinas tradicionales principalmente por su mayor contenido de proteínas. Es por esta razón que el uso y consumo de este tipo de harina ha aumentado en los últimos años y varias comunidades en la región amazónica del Ecuador han apostado en su producción para ser comercializada a nivel nacional e incluso con proyecciones de exportación a diferentes países.

Existen varias asociaciones dedicadas al mercado y rescate de materias primas locales que buscan asociarse e involucrar a productores de la zona con nuevos mercados para generar ingresos a los agricultores de comunidades indígenas y locales con un manejo sostenible de recursos, y aportando a la conservación de la biodiversidad y finalmente crear propuestas de valor con recursos y culturas característicos de la Amazonía. Los participantes activos de estas comunidades mayoritariamente son mujeres indígenas con nacionalidades Kichwa, Siekopai y Cofan quienes se basan en conocimientos ancestrales junto con algunos procesos semi industriales para la producción de la harina de chontaduro, el involucramiento con la comunidad permite garantizar que la agrupación pueda generar ingresos en su ubicación natal que son los bosques húmedos amazónicos a fin de conseguir bienestar y sobrevivencia apta y digna (Canopy Bridge, 2022).

Las fundaciones que trabajan con la comunidad amazónica también aportan para fortalecer capacidades y lograr obtener participación efectiva y activa de los productores locales mediante la consultoría, investigación y capacitación, con ello, además de mejorar habilidades se da paso al

acceso a mercados de manera independiente y promoviendo la autonomía y relaciones comerciales directas. Por lo general, las comunidades locales son respaldadas por proyectos de socios filantrópicos, no gubernamentales y gubernamentales, los servicios abarcan una amplia gama de áreas, como el análisis de mercados, la planificación empresarial, el desarrollo de estrategias comerciales y de ventas, y la conexión con clientes específicos en cadenas de valor específicas (Canopy Bridge, 2022).

En la ciudad de Archidona (provincia del Napo), existe una comunidad que cosecha y procesa chonta para la obtención de harina. Después de su recepción y control de calidad, la fruta es lavada para eliminar cualquier tipo de material orgánico y luego es desinfectada con una solución de hipoclorito de sodio 0,1%, se continúa con la cocción alrededor de una hora hasta obtener una textura suave ya que inicialmente su consistencia es férrea. Posteriormente se hace el troceado, la cáscara y semilla son retiradas con el fin de que la carne de la fruta quede lista para la molienda y finalmente se realiza el proceso de secado. Para el proceso de secado, enfoque principal del presente trabajo de investigación, la comunidad utiliza un deshidratador con una temperatura de 70 °C por 12 horas para culminar con el envasado y etiquetado. Además, la comunidad cuenta con equipos de gama media que facilitan la producción sin embargo existe deficiencia en algunas etapas de producción.

A raíz de la comercialización de la harina, los productores han notado que luego de un tiempo de almacenamiento la harina pierde sus calidades, se ha observado cambios de color, sabores rancios y al usarse en una preparación se observa menor friabilidad en la masa. Estas características causan descontento por parte de los consumidores e impactan negativamente la imagen de la comunidad y la fundación patrocinadora (Canopy Bridge). Es por esta razón, además del interés de abrir el producto a mercados internacionales que se plantea la evaluación de las

condiciones del secado (temperatura y tiempo) sobre la calidad y propiedades tecnofuncionales de la harina para su potencial uso en el desarrollo de productos.

Diferentes estudios describen las propiedades y procesos a los que es sometida esta fruta, por ejemplo, Godoy et al. (2007) describen parámetros utilizados para la clasificación correcta de la fruta, sus propiedades nutricionales y distintos métodos de conservación como mermeladas, conservas y harinas; sin embargo, no profundiza en el efecto de cada tratamiento en las propiedades tecnofuncionales y organolépticas. Por otro lado, (Rodríguez et al., 2021) estudiaron la aplicación de la harina de chontaduro en la elaboración de salchichas considerando la sustitución parcial o total de ingredientes manteniendo cualidades similares a las salchichas tradicionales. Estas alternativas de uso son cruciales debido a las propiedades tecnofuncionales de la harina que permiten preservar tanto las características de sabor y textura como los aspectos relacionados con el proceso de fabricación.

La obtención de harina de chontaduro requiere la aplicación de parámetros estandarizados por Canopy Bridge en cuanto al lavado, cocción, troceado (separación de la pulpa y semilla), molido para reducir el tamaño de partícula y deshidratación. Una de las limitaciones son las condiciones ambientales de la región donde se produce la harina de chontaduro principalmente la humedad; además, es importante tomar en cuenta que la cosecha de chontaduro es limitada puesto que comúnmente en las provincias de la región amazónica se produce dos veces al año entre los meses de enero-abril y julio-octubre con una cadena de valor poco estructurada y con serios problemas de plagas por desequilibrios ecológicos (Henaó et al., 2021). Encontrar una alternativa de procesamiento y almacenamiento de la harina de chonta constituye un aporte importante de la academia para la comunidad que cultiva, cosecha y produce alimentos derivados de la chonta. Esto requiere realizar diferentes análisis que permitan determinar el mejor tratamiento que mantenga la

calidad en el producto final y conocer su comportamiento en la formación de masas, y que esto constituya una base para que la comunidad pueda comercializar un producto con todos sus beneficios característicos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes condiciones de temperatura y tiempo de secado sobre la calidad y propiedades tecnofuncionales de la harina de chontaduro.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar los cambios en las propiedades tecnofuncionales de harina de chonta bajo diferentes condiciones de secado.
- Comparar el efecto de diferentes condiciones de secado sobre características texturales en masa quebrada dulce cruda y cocida,
- Determinar la composición química y el perfil de ácidos grasos de la harina de chonta, comparando el secado tradicional con un método alternativo seleccionado según sus propiedades tecnofuncionales y características de masa quebrada.

2. METODOLOGÍA

2.1 Materia Prima

Se utilizó chontaduro (*Bactris gasipaes*) cosechado en el centro-sur de la provincia del Napo, cantón de Archidona (-0.9095, -77.80772), a una altitud de 577 m.s.n.m. El fruto se recibió con un grado de madurez comercial, textura firme, coloración naranja intenso y con ausencia de defectos. Una vez cosechados los frutos fueron transportados a temperatura ambiente, vía terrestre hasta la planta piloto de la USFQ (Quito) donde se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento.

Los frutos de chonta fueron seleccionados y limpiados (separando los residuos orgánicos como hojas y ramas). Se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (200 ppm), luego se dejaron secar a temperatura ambiente. Posteriormente, se sometieron a cocción por una hora para que la fruta se ablande, entonces se pelaron y se retiró la semilla. La pulpa obtenida se trituró y se colocó en el deshidratador (Magic Mill) bajo los diferentes tiempos y temperaturas de secado seleccionados. Una vez finalizado el tratamiento, la pulpa seca se trituró utilizando un molino de pulverización para obtener un tamaño de partícula de 500 μm que fue medido con un tamiz #40. Este valor está de acuerdo a la norma INEN 517 que especifica las aberturas equivalentes a un rango de 355 a 710 μm para una harina de origen vegetal. Se envasó al vacío y se conservó a 4°C hasta su posterior análisis. La Figura 1 muestra el diagrama de flujo del proceso de obtención de harina de chonta.

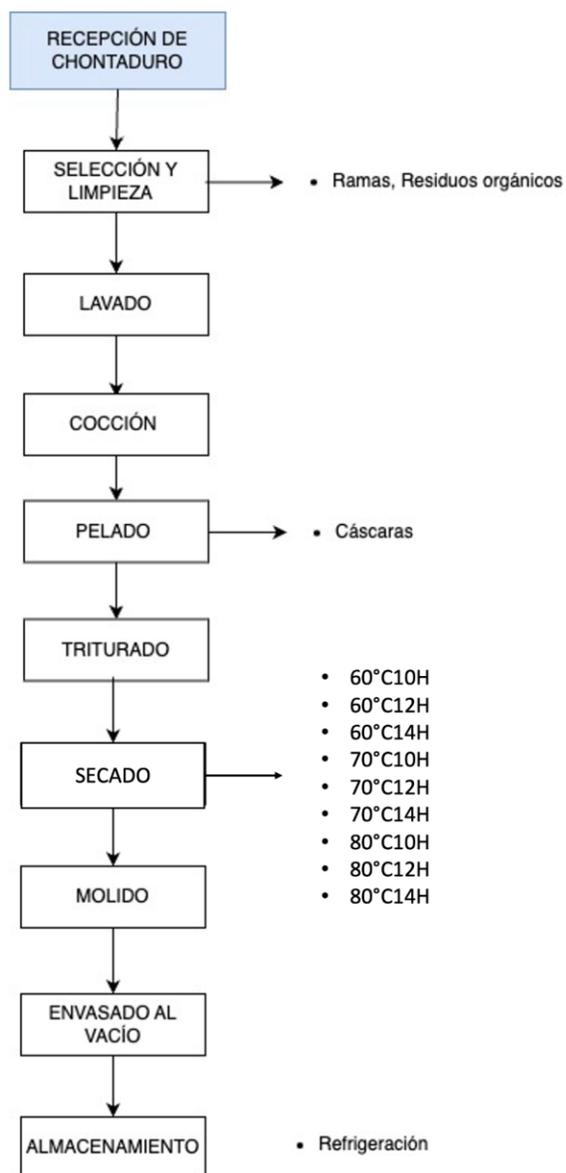


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de obtención de harina de chontaduro.

2.2 Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Para la obtención de datos se aplicó de un diseño aleatorizado con arreglo factorial 3^2 , donde las variables utilizadas fueron la temperatura de secado (60 °C, 70 y °C, 80 °C) y tiempo de secado (10H, 12H y 14H). Así se obtuvieron 9 tratamientos con 2 repeticiones con un total de 18 unidades experimentales. Las unidades experimentales se codificaron según la temperatura y el tiempo de secado como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos realizados en el diseño DCA de la harina de chontaduro

Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	Codificación del Tratamiento
60	10	60°C10H
	12	60°C12H
	14	60°C14H
70	10	70°C10H
	12	70°C12H
	14	70°C14H
80	10	80°C10H
	12	80°C12H
	14	80°C14H

Para todos los tratamientos se realizó el análisis de las propiedades tecnofuncionales (capacidad emulsificante, gelificante, espumante, hinchamiento y absorción de agua y grasa), medición de la humedad y color; y con el fin conocer su comportamiento en un producto se elaboraron masas quebradas y analizaron propiedades texturales tanto de la masa cruda como

después del proceso de horneado. Para el análisis de la composición proximal y perfil de ácidos grasos se seleccionó el tratamiento con características de interés y también aquella con las condiciones de elaboración utilizada por el proveedor (secado tradicional).

Con los datos obtenidos en los ensayos experimentales se realizó un análisis preliminar para comprobar la normalidad (prueba de Shapiro-Wilk), homocedasticidad (prueba de Levene) y linealidad, una vez comprobados que los datos cumplieran con los tres supuestos se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias con el test de Tukey con una significancia de 0.05. Para los datos que no cumplieron los supuestos se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y cuando existió diferencia significativa en las muestras se utilizó el test de Tukey con una significancia de 0.05 para realizar la comparación de medias. Se utilizaron los programas estadísticos Minitab y Jamovi.

2.3 Rendimiento

Se determinó el rendimiento para cada método de procesamiento, representado por la proporción de harina obtenida en relación con la cantidad de granos empleados, utilizando la ecuación 1:

$$\text{Rendimiento de harina (\%)} = \frac{\text{Peso de la harina}}{\text{Peso de chonta pelada}} \times 100 \quad (1)$$

2.4 Color

Se midió el color utilizando un colorímetro (Konica Minolta CR400), utilizando la escala CIE L*a*b*. Se tomaron mediciones de los tres parámetros: L* (luminosidad, escala: 0=negro, 100=blanco), a* (escala: -a=verde, +a=rojo) y b* (escala: -b=azul, +b=amarillo), así como Cr* (cromaticidad o intensidad del color) y el ángulo (tono del color). Se examinaron todas las muestras

por triplicado para garantizar precisión. Las muestras se colocaron en recipientes y se prepararon de manera uniforme antes de activar el equipo. Se proyectó una luz específica sobre cada muestra y se registró la cantidad de luz reflejada.

2.5 Humedad

La evaluación de humedad se realizó utilizando un analizador de humedad (balanza infrarroja Metter Toledo), siguiendo el protocolo del método AOAC 985.26. El equipo automatizó el proceso de pesado y cálculo del porcentaje de humedad. Se colocaron 0,8 gramos de muestra en una bandeja de aluminio. El programa de calentamiento controlado elevó gradualmente la temperatura de la muestra hasta alcanzar una temperatura constante.

2.6 Propiedades tecnofuncionales

2.6.1 Capacidad de absorción de agua (CAA)

Para conocer el porcentaje de agua que es capaz de absorber la harina a diferentes temperaturas se utilizó la metodología utilizada por García et al. (2012). Se mezclaron 2 g de la harina en 20 mL de agua destilada y se ajustó el pH a 7 (con NaOH), se agitó en un vortex durante 1 minuto y finalmente se centrifugó por 30 minutos a una velocidad de 3000 rpm (HERMLE Z206A). Posteriormente se retiró el exceso de agua y se pesó la harina hidratada. La capacidad de absorción de agua se calculó según la ecuación 2 y los resultados se expresaron en g de agua / g de harina:

$$CAA \text{ (g agua/g harina)} = \frac{(\text{Peso tubo de centrifuga con residuo} - \text{Peso tubo centrifuga}) - \text{Peso muestra harina}}{\text{Peso muestra harina}} \quad (2)$$

2.6.2 Capacidad de absorción de grasa (CAG)

Se realizó de acuerdo con el método utilizado por García et al. (2012). Se combinó 1 g de muestra con 20 mL de agua destilada, agitando durante 15 minutos. Se ajustó el pH a 7 y se diluyó el volumen a 25 mL con agua destilada. Posteriormente, se tomaron partes iguales (25 mL) de esta solución y se mezclaron con aceite de maíz en una licuadora (modelo 465 de Oster) durante 5 minutos, seguido de centrifugación a 1300 rpm. Como se muestra en la ecuación 3, la emulsión se expresó como porcentaje, representando la altura de la capa emulsionada con respecto al volumen total del líquido.

$$CAG (g \text{ agua}/g \text{ harina}) = \frac{(\text{Peso tubo de centrifuga con sedimento} - \text{Peso tubo centrifuga con harina seca})}{\text{Peso muestra harina}} \quad (3)$$

2.6.3 Capacidad emulsificante (CEm)

Se realizó de acuerdo con el método descrito por Yasumatsu et al. (1992). Se combinó 1 g de muestra con 20 mL de agua destilada, agitando durante 15 minutos. Se ajustó el pH a 7 y se diluyó el volumen a 25 mL con agua destilada. Posteriormente, se tomaron partes iguales (25 mL) de esta solución y se mezclaron con aceite de maíz en una licuadora (modelo 465 de Oster) durante 5 minutos, seguido de centrifugación a 1300 rpm. Como se muestra en la ecuación 4, la emulsión se expresó como porcentaje, representando la altura de la capa emulsionada con respecto al volumen total del líquido.

$$CEmulsificante (\%) = \frac{\text{Volumen capa emulsionada}}{\text{Volumen total}} \times 100 \quad (4)$$

2.6.4 Capacidad de Hinchamiento (CH)

Utilizando la metodología descrita por Robertson et al., (2000) y Aguilera (2009) se colocaron 100 mg de muestra en un cilindro graduado y se añadió agua destilada hasta alcanzar 10

mL, agitando suavemente para dispersar la muestra. Posteriormente, la mezcla se mantuvo en reposo a temperatura ambiente durante 16 horas para lograr su hidratación, y luego se midió el volumen final ocupado por la muestra. Los resultados se expresaron en mL/g de muestra (ecuación 5).

$$CH \text{ (mL/g de muestra)} = \frac{\text{Volumen muestra}}{\text{peso muestra}} \quad (5)$$

2.6.5 Capacidad Espumante (CE) y Estabilidad de la espuma (EE)

Siguiendo el método utilizado por García et al. (2012), se combinaron 2 g de muestra con 100 ml de agua destilada en una licuadora Osterizer Blender (Modelo 465-41), luego se centrifugaron a 4000 rpm durante 3 minutos. La espuma obtenida se trasladó a un cilindro graduado de 100 mL para medir los volúmenes inicial y final (después de 30 segundos). La capacidad espumante se expresó como el porcentaje de aumento en volumen de acuerdo con la ecuación 6, mientras que la estabilidad de la espuma (EE) se evaluó en intervalos de 10, 15, 30 y 60 minutos, según se indica en la ecuación 7.

$$CE \text{ (\%)} = \frac{\text{Volumen Final} - \text{Volumen Inicial}}{\text{Volumen Inicial}} \times 100 \quad (6)$$

$$EE \text{ (\%)} = \frac{\text{Volumen a los (10,15,30,60) minutos}}{\text{Volumen espuma 0 minutos}} \times 100 \quad (7)$$

2.6.6 Capacidad Gelificante (CG)

Se determinó según lo indicado por utilizado por García et al. (2012), donde se prepararon suspensiones de la muestra en tubos Falcon con agua destilada al 4, 8, 12, 16 y 20% (p/v). Los tubos se colocaron en un baño de agua a ebullición durante 1 hora y luego se transfirieron en un baño de hielo durante 1 hora. Los resultados se expresaron de forma cualitativa por la presencia o

no de gelificación ante la mínima concentración añadida en la cual la solución de los tubos no drenó ni cayó al invertir la posición del tubo.

2.7 Elaboración de la masa quebrada y determinación del perfil de textura:

Para la elaboración de masa quebrada dulce se utilizó la formulación adaptada de López (2023). Se utilizó una base panadera de 100 % de harina de trigo (con un reemplazo del 50% de harina de chontaduro), 45% de mantequilla, 50% de azúcar glas, 22.5% de huevos, 0.25% de polvo de hornear. Se mezclaron los ingredientes logrando una masa homogénea que se estiró hasta alcanzar un grosor aproximado de 3 mm. Las masas se colocaron sobre una lámina de silicona y se hornearon a 180°C por 6 minutos, luego se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Se analizó la textura de la masa cruda (previo al horneado) y masas cocidas. Se utilizó un texturómetro TX-700 Versión N° TX-700-UK02/2023, fabricado por Lamy Rheology, junto con el software Rheo Tex software. En la masa quebrada cruda se analizaron propiedades reológicas como dureza, masticabilidad, elasticidad, resiliencia, gomosidad y cohesividad, mediante el método de Análisis de Perfil de Textura (TPA). Para ello se ajustaron las condiciones basadas en la metodología propuesta por Ribeiro et al. (2020), velocidad de compresión: 3.3 mm/s, fuerza de inicial: 0.1 N, intervalo de 5 s, distancia: 10 mm, posición de espera: 5 mm, velocidad de subida: 3.3 mm/s y probe: TX-CY2H35SS. Por otro lado, para la masa cocida se realizó un análisis de compresión para conocer el valor de la fuerza de ruptura con condiciones para la velocidad de compresión: 1 mm/s, fuerza de inicial: 1 N, distancia: 3 mm, posición de espera: 4 mm, velocidad de subida: 2.5mm/s y probe TX-CY2H355.

2.8 Comparación del secado de harina de chonta según el condiciones tradicionales y condiciones seleccionadas

Como se mencionó anteriormente la comunidad de Archidona (provincia de Napo) en la que se elabora la harina de chonta, tradicionalmente hace un secado a 70°C por 12 horas. Se seleccionó una condición alternativa de secado según los resultados obtenidos con el análisis de las propiedades tecnofuncionales y la textura de las masas crudas y cocidas.

Las muestras de secado tradicional y las seleccionadas fueron utilizadas para comparar su composición proximal y el perfil de ácidos grasos. Los análisis se realizaron por duplicado.

2.8.1 Análisis proximal

Se utilizó el método de Kjeldahl, conforme al estándar AACC 46-10.01. Se determinó la cantidad de nitrógeno en la muestra mediante destilación y titulación con HCl. Posteriormente, se calculó el contenido de proteína utilizando la ecuación 8. Los resultados se expresaron como porcentaje.

$$Proteína (\%) = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times factor}{m \times 1000} \quad (8)$$

El contenido de materia grasa se determinó siguiendo el procedimiento descrito por AOAC 920.39C. Las muestras (1 g) se secaron en un horno a 110°C durante 5 horas y luego se sometieron a extracción sólido-líquido en un equipo extractor de Soxhlet y Randall, utilizando hexano como solvente. El contenido de materia grasa se calculó como la diferencia de peso de las muestras antes y después de la extracción, expresado como porcentaje según la ecuación 9:

$$Grasa (\%) = \frac{g \text{ lípidos}}{g \text{ muestra seca}} \times 100 \quad (9)$$

El contenido de ceniza se evaluó utilizando una mufla a 550°C según AOAC 925.10 (AOAC, 2012) para determinar la concentración de minerales en la muestra mediante un proceso de calcinación. Los cálculos se realizaron utilizando la ecuación 10.

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{peso cenizas}}{\text{peso muestra}} \times 100 \quad (10)$$

El contenido de fibra cruda se determinó mediante la metodología AOAC 978.10. Finalmente, los carbohidratos se calcularon restando los porcentajes de humedad, proteína, ceniza y grasa según Nissen (1998), utilizando la ecuación 11.

$$\text{Carbohidratos (\%)} = 100 - \% \text{Humedad} - \% \text{Grasa} - \% \text{Proteína} - \% \text{Cenizas} \quad (11)$$

2.8.2 Perfil lipídico

La descripción de perfiles ácidos grasos se realizó según el método AOAC 994.15 utilizando un cromatógrafo de gases. Este método permite la identificación y cuantificación precisa de los diferentes ácidos grasos presentes en las muestras (Yurrita, 2006).

El cromatógrafo de gases MARCA equipado con un inyector split/splitless, con una columna capilar de sílica fundida Omegawax Supelco 320 (30 m/0.25 mm id/0.25 m) y un detector de ionización a la llama. El volumen de inyección fue de 1 ml, por duplicado. Se utilizó el nitrógeno como gas transportador a un flujo lineal de aproximadamente 25 cm/seg. Los tiempos de retención y áreas de los picos se procesaron utilizando el software Shimadzu SMI Pack Class – VP. Para la identificación de los ácidos grasos se compararon los tiempos de retención y áreas de las muestras con la mezcla de estándares de referencia PUFA-1, de concentración 50 mg/ml. Los ácidos grasos se cuantificaron a través de una relación porcentual de las áreas de los picos con el área total.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Obtención de la harina y evaluación de sus propiedades tecnofuncionales

3.1.1 Rendimiento

En la tabla 2 se muestra el rendimiento del chontaduro para la obtención de harina. Se obtuvo un rango de rendimiento entre el 50% al 62%, esto indica que el porcentaje restante corresponde a residuos o subproductos como piel (cáscaras) y semillas. El rendimiento en la obtención de harinas no tradicionales como lúcuma (cáscara dura y fibrosa y pulpa con textura firme y carnosas) alcanza valores del 25% (Soto, 2012), menores a los obtenidos con la chonta.

Tabla 2: Rendimiento de harina de chontaduro obtenida en diferentes condiciones de secado.

Condiciones de secado		
Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	Rendimiento (%)
60	10	58,64
	12	57,73
	14	62,04
70	10	51,91
	12	58,41
	14	54,74
80	10	58,83
	12	59,68
	14	54,44

La harina de chonta, en el ámbito alimenticio es utilizada para la elaboración de productos de pasta emulsionada debido a que el chontaduro aporta principalmente con características organolépticas (Henao et al., 2021). También se ha utilizado para la elaboración de barras energéticas con el objetivo de elevar el porcentaje de proteína (Roldán et al., 2022). Por otro lado, sería interesante explorar el uso de los subproductos para su aprovechamiento en el desarrollo de nuevos productos, tal como demuestran Campo et al. (2017) con el uso de la cáscara de chontaduro en la industria avícola en la industria avícola para la alimentación de pollos de engorde.

3.1.2 Color

Para todos los parámetros de color determinados en la harina de chonta, el análisis estadístico de la interacción entre las variables tiempo y temperatura mostró un valor $p < 0.05$. Estos resultados no permiten ver diferencias entre los niveles de los factores, es decir que la temperatura y el tiempo de secado son independientes, por lo que el análisis estadístico del color se realizó de forma independiente para cada temperatura con tres tiempos de secado.

Luego de la molienda la pulpa del chontaduro y el proceso de secado y tamizado, se observó que la harina de chontaduro adquiere un tono amarillo intenso, debido a que algunos carotenoides experimentan cambios en su estructura como consecuencia del tratamiento térmico cuando se exponen a altas temperaturas por la ruptura de las moléculas de carotenoides debido al calor provocando que la estructura se altere. Además, durante el calentamiento, pueden producirse reacciones de oxidación que también afectan el color de los carotenoides, ya que pueden formar compuestos de productos de degradación que tienen diferentes propiedades de absorción de luz (Martínez et al., 2017). Además, es importante tomar en cuenta que los alimentos pueden adquirir tonos que van desde amarillos suaves hasta marrones intensos, como consecuencia de las

reacciones químicas como la de Maillard y la caramelización, las cuales son inducidas por el proceso térmico (Carrera O. & Pablo D., 2013). El color de las harinas obtenidas con las diferentes condiciones de secado se muestra en la Figura 2.

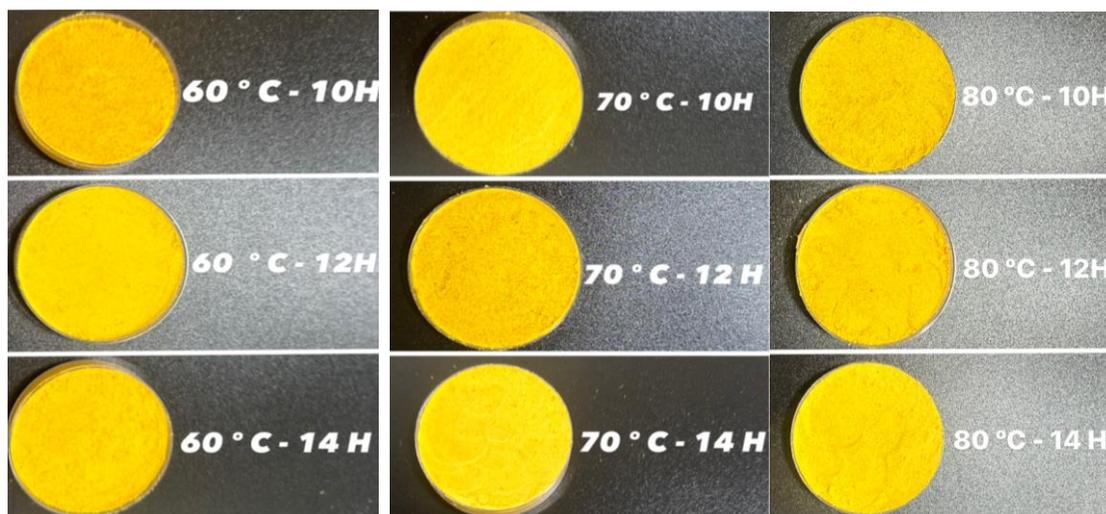


Figura 2: Color de la harina de chontaduro obtenida en diferentes condiciones de secado.

Se observaron diferencias significativas en los parámetros de color de la harina de chontaduro (Gráfico 1). La medida de luminosidad (L^*) indica la intensidad del brillo de la harina de chontaduro, que puede variar según el proceso de tratamiento térmico y otros factores de procesamiento. La luminosidad se evalúa en una escala de $L^* = 0$ (negro) a $L^* = 100$ (blanco), donde valores más altos indican un color más claro (Pires et al., 2015). En este caso, la luminosidad promedio de la harina de chontaduro fue de 78,16, sugiriendo un tono amarillo brillante (Gráfico 1A)

La coordenada a^* indica la intensidad del tono rojo o verde, mientras que la coordenada b^* refleja la intensidad del tono amarillo o azul. En este caso, la harina de chontaduro muestra valores más altos de a^* y b^* (Gráfico 1B y 1C) debido a que al presentar un color más potente dado por la

presencia de carotenoides señala una tonalidad más amarillenta a comparación con otro tipo de harinas vegetales como la harina de quinua que presenta valores de a y b de +1,33 y +14,87, respectivamente (Dussán et al., 2019).

La coordenada Hue (Gráfico 1E) representa el matiz o tono verdadero del color, junto con la marcada diferencia total de color entre ellas, evidencia un contraste llamativo; los mayores valores de Hue se encontraron en las muestras secadas a 70°C14H y 80°C14H mientras que los menores valores corresponden a las muestras 60°C10H y 60°C14H, estas diferencias indican que la temperatura y el tiempo de secado producen cambios en la intensidad del color.

El parámetro de croma indica la intensidad o saturación del color de un objeto. Un valor alto significa un color más intenso, mientras que un valor bajo indica un color menos saturado. Como se manifestó anteriormente, la influencia de los carotenoides por el procesamiento térmico aporta cambios en la saturación del color que da como resultado valores elevados en la harina de chontaduro a comparación de otro que representa tipo de harinas vegetales como la de quinoa con un bajo grado de contraste de color es decir una menor intensidad de color (Dussán et al., 2019).

Según el análisis de a^* , b^* y Cr, el tratamiento 60°C10H presenta valores significativamente mayores en comparación con las otras condiciones de secado.

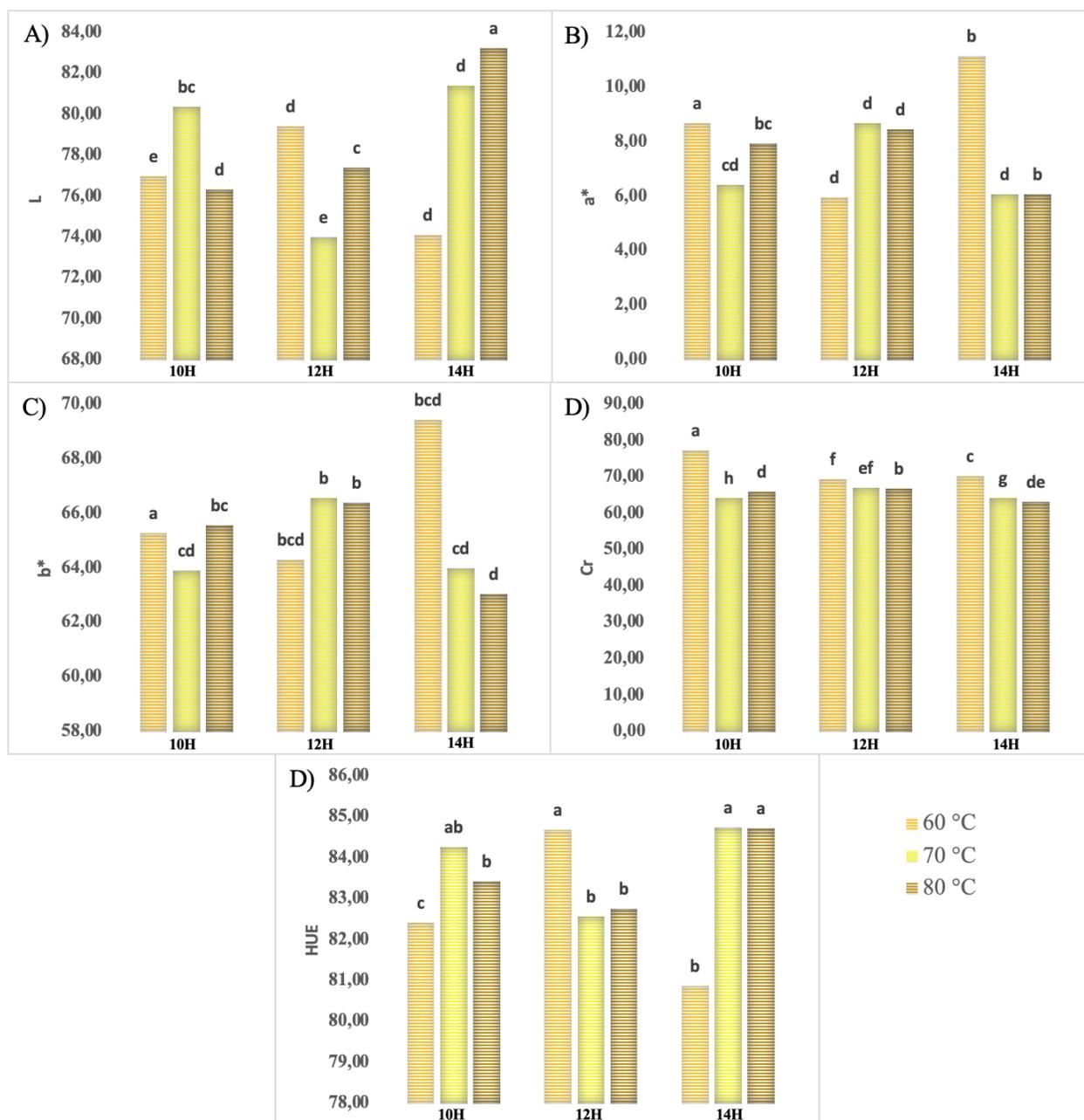


Figura 3: Parámetros de color de la harina de chontaduro. A) Luminosidad L*; B) Coordenada a*; C) Coordenada b*; D) Cromo; E) Hue. Letras distintas con cada temperatura de secado indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0,05$).

Los cambios de color producidos por efecto del tratamiento térmico son relevantes debido al uso de las materias primas como la harina para la elaboración de productos como por ejemplo embutidos cárnicos fortificados con harina de quinua (Montilla, 2014) donde las propiedades físicas como el color y las propiedades tecnofuncionales de la harina influyen en las características y aceptabilidad del producto

3.1.3 Humedad

La determinación de humedad en un alimento es importante porque se refiere al contenido de agua presente en el producto (Anchundia et al., 2019). Controlar la humedad es fundamental para asegurar la calidad del producto. Se busca obtener un equilibrio en este valor para conseguir una masa fácil de manipular y un producto con buenas características. Si la harina tiene un valor de humedad muy bajo es probable que la masa sea muy quebradiza o dura; mientras que si existe un exceso de humedad el producto final tiende a ser pegajoso o muy blando (Awuchi et al. 2020). La humedad de las muestras de harina obtenidas en diferentes temperaturas de secado se presenta en la Tabla 3.

En comparación con los estándares establecidos en la norma NTE INEN 616:2006 para la harina de trigo, indican que es adecuada para su utilización en la producción de productos de panificación. Se sabe que, a mayor tiempo y temperatura de secado, se tiene una menor humedad, esto se comprueba en las muestras secadas a 80°C durante 10, 12 y 14 horas. Sin embargo, cuando se secó a 60°C y 70°C la humedad varía según el tiempo de secado, en la tabla 3 se observa que las muestras secas a 60°C y 70°C por 10 y 14 horas presentan valores de humedad estadísticamente mayores a las condiciones de 80°C y menores de 60°C y 70°C por 12 horas.

Tabla 3. Humedad de la harina de chontaduro obtenida bajo diferentes condiciones de secado.

Condiciones de secado		Humedad (%)
Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	
60	10	5,23±0,07 c
	12	6,20±0,15 a
	14	5,40±0,05 c
70	10	5,24±0,05 c
	12	5,17±0,06 c
	14	5,80±0,11b
80	10	4,80±0,21 d
	12	4,56±0,11 d
	14	4,54±0,11 d

Letras distintas indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0,05$). Valor Medio \pm Desviación Estándar.

Uno de los usos de la harina de chontaduro es la preparación de masas quebradas, las mismas que se caracterizan por su gran friabilidad y ausencia de cuerpo. Para esto es necesario que la harina que se utilice tenga una humedad suficientemente baja para que la masa no sea pegajosa, con textura pesada y difícil de estirar; pero a la vez si es muy seca afecta en la unión correcta de la masa, y puede generar una textura demasiado dura en el producto final (González, et al., 2017). Con estos antecedentes, la humedad de resultados obtenidos para la harina de chontaduro secada a 60 °C 12 horas y 70°C 12 horas, presentan valores de humedad ligeramente mayores que se ajustarían a los requerimientos para obtener una masa quebrada de calidad. Adicionalmente, existe una relación estrecha entre la cantidad de humedad y la absorción de agua la cual puede afectar no solo la calidad sino también en la formulación y manipulación de la masa

al momento de ser utilizada, es por ello que es necesario encontrar un equilibrio entre estas dos condiciones para seleccionar la harina según la aplicación que se le desee dar.

3.1.4 Propiedades tecnofuncionales

En la tabla 4 se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de las propiedades tecnofuncionales (capacidad de absorción de agua -CAA-, capacidad de absorción de grasa -CAG-, capacidad emulsionante -CEm- y capacidad de hinchamiento -CH-) de la harina de chonta obtenida a diferentes condiciones de secado.

Tabla 4: Propiedades tecnofuncionales en la harina de chontaduro obtenida bajo diferentes condiciones de secado.

Condiciones de secado		Propiedades tecno funcionales			
Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	CAA (g agua/g harina)	CAG (g grasa/ g harina)	CEm (%)	CH (mL/ g harina)
60	10	2,98±0,54	1,71±0,92	7,11±1,24	3,71±0.85 ab
	12	2,79±0,27	1,07±0,23	5,59±1,07	3,54±0,75 ab
	14	2,89±0,29	1,27±0,45	5,71±1,04	4,00±1,10 ab
70	10	2,98±0,71	1,18±0,29	6,37±1,38	3,78±1,98 ab
	12	3,00±0,66	1,13±0,83	5,36±1,08	4,92±0,44 a
	14	1,78±0,82	0,76±0,38	6,09±0,82	4,58±0,72 a
80	10	2,57±0,20	1,16±0,14	5,34±0,14	2,54±0,57 b
	12	2,71±0,48	1,23±0,09	5,27±0,13	2,60±0,34 b
	14	2,58±0,35	1,37±0,30	5,42±0,59	2,42±012 b

Letras distintas en cada columna indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0,05$). Valor Medio \pm Desviación Estándar.

CAA=Capacidad de absorción de agua
CAG=Capacidad de absorción de grasa
CEm= Capacidad Emulsificante
CH= Capacidad Hinchamiento

La CAA se relaciona con la habilidad que poseen las proteínas para hidratarse (Ogunwolu et al., 2009). Esta es una característica importante en la industria alimentaria debido a que afecta a los sabores y textura de los productos. Según se muestra en la tabla 4, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de secado. Como se mencionó anteriormente, en condiciones tradicionales la harina de chonta se obtiene por un secado a 70°C durante 12H, bajo estas condiciones se obtuvo una CAA de $3,00 \pm 0,66$ y al disminuir el tiempo y temperatura de secado a 60°C por 10H se encontró un comportamiento similar obteniendo un valor de $2,98 \pm 0,54$. Un proceso de secado prolongado puede descomponer las cadenas de almidón, resultando en cadenas más cortas que retienen una mayor cantidad de moléculas de agua (Huamani, 2020), por lo que los resultados indican que con menor temperatura y tiempo de secado se obtiene harina de chonta con igual CAA. Un alto índice de absorción de agua en la harina de chontaduro permite que este ingrediente se mezcle y combine fácilmente con otros componentes en una formulación de alimentos, facilitando su uso en la elaboración de una variedad de productos alimenticios; como salchichas, queso y productos de panadería, ya que permite mantener la consistencia deseada y contribuye a la textura y calidad del producto final (Chandra et al., 2015).

La CAG de la harina de chonta no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, se puede resaltar que la CAG de las condiciones de secado de 60 °C a 10H muestra el valor más alto, por lo tanto, es la harina que mejor absorbe grasa. Los valores medios de la CAG se encontraron en un rango 0,76 y 1,71 g de grasa /g de muestra de harina. Las variaciones en la CAG pueden atribuirse a las cadenas laterales no polares de aminoácidos que se unen a las cadenas

laterales hidrocarbonadas del aceite. Las variaciones encontradas probablemente se deben a la naturaleza y el tipo de proteínas presentes en las muestras (Aguilera, 2009). Según los resultados obtenidos se puede decir que las harinas constituyen un ingrediente atractivo en productos fritos debido a sus bajos valores de CAG, lo que podría brindar una sensación de que el producto final sea menos-graso, mejorando la percepción del consumidor. La CAG permite retener sabores y suavidad en una variedad de productos de panadería, productos cárnicos y sus sustitutos, así como alimentos fritos, además que contribuye a reducir el desarrollo de la rancidez oxidativa, lo que aumenta la vida útil de los productos durante el almacenamiento (Sathe, 2002).

En relación con la Cem de las harinas, se ha comprobado que varía según los componentes presentes en cada fruta; por ejemplo, el aguacate que se destaca por su alto contenido de grasas y proteínas, presenta una considerable capacidad emulsionante. El análisis de la Cem de la harina de chonta indica que el aumento de la temperatura y tiempo de secado no producen cambios significativos en esta característica (Tabla 4). Los mayores valores de Cem se observaron en las condiciones de secado 60 °C durante 10 horas, encontrando un comportamiento similar para la CAG.

Este fenómeno se atribuye principalmente a la retención física del aceite por atracción capilar, influenciada por la naturaleza hidrofóbica de las proteínas en la matriz alimentaria. Además, otros componentes como los carbohidratos y las fracciones de fibra alimentaria también contribuyen a las propiedades de emulsión de las harinas donde se destacan que las proteínas solubles son clave en la emulsificación, ya que sus propiedades físicas, conformación y composición de aminoácidos favorecen la estabilidad de la emulsión al exponer los aminoácidos hacia la fase acuosa. Aunque existe una correlación positiva entre las propiedades emulsificantes y la solubilidad de las proteínas, no se puede generalizar que una mayor hidrofobicidad resulte en

un mejor agente emulsificante (Sierra et al., 2022), ya que otros factores también influyen en la capacidad emulsionante de las proteínas presentes en las harinas.

Las características de CAG y Cem pueden variar entre frutas y leguminosas debido a su diferente-composición química y estructuras celulares. En el caso de las frutas, la retención de aceite en sus harinas puede depender de factores como la cantidad de fibra dietética y el contenido de agua (Mayorga, 2022). Algunas frutas pueden tener una capacidad limitada para retener aceite debido a su alto contenido de agua y la falta de componentes hidrofóbicos, mientras que otras pueden ser más efectivas en este aspecto.

Por lo tanto, las proteínas de leguminosas o frutas con capacidad emulsionante pueden ser útiles en la fabricación de una variedad de alimentos, como mayonesa, salchichas y aderezos (Salazar, 2022). Estas aseveraciones indican que la harina de chonta tiene un alto potencial para ser usada en una diversidad de productos aprovechando sus buenas características respecto a la CAG y Cem.

La capacidad de hinchamiento (CH) está estrechamente relacionada con la capacidad de absorción de agua, ya que implica un aumento en el volumen debido a las propiedades hidrofílicas de las proteínas. Esta característica hace que la harina de chonta sea adecuada para su uso en alimentos viscosos como sopas, salsas, masas y productos horneados, que se caracterizan por su interacción proteína-agua. El secado a diferentes tiempos y temperaturas produjo cambios significativos en la CH de la harina de chonta. Entre las muestras con mayor capacidad de hinchamiento se encuentran aquellas procesadas a 70 y 60 °C indistintamente del tiempo de secado influye en la capacidad de hinchamiento, ya que provoca aumentos significativos debido a la gelatinización del almidón, lo que resulta en un mayor aumento de peso del residuo en presencia de agua. Además, se ha observado que la capacidad de hinchamiento aumenta de manera

proporcional al calor de gelatinización y disminuye en función del contenido de amilosa (Huamani et al., 2020).

Tomando en cuenta que buscar potenciar el uso de esta harina para la elaboración de masas quebradas con el fin de obtener productos horneados más densos y con una menor expansión durante la cocción, es necesario que los valores de hinchamiento sean bajos a comparación de los otros parámetros. En base a lo analizado anteriormente, se puede observar que la harina que se acerca a estas características es la obtenida con un proceso de secado de 60°C 10H; pese a que no existe diferencia significativa en los parámetros de absorción de agua, absorción de grasa y capacidad emulsificante, la diferencia existente en la capacidad de hinchamiento permite seleccionar las condiciones de secado de la harina que se ajuste a las necesidades tecnofuncionales requeridas.

La capacidad de gelificación se determinó mediante un análisis cualitativo. En la tabla 5 se muestran las concentraciones de harina de chonta a las cuales se observó la formación del gel.

La concentración mínima a la cual se formó gel fue del 4% y la concentración máxima fue de 20% en todas las condiciones de secado, sin embargo, en el transcurso de varias horas se presentó sinéresis en todas las muestras. La formación de gel se da por la concentración proteica es decir la presencia de proteínas globulares siendo determinantes para la formación y firmeza y geles (Garbocci, 2022).

Tabla 5: Capacidad de gelificación de harina de chontaduro obtenido a diferentes condiciones de secado.

Condiciones Secado		Concentración de harina de chonta (%)				
Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	4	8	12	16	20
60 °C	10H	+	+	+	+	+
	12H	+	+	+	+	+
	14H	+	+	+	+	+
70 °C	10H	+	+	+	+	+
	12H	+	+	+	+	+
	14H	+	+	+	+	+
80 °C	10H	+	+	+	+	+
	12H	+	+	+	+	+
	14H	+	+	+	+	+

+: Concentración a la cual se observó formación de gel.

Un análisis global de las características tecnofuncionales de la harina de chontaduro muestran que esta exhibe valores más altos de capacidad de Absorción de Agua (CAA) y capacidad de hinchamiento (CH), lo que sugiere una mayor capacidad de gelatinización en comparación con otras harinas. Estos parámetros reflejan la interacción entre las cadenas de almidón en las secciones amorfas y cristalinas. La gelatinización del almidón presente en las harinas vegetales afecta sus propiedades funcionales, aumentando la solubilidad, la absorción de agua y el poder de hinchamiento. Esta interacción está influenciada por la proporción de amilosa y amilopectina, así como por las características estructurales de ambas, incluyendo el peso, la distribución, el grado de ramificación y la conformación (García et al., 2016).

La gelatinización ocurre cuando los gránulos de almidón son expuestos al calor y al agua, lo que desestabiliza y reorganiza su estructura. Esto provoca el hinchamiento de los gránulos y la pérdida de cristalinidad, aumentando su capacidad de unirse al agua. En el caso de la harina de

chontaduro, que tiene un alto contenido de almidón, el exceso de agua caliente durante el proceso de gelatinización puede provocar la difusión de la amilosa desde el gránulo hacia la fase líquida (Guzmán, 2024).

La gelatinización de la harina de chontaduro es un proceso muy importante en la industria alimentaria, ya que promueve el aumento del volumen de las pastas y masas tras la cocción al absorber agua, además de ser beneficioso en la producción de repostería, salsas y otros productos culinarios. En comparación con harinas, como la de quinua, la harina de chontaduro presenta un contenido de almidón notablemente superior. Esta disparidad sugiere que la harina de chontaduro podría ser una opción más adecuada para fortificar pastas, una propuesta innovadora que aprovecha un recurso agrícola local con características sensoriales probadas.

La capacidad espumante fue nula en los diferentes tratamientos de la harina de chonta (datos no mostrados), debido a que según Granito et al (2004), los tratamientos térmicos afectan de forma negativa en disminución la capacidad de formar y estabilizar la espuma además de la no presencia de gluten el mismo que es capaz de retener aire (Martínez et al., 2023).

3.1.5 Características texturales de la masa cruda y cocida

Se realizó el análisis de características texturales tanto de la masa quebrada cruda como cocida. Los resultados del TPA de la masa quebrada cruda se muestran en la tabla 6 y gráfico 2.

Como se puede observar en el gráfico 2 la masa cruda elaborada hecha con la harina secada a 60°C por 10 horas es la que presenta una mayor dureza a diferencia de la 70°C12H que tiene los valores más bajos. De igual forma se encontró que existe diferencia significativa en los valores de cohesividad donde la masa con harina de 70°C10H tiene el valor más alto y 80°C12H el menor. La dureza de la masa hace referencia a la fuerza necesaria para comprimir el alimento entre los

molares y la cohesividad es el grado en el que se comprime el alimento entre los dientes antes de romperse (Marín, 2020). Las masas quebradas se suelen caracterizar por el desequilibrio entre estas dos variables, generalmente se busca que exista mayor dureza y menor cohesividad; ya que se obtendrá una masa resistente a la presión pero que tiende a desmoronarse con facilidad. Es así como los datos obtenidos evidencian que la masa hecha con la harina a condiciones 60°C10H es la que se acerca más a estas condiciones.

Tabla 6: Características de textura en la masa cruda de harina de chontaduro.

Condiciones Secado		Parámetros de Textura					
Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	Dureza (N)	Elasticidad (N)	Cohesividad (N)	Resiliencia (N)	Gomosidad (N)	Masticabilidad (N)
60 °C	10H	0,60±0,04 a	0,52±0,04	0,24±0,03 ab	0,06±0,00	0,14±0,01	0,07±0,03
	12H	0,43±0,05 bc	0,57±0,06	0,30±0,03 a	0,06±0,00	0,13±0,01	0,07±0,01
	14H	0,39±0,05 bc	0,32±0,07	0,25±0,03 ab	0,06±0,01	0,10±0,03	0,03±0,01
70 °C	10H	0,45±0,06 bc	0,52±0,08	0,33±0,03 a	0,07±0,00	0,15±0,02	0,08±0,02
	12H	0,38±0,09 c	0,41±0,24	0,27±0,02 ab	0,08±0,03	0,13±0,05	0,08±0,02
	14H	0,53±0,04 ab	0,61±0,05	0,32±0,04 a	0,06±0,01	0,17±0,03	0,10±0,03
80 °C	10H	0,47±0,03 abc	0,44±0,07	0,27±0,01 ab	0,07±0,01	0,13±0,01	0,06±0,01
	12H	0,48±0,03 abc	0,32±0,10	0,21±0,03 b	0,05±0,00	0,10±0,01	0,03±0,01
	14H	0,45±0,02 bc	0,44±0,13	0,36±0,05 ab	0,07±0,01	0,12±0,03	0,05±0,03

Letras distintas en cada columna indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0,05$). Valor Medio \pm Desviación Estándar.

En cuanto a los parámetros de elasticidad, resiliencia, gomosidad y masticabilidad no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos; se puede observar que existe una simetría entre los promedios para cada masa. El hecho que estos valores se encuentren en equilibrio es un indicio de que las masas cuentan con cualidades agradables en cuanto a su textura; una resiliencia adecuada brinda a la masa estructura y permite que mantenga su forma, la elasticidad facilita la manipulación y la gomosidad adecuada evita que se obtenga una sensación pegajosa en el paladar

(Faridi & Faubion 2012). Sería interesante conocer el comportamiento del consumidor respecto a estas características de la masa elaborada, a través de un análisis sensorial que contraste los resultados obtenidos en el análisis instrumental.

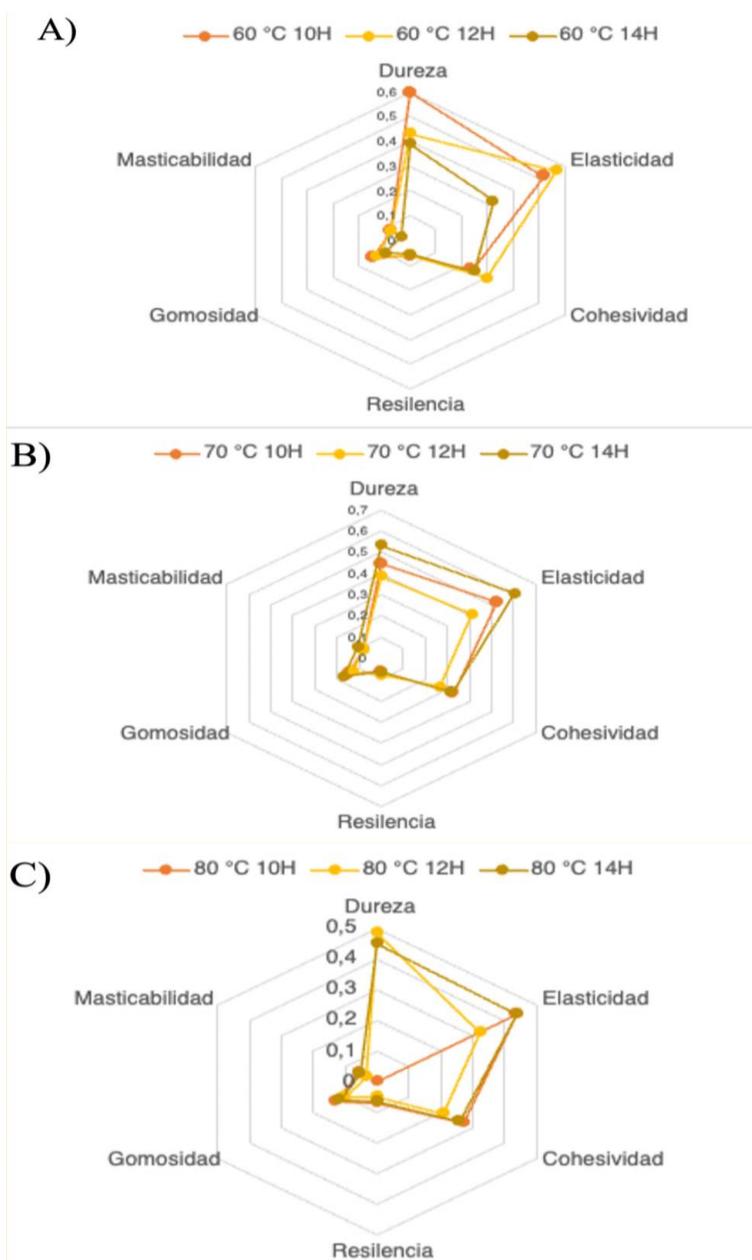


Figura 4: Características texturales de la masa quebrada cruda de harina de chontaduro sometido a diferentes condiciones de secado: A) 60°C; B) 70 °C y C) 80°C

Las diferencias de textura en el TPA de la masa cruda no se mantuvieron para el análisis de dureza aplicado a la masa cocida (gráfico 3); estadísticamente no se encontró diferencia significativa en este parámetro para los tratamientos.

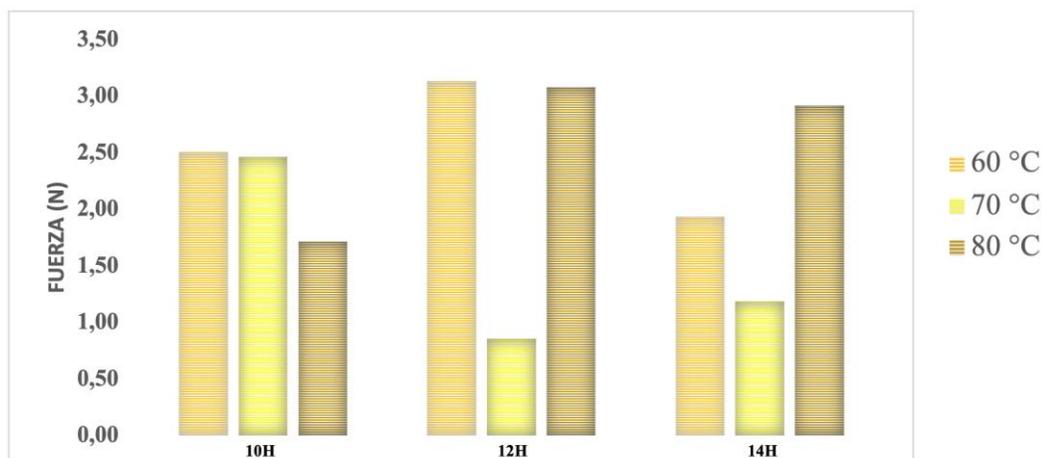


Figura 5: Compresión directa en la masa quebrada cocida.

Como se observa en el gráfico 3, indistintamente del tipo de harina utilizada el producto final que se obtiene luego del horneado, todas las masas cocidas resultan tener valores de fuerza estadísticamente similares y acordes a lo que se obtendría en una galleta hecha a partir de este tipo de masa, con características de dureza ideales para su uso en repostería. Este hallazgo es especialmente importante ya que la comunidad que cosecha y procesa la chonta en la provincia del Napo busca diversificar los productos elaborados a partir de esta fruta.

El análisis global de los resultados obtenidos de las características tecnofuncionales y texturales se seleccionó como condiciones de secado alternativos, una temperatura de 60°C durante 10 horas. En la harina así obtenida junto con aquella seca bajo las condiciones tradicionales (70°C12H) se determinó la composición proximal y perfil de ácidos grasos, con el fin de conocer el impacto de la reducción del tiempo y temperatura de secado sobre estas características.

3.1.6 Comparación de la composición proximal y perfil lipídico de la harina de chonta elaborada en condiciones tradicionales y condiciones seleccionadas

Se determinó la composición proximal de la harina de chonta elaborada en condiciones de secado tradicionales (70°C12H) comparada con la harina obtenida con las seleccionadas en etapas anteriores de la investigación (60°C10H). Según se muestra en la tabla 6, los análisis incluyeron la determinación de humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra cruda y carbohidratos totales.

Tabla 7: Composición proximal para las harinas 60°C10H y 70°C12H

Parámetro (%) b.s.	Condiciones de Secado	
	70 °C 12 H	60 °C 10 H
Humedad	5,17	5,23
Grasa	13,25	13,68
Proteína	5,34	5,46
Ceniza	1,50	1,30
Fibra Cruda	3,47	6,52
Carbohidratos totales	76,44	73,04
Calorías (Kcal)	446,37	437,12

La humedad es un parámetro relacionado directamente con la vida útil de productos como las harinas por su relación con la estabilidad y la susceptibilidad a la proliferación microbiana y a la degradación de los componentes nutricionales (Anchundia et al., 2019). Se determinaron valores de humedad de la harina de chonta 5,80 y 5,23 para condiciones de secado 70°C12H y 60°C10H respectivamente. Estos resultados indican que al disminuir la temperatura y el tiempo de secado se varían los valores de la humedad de la harina. Con este valor de humedad la harina de chonta se considera un producto no perecible y por ende tendría una larga vida útil dependiendo de las

condiciones de humedad y temperatura en las que se almacene, así como el tipo de empaque utilizado, además de otras características como el contenido de grasa que puede sufrir reacciones de oxidación generando alteraciones organolépticas en el producto.

El contenido de grasa de la harina 60°C10H es mayor a comparación de la muestra 70°C12H. La diferencia del contenido de grasa puede relacionarse con diferentes factores como la eficiencia del secado, la descomposición térmica y cambios en la estructura de la matriz de la harina. El secado a temperaturas más altas puede ser eficiente para la eliminación de agua, pero también alterar las propiedades fisicoquímicas de la harina. Al tener una harina más seca, el contenido de grasa puede ser relativamente más alto. Asimismo, se puede considerar que las altas temperaturas pueden descomponer carbohidratos o proteínas liberando moléculas o liberando grasas atrapadas o asociadas a otros componentes, pudiendo ser cuantificadas en la extracción de grasas, incrementando su contenido (Damoradan et al., 2017). Por otro lado, si se analiza el uso de estas harinas en la elaboración de masas quebradas es posible que con las dos condiciones de secado se obtenga un producto con buenas características en su textura y sabor.

La concentración de proteína de una harina determina su calidad como materia prima para la elaboración de pan, pastificios o pasteles (Cerdeira et al., 2017). El contenido de proteínas es un aspecto fundamental para evaluar la calidad nutricional de las harinas, y en este sentido, la harina de lentejas se destaca por su alto contenido proteico, que oscila entre el 20,0% y el 24,0%, con una notable presencia de aminoácidos esenciales como la lisina y la treonina. En contraste, las harinas de trigo, maíz y arroz presentan proporciones menores de proteínas en su composición, con valores que van desde el 7,0% hasta el 10,0% según se observa en la tabla 7 las muestras analizadas presentan un contenido proteico de 12% considerado alto contenido de proteína.

La temperatura y tiempo de secado no influyeron en el contenido de proteína de la harina de chonta. Sin embargo, es importante conocer el tipo de proteína presente en una matriz alimentaria, ya que es la presencia de gliadina y glutenina lo que da la característica única al trigo para la formación de gluten. Por ello, la harina de chonta es una alternativa para el desarrollo de productos con sustitución parcial de harina de trigo o libres de gluten, debido a este importante incremento del valor nutricional en este producto.

El chontaduro se considera un alimento tropical altamente nutritivo, con un contenido de proteínas de alta calidad y una rica presencia de aminoácidos esenciales entre ellos la lisina, tripsina, valina entre otros (Dussán et al., 2019), sin embargo, se debe tomar en cuenta que la exposición al calor, la humedad y la presión durante el procesamiento pueden desnaturalizar las proteínas, lo que reduce su estabilidad y puede afectar la calidad de la harina resultante (Davies y Grant, 1987).

El contenido de ceniza en la harina de chontaduro puede verse afectado por las condiciones de secado, incluyendo la temperatura y el tiempo. Por lo general, el contenido de ceniza tiende a aumentar a medida que la temperatura y el tiempo de secado aumentan. Esto se debe a que el proceso de secado prolongado y a altas temperaturas puede provocar una pérdida de humedad en la harina, lo que concentra los minerales presentes, incluida la ceniza (Pérez et al., 2019). El valor de cenizas en una harina es un factor que permite conocer por un lado la cantidad de minerales presentes, a la vez que puede ser utilizado como un indicador de la pureza y autenticidad del producto final (Moura et al., 2021). Como se puede observar en la tabla 6 la cantidad de cenizas de la harina 70°C12H es mayor a comparación de la 60°C12H. Este valor influye de igual forma en las características de la masa, sino que determina cuál tendrá mayor cantidad de minerales;

adicionalmente un mayor valor de ceniza se suele relacionar con una mayor absorción de agua lo que influye en la textura y consistencia de los productos derivados (Moura et al., 2021).

Por otro lado, analizando los valores de fibra obtenidos se observa que la harina 60°C10H presenta mayores valores que la muestra seca a 70°C12H. La fibra en la harina es un indicador del alto valor nutricional que poseerá el producto final y el consecuente beneficio a la salud por su consumo. Adicionalmente, este factor puede intervenir en otros aspectos como en la estructura de la masa, mientras más fibra tenga la harina los productos horneados son más densos y con una miga compacta; esto se debe a que la hay una mayor retención de líquidos y humedad, incluso esto puede generar que sea necesario un mayor tiempo de cocción para el producto final (Lin, 2022), esta característica favorece a la textura de la masa quebrada elaborada con la harina de chonta.

En relación con el contenido de carbohidratos presentes en la harina de chonta, es importante, ya que proporciona estructura a los productos derivados debido a que es capaz de retener la humedad, incluso es capaz de influir en el color y sabor del producto final ya que al momento del horneado ocurren procesos de caramelización (Schefer et al., 2021). En la tabla 6 se puede observar que los valores para la harina 70°C12H son ligeramente mayores a comparación de la harina 60°C10H, la concentración de carbohidratos puede aumentar en relación con otros componentes debido a la pérdida de humedad o cambios químicos durante el secado prolongado. Esto impacta en cómo se comporta cada harina cuando es utilizada en la elaboración de un producto.

Pese a que las dos harinas son fuentes significativas de calorías, el tratamiento a 70°C12H tiene un aporte calórico mayor en 7.63%. Se deberá tomar en cuenta este resultado cuando se desee utilizar la harina para el desarrollo de nuevos productos ya que para cierto grupo de consumidores

que busquen controlar su ingesta calórica o necesitan ajustar su consumo en función de sus requerimientos calóricos específicos, este podría ser un factor limitante.

3.1.7 Perfil lipídico

El contenido de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGPI) de la harina de chontaduro obtenida por secado a 70°C12H (condiciones tradicionales) y a 60°C10H (condiciones seleccionadas experimentalmente), se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8: Composición de ácidos grasos de harina de chonta bajos diferentes condiciones de secado

Parámetros	Condiciones de Secado	
	70 °C 12H	60 °C 10H
Ácidos Grasos Saturados (%)	4,63	2,19
Ácido Láurico (C12:0)	0	0,27
Ácido Mirístico (C14:0)	0	0,09
Ácido Palmítico (C16:0)	4,44	1,79
Ácido Estearico (C18:0)	0,20	0,04
Ácidos Grasos Monoinsaturados(%)	8,02	3,28
Ácido Palmitoleico (C16:1)	0,87	1,05
Ácido Oleico (C18:1n9cis)	7,15	2,23
Ácidos Grasos Poliinsaturados (%)	3,46	2,04
Ácido Linoleico (C18:2n6trans)(Omega 6)	2,99	1,56
Ácido α-Linolénico (C18:3n3)(Omega 3)	0,47	0,48

Se encontraron diferencias en la concentración y composición de ácidos grasos en la harina de chonta seca a diferentes condiciones de tiempo y temperatura. El contenido de ácidos grasos saturados, mono y poliinsaturados en la harina de 70°C12H es mayor en 52, 60 y 41%, respectivamente, a la muestra seca a 60°C10H. En esta última se reporta la presencia de ácido láurico y mirístico, que no se encontraron en la muestra 70°C12H. En tanto que AGS como el palmítico y esteárico superan en 60 y 80 % a la harina 60°C10H; esta relación se repite en el ácido oleico (AGM) 70 % superior en la harina 70°C12H. En las dos muestras de harina se encontraron AGPI omega 6 (ácido linoleico, C18:2n6trans) con 48 % más en harina 70°C12H y omega 3 (ácido linolénico, C18:3n3) con valores similares en las dos muestras.

Las variaciones en la composición de ácidos grasos de la harina de chontaduro debido a diferentes condiciones de secado pueden explicarse por varios factores. En primer lugar, la temperatura y el tiempo de secado influyen en la velocidad de reacciones químicas, como la oxidación de los lípidos presentes en la harina. Las altas temperaturas y tiempos prolongados pueden promover una mayor oxidación de los ácidos grasos insaturados, lo que resulta en una disminución de los ácidos grasos poliinsaturados y un aumento de los ácidos grasos saturados. Además, la temperatura de secado puede afectar la estructura y estabilidad de los lípidos presentes en la harina, causando la ruptura de enlaces en los ácidos grasos insaturados y la formación de productos de degradación, lo que disminuye su contenido (Chen et al., 2020). El tiempo de secado también es relevante, ya que un tiempo prolongado aumenta la exposición de los lípidos a las condiciones de secado, incrementando la probabilidad de oxidación y degradación de los ácidos grasos.

A condiciones de secado de 70°C12H, se observa un mayor contenido de AGS en comparación con la muestra secada a 60°C10H, reflejado en un incremento en los niveles de ácidos

láurico, mirístico, palmítico y esteárico; siendo ácidos grasos saturados con enlaces simples entre sus carbonos, muestran estabilidad ante la oxidación. Por otro lado, la proporción de AGM es más alta en 60°C10H, con un aumento en el contenido de ácido palmitoleico y una disminución de ácido oleico en comparación con la muestra 70°C12H. Respecto a los AGPI, se observa una ligera reducción en 60°C10H en comparación con 70°C12H, principalmente en los niveles de ácido linoleico (C18:2n6trans) (Omega 6) y ácido linolénico (C18:3n3) (Omega 3), los cuales contienen múltiples enlaces dobles en su estructura, haciéndolos más susceptibles a la oxidación (Bedregal, 2022).

Las variaciones en la composición de ácidos grasos de la harina de chontaduro debido a diferentes condiciones de secado pueden tener implicaciones tanto en la estabilidad del producto como en su valor nutricional. Por un lado, la disminución de ácidos grasos, especialmente de los AGPI, puede ser ventajosa para reducir la reacción de oxidación, prolongando así la vida útil del producto. Sin embargo, este proceso conlleva una pérdida nutricional, ya que los AGPI son conocidos por sus beneficios para la salud, como la regulación de los niveles de colesterol. Estas observaciones resaltan la importancia del control preciso de las condiciones de secado para mantener la calidad de la harina de chontaduro y sugieren la necesidad de considerar tanto los aspectos nutricionales como la estabilidad del producto.

4. CONCLUSIONES

El tratamiento térmico del fruto de chonta durante la elaboración de harina (etapa de secado con temperaturas y tiempos variables) impacta en las propiedades tecnofuncionales de las harinas resultantes, mejorando su capacidad para absorber agua y grasa, así como su capacidad emulsificante y gelificante por su alto contenido de proteínas, al igual que su capacidad de hinchamiento. Como es sabido, tradicionalmente la chonta se seca a 70°C durante 12H, los resultados obtenidos demuestran que con un secado a 60°C durante 10H se obtiene harina con las mismas características de calidad y propiedades tecnofuncionales. El secado a menor tiempo y temperatura supone una reducción en el tiempo y gasto energético requerido para el proceso siendo beneficioso para la comunidad que utiliza la chonta como fuente de ingresos económicos con un producto que constituye una buena fuente de proteínas, fibra y grasa que no solamente confirman sus características nutricionales sino también sus propiedades tecnofuncionales para su aprovechamiento en el desarrollo de nuevos productos. Sin embargo, son necesarios más estudios para conocer el comportamiento de esta matriz alimentaria durante el almacenamiento y las reacciones que pudiera presentar como la oxidación lipídica especialmente por su contenido de ácidos grasos poliinsaturados, cuya concentración varía con las condiciones de secado.

Las harinas derivadas de este fruto son adecuadas para la elaboración de productos horneados como masas quebradas y otros como pasteles o galletas que requieren una adecuada interacción proteína-agua, así como para productos emulsionados como mayonesas, postres congelados y embutidos. Las masas quebradas elaboradas con la harina de chonta seca en condiciones tradicionales (70°C12H) y a 60°C10H presentan características similares demostrando que el cambio de tiempo y temperatura de secado no influye en la calidad del producto elaborado. El estudio de las propiedades tecnofuncionales de la harina de chonta

proporciona una sólida base para garantizar su calidad y su capacidad para cumplir con los estándares tanto en términos de procesamiento tecnológico como de valor nutricional.

5. RECOMENDACIONES

Para mejorar la eficiencia del secado es necesario complementar el estudio con curvas de secado en las que se evalúan parámetros como material de bandejas de secado, potencia, cantidad de material a secar, método de secado (microondas, horno, al sol), velocidad de aire, entre otros. Además, se sugiere evaluar no solo la calidad tecnofuncional, sino también propiedades fisicoquímicas como actividad de agua y acidez, y estudiar la estabilidad a largo plazo para comprender su impacto en la vida útil del producto. En este sentido, sería interesante realizar un análisis térmico para entender el comportamiento, estabilidad y composición de los materiales durante el proceso de secado. El análisis de la harina mediante técnicas como la termogravimetría (TGA) y la calorimetría diferencial de barrido (DSC) permitirían evaluar los cambios de masa y calor asociados con la pérdida de humedad y otras transformaciones físicas o químicas que ocurren durante el secado (Salazar, 2022).

Es importante además investigar la viabilidad comercial de la harina de chontaduro en la formulación del desarrollo de nuevos productos alimenticios, junto con análisis de mercado y de aceptabilidad del consumidor, también sería crucial para promover su uso y ofrecer opciones nutritivas y diversificadas a los consumidores

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, Y. (2009). Harinas de leguminosas deshidratadas: caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecno-funcionales. [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. España.

Anchundia, M. Á., Pérez, E., & Torres, F. (2019). Composición química, perfil de aminoácidos y contenido de vitaminas de harinas de batata tratadas térmicamente. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(2), 137-143.

Awuchi, C. G., Igwe, V. S., & Echeta, C. K. (2020). The functional properties of foods and flours. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5(11), 139-160.

Bedregal Salinas Vega, H. A., & Mollinedo Portugal, P. (2022). Perfil lipídico de truchas, una breve revisión bibliográfica. *Revista Boliviana de Química*, 39(2), 1-7.

Borras-Sandoval L, Elías-Iglesias A and Moyano-Bautista M (2014). Efecto de la temperatura y el tiempo sobre los indicadores de la papa (*Solanum tuberosum*) fermentada en estado sólido. *Revista Ciencia y Agricultura*, 11(2), 31-38.

Canopy Bridge. (2022). Canopy Bridge builds partnerships for rainforest sustainability. Recuperado de <https://canopybridge.com/>

Campo Gaviria, J. M., Paz Narvaez, L. J., & Lopez Molina, F. J. (2017). Utilización de chontaduro (*Bactris gasipaes*) enriquecida con *Pleurotus ostreatus* en pollos. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 84-92. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)84-92](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)84-92)

Cerda, L., Cerda, V., Rosales, A. P., Miranda, C. M., & Martínez, A. P. (2017). Proteína de harinas de maíz, cebada, quinua, trigo nacional y papa: características y funcionalidad como sustitutos de la proteína de harina de trigo importado en la producción de pan y fideos. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(3), 201-216.

Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2015). Evaluation of Functional Properties of Composite Flours and Sensorial Attributes of Composite Flour Biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3681-3688. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1427-2>

Chen, J., & Liu, H. (2020). Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review. *Int J Mol Sci*, 21(16), 5695.

Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2017). *Fennema Química de los alimentos* (5ta. ed.). Barcelona: Acribia.

Dussán-Sarria, S., Hurtado-Hurtado, D. L., & Camacho-Tamayo, J. H. (2019). Granulometría, propiedades funcionales y propiedades de color de las harinas de quinua y chontaduro. *Información Tecnológica*, 30(5), 3-10.

Faridi, H., & Faubion, J. M. (2012). *Dough Rheology and Baked Product Texture*. Springer Science & Business Media.

Garbocci, B. (2022). Hidrocoloides presentes en algas comestibles y su interacción con proteínas de origen animal [Tesis Doctoral] Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

García, O., Aiello, C., Chirino, M. C. P., Ruíz-Ramírez, J., & Pons, I. A. (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.

Güemes Vera, N. (2007). Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. *NACAMEH*, 1(2), 110-117.

González Martínez, J. & Rey Bautista, Francisco. (2017). *Procesos básicos de pastelería y repostería*. Ediciones Paraninfo, SA.

Guzmán Valverde, D. C. (2024). Efecto de gelatinización y retrogradación en las características funcionales y reológicas de almidones de papa (*Solanum Tuberosum*) precocidas.

Henao, J. G., Mancheno, G. G., Patiño, A., Peña, E. E., & Páez, M. I. (2021). Elaboración de una Pasta Emulsionada de Cáscara de Chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Revista Tecnológica-ESPOL*, 33(1), 12-12.

Huamani, A. L., Ponce-Ramírez, J. C., & Málaga-Juárez, J. (2020). Optimización del proceso de cocción de quinua utilizando el diseño 3k y la función de deseabilidad: Grado de gelatinización, índice de absorción de agua, índice de solubilidad y desprendimiento de cotiledones. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 381-390.

Lin, S. (2022). Dietary fiber in bakery products: Source, processing, and function. *Advances in Food and Nutrition Research*, 99, 37-100.

Marín Carranza, K. D. (2020). Efecto de la temperatura en el sonido y la textura instrumental y sensorial en galletas elaboradas con harina integral. [Tesis pregrado] Escuela Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

Martínez-Girón, J., Rodríguez-Rodríguez, X., Pinzón-Zárate, L. X., & Ordóñez-Santos, L. E. (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.

Martínez, H. J., Velazque, M. S., Malleret, A. D., Giudici, V. N., Alul, F. Y., & Gómez, P. N. (2023). Desarrollo a nivel de laboratorio de premezclas para bizcochuelos libres de gluten con harinas de chíá y quínoa, evaluación a escala de planta piloto y estudio del almacenamiento. *Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento*, 13(14).

Mayorga Aguilar, M. C. (2022). Efecto de la adición de fibras para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería-Una revisión del conocimiento actual (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos). Ecuador.

Montilla Reyes, K. Y. (2014). Viabilidad tecnológica de la adición de ácido fólico y harina de quinua en los productos cárnicos convencionales, para la obtención de productos cárnicos funcionales. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Colombia

Moura, K. P. A. de, Almeida, A. P. F. de, Oliveira, A. T. C. de, Queiroz, V. F., & Monte, A. L. de S. (2021). Harina de Banana Verde para el Enriquecimiento de

Hamburguesas: Una Revisión Narrativa. Instituto Internacional Despertando Vocaciones.
<https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0066>

Ogunwolu, S. O., Henshaw, F. O., Mock, H. P., Santos, A., & Awonorin, S. O. (2009). Functional properties of protein concentrate and isolates from cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Food Chemistry*, 115, 852-858.

Pires, M. B., Amante, E. R., Rodrigues, A. M. C., & da Silva, L. H. M. (2015). Caracterização das Propriedades Físico-Químicas, Tecnológicas e Viscoamilográficas da Farinha de Pupunha (*Bactris Gasipae* kunt). En XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. doi: 10.5151/chemeng-cobeq2014-0330-25976-155222.

Pérez Saucedo, M., Ulloa, J. A., Ulloa, P. R., Ramírez Ramírez, J. C., Silva-Carrillo, Y., & Ulloa Rangel, B. E. (2021). Caracterización tecno-funcional de un concentrado proteínico obtenido de la semilla de mango (*Mangifera indica* L.). *Biotecnia*, 23(1), 120-126.

Salazar Garcés, D. M. (2022). Caracterización y aptitud tecnológica de residuos agroindustriales y cultivos andinos para el diseño y desarrollo de alimentos.

Salazar Vega, D. I. (2022). Caracterización del proceso de polimerización de la resina DGEBA utilizando análisis Termogravimétrico (TGA) y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).

Sathe, S. K. (2002). Dry bean protein functionality. *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(2), 175-223.

Schefer, S., Oest, M., & Rohn, S. (2021). Interactions between phenolic acids, proteins, and carbohydrates—Influence on dough and bread properties. *Foods*, 10(11), 2798.

Sierra Puga, J., & Allca Ayala, V. (2022). Isoterma de adsorción, propiedades funcionales y vida útil de la harina de chuño blanco de papa andina ccompis (*Solanum tuberosum*) proveniente de la Comunidad de Mollocco–Antabamba. [Tesis pregrado] Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Perú.

Soto, M. A. L., Dedios, J. A. Y., & Calderón, R. R. (2012). Estudio de rendimiento de harina de lúcuma a partir del fruto fresco. *Industrial Data*, 15(1), 127-130.

Ribeiro, B. G., de Veras, B. O., dos Santos Aguiar, J., Medeiros Campos Guerra, J., & Sarubbo, L. A. (2020). Biosurfactant produced by *Candida utilis* UFPEDA1009 with potential application in cookie formulation. *Electronic Journal of Biotechnology*, 46, 14-21.

Rodríguez, L. L., Cisneros, X. C., González, G. Z., López, V. A., Barrera, C. S. G., & Cancela, T. U. (2021). Revisión: Alternativas no convencionales para la elaboración de salchichas. *Nacameh*, 15(1), 16-29.

Roldán Acero, D., Omote-Sibina, J. R., Molleda Ordoñez, A., & Olivares Ponce, F. (2022). Desarrollo de barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 17-26.

Van Rooijen, M. A., & Mensink, R. P. (2020). Palmitic Acid Versus Stearic Acid: Effects of Interesterification and Intakes on Cardiometabolic Risk Markers - A Systematic Review *Nutrients*, 12(3). doi:10.3390/nu12030615

7. ANEXOS

Análisis de Propiedades tecnofuncionales

- **Absorción de Agua**

Kruskal-Wallis Test: AGUA versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on AGUA

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave	Rank	Z
6010	6	2.708		34.9	1.22
6012	6	2.777		31.4	0.65
6014	6	2.757		34.3	1.13
7010	6	3.006		32.1	0.76
7012	6	3.340		33.5	0.99
7014	6	1.745		10.8	-2.75
8010	6	2.630		22.7	-0.80
8012	6	2.664		25.9	-0.26
8014	6	2.460		21.8	-0.94
Overall	54			27.5	

H = 12.36 DF = 8 P = 0.136

H = 12.36 DF = 8 P = 0.136 (adjusted for ties)

- **Absorción de Grasa**

Kruskal-Wallis Test: GRASA versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on GRASA

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave	Rank	Z
6010	6	1.0810		27.0	-0.08
6012	6	1.0385		23.2	-0.72
6014	6	1.1985		28.3	0.14
7010	6	1.7135		32.2	0.77
7012	6	1.2780		26.3	-0.19
7014	6	0.7635		13.5	-2.31
8010	6	1.1175		28.8	0.22
8012	6	1.2095		31.7	0.69
8014	6	1.3120		36.5	1.49
Overall	54			27.5	

H = 8.22 DF = 8 P = 0.412

- **Poder Emulsificante**

Kruskal-Wallis Test: EMULSIFICANTE versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on EMULSIFICANTE

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave	Rank	Z
6010	6	6.361		29.9	0.40
6012	6	6.250		24.3	-0.52
6014	6	6.386		41.9	2.38
7010	6	6.316		35.3	1.29
7012	6	5.398		21.8	-0.95
7014	6	6.316		35.3	1.29
8010	6	5.287		20.0	-1.24
8012	6	5.286		18.2	-1.54
8014	6	5.142		20.8	-1.11
Overall	54			27.5	

H = 13.78 DF = 8 P = 0.088

H = 13.96 DF = 8 P = 0.083 (adjusted for ties)

- **Capacidad de Hinchamiento**

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP_TIEMPO	N	Mean	Grouping
7012	6	4.921	A
7014	6	4.578	A
6014	6	3.998	A B
7010	6	3.784	A B
6010	6	3.711	A B
6012	6	3.536	A B
8012	6	2.598	B
8010	6	2.542	B
8014	6	2.4193	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Kruskal-Wallis Test: HINCHAMINETO versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on HINCHAMINETO

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	6	3.663	30.5	0.50
6012	6	3.493	29.3	0.30
6014	6	3.733	34.0	1.07
7010	6	3.801	27.2	-0.06
7012	6	4.880	44.0	2.72
7014	6	4.609	41.2	2.26
8010	6	2.600	14.5	-2.15
8012	6	2.587	15.5	-1.98
8014	6	2.414	11.3	-2.67
Overall	54		27.5	

H = 26.38 DF = 8 P = 0.001
H = 26.38 DF = 8 P = 0.001 (adjusted for ties)

Análisis de Color

- **L**

Kruskal-Wallis Test: L versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on L

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	74.15	4.0	-2.31
6012	3	79.61	17.0	0.69
6014	3	77.00	12.0	-0.46
7010	3	80.32	20.0	1.39
7012	3	74.08	3.0	-2.55
7014	3	81.49	23.0	2.08
8010	3	76.18	8.7	-1.23
8012	3	77.58	12.3	-0.39
8014	3	83.13	26.0	2.78
Overall	27		14.0	

H = 25.06 DF = 8 P = 0.002
H = 25.09 DF = 8 P = 0.002 (adjusted for ties)

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP_TIEMPO	N	Mean	Grouping
8014	3	83.237	A
7014	3	81.4300	B
7010	3	80.407	B C
6012	3	79.447	C
8012	3	77.427	D
6014	3	77.00	D
8010	3	76.330	D
6010	3	74.127	E
7012	3	74.003	E

Means that do not share a letter are significantly different.

- **a***

Kruskal-Wallis Test: a* versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on a*

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	11.240	26.0	2.78
6012	3	5.920	4.0	-2.31
6014	3	8.780	19.3	1.23
7010	3	6.490	10.7	-0.77
7012	3	8.700	19.3	1.23
7014	3	6.030	6.7	-1.70
8010	3	8.540	16.5	0.58
8012	3	8.350	17.7	0.85
8014	3	5.990	5.8	-1.89
Overall	27		14.0	

H = 21.53 DF = 8 P = 0.006
H = 21.58 DF = 8 P = 0.006 (adjusted for ties)

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP_TIEMPO	N	Mean	Grouping
6010	3	11.147	A
6014	3	8.7000	B
7012	3	8.6800	B
8012	3	8.457	B
8010	3	7.943	B C
7010	3	6.420	C D
7014	3	6.0900	D
8014	3	6.073	D
6012	3	5.977	D

Means that do not share a letter are significantly different.

- **b***

Kruskal-Wallis Test: b* versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on b*

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	69.43	26.0	2.78
6012	3	64.45	9.7	-1.00
6014	3	65.75	14.2	0.04
7010	3	64.58	9.3	-1.08
7012	3	66.56	22.0	1.85
7014	3	64.31	7.3	-1.54
8010	3	66.14	15.5	0.35
8012	3	65.86	19.0	1.16
8014	3	63.09	3.0	-2.55
Overall	27		14.0	

H = 21.01 DF = 8 P = 0.007

H = 21.03 DF = 8 P = 0.007 (adjusted for ties)

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP_TIEMPO	N	Mean	Grouping
6010	3	69.4433	A
7012	3	66.5800	B
8012	3	66.403	B
8010	3	65.577	B C
6014	3	65.287	B C D
6012	3	64.317	B C D
7014	3	64.010	C D
7010	3	63.923	C D
8014	3	63.0667	D

Means that do not share a letter are significantly different.

- **C**

Kruskal-Wallis Test: C* versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on C*

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	70.34	22.0	1.85
6012	3	64.76	14.3	0.08
6014	3	77.33	25.0	2.55
7010	3	64.91	8.0	-1.39
7012	3	67.14	18.0	0.93
7014	3	64.62	7.0	-1.62
8010	3	66.75	12.8	-0.27
8012	3	66.39	15.7	0.39
8014	3	63.35	3.2	-2.51
Overall	27		14.0	

H = 19.41 DF = 8 P = 0.013

H = 19.42 DF = 8 P = 0.013 (adjusted for ties)

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP_TIEMPO	N	Mean	Grouping
6010	3	62.659	A
8012	3	61.1259	B
6014	3	58.0158	C
8010	3	57.2544	D
8014	3	56.729	D E
7012	3	56.573	E F
6012	3	56.126	F
7014	3	51.2745	G
7010	3	50.3853	H

Means that do not share a letter are significantly different.

- **H**

Kruskal-Wallis Test: h versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on h

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	80.80	2.0	-2.78
6012	3	84.75	21.7	1.77
6014	3	82.40	5.7	-1.93
7010	3	84.26	17.0	0.69
7012	3	82.55	9.3	-1.08
7014	3	84.77	21.8	1.81
8010	3	82.81	15.2	0.27
8012	3	82.87	10.7	-0.77
8014	3	84.97	22.7	2.01
Overall	27		14.0	

H = 21.52 DF = 8 P = 0.006

H = 21.55 DF = 8 P = 0.006 (adjusted for ties)

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP_TIEMPO	N	Mean	Grouping
7014	3	84.7400	A
8014	3	84.730	A
6012	3	84.687	A
7010	3	84.2700	A
8010	3	83.440	A B
8012	3	82.770	B
7012	3	82.5733	B
6014	3	82.4133	B
6010	3	80.880	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Análisis de Textura

TPA Masa Cruda

- Dureza

Kruskal-Wallis Test: Hardness versus TEMP-TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on Hardness

TEMP-TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	0.5890	25.7	2.70
6012	3	0.4030	9.3	-1.08
6014	3	0.3720	6.3	-1.77
7010	3	0.4120	12.7	-0.31
7012	3	0.3430	7.0	-1.62
7014	3	0.5170	22.0	1.85
8010	3	0.4620	15.0	0.23
8012	3	0.4850	16.7	0.62
8014	3	0.4360	11.3	-0.62
Overall	27		14.0	

H = 16.51 DF = 8 P = 0.036

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP-TIEMPO	N	Mean	Grouping
6010	3	0.5957	A
7014	3	0.5323	A B
8012	3	0.4823	A B C
8010	3	0.4670	A B C
8014	3	0.4477	B C
7010	3	0.4457	B C
6012	3	0.4303	B C
6014	3	0.3907	B C
7012	3	0.3847	C

Means that do not share a letter are significantly different.

- Elasticidad

Kruskal-Wallis Test: Springiness versus TEMP-TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on Springiness

TEMP-TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	0.5130	16.5	0.58
6012	3	0.5360	20.2	1.43
6014	3	0.2940	5.3	-2.01
7010	3	0.5620	18.7	1.08
7012	3	0.3160	11.3	-0.62
7014	3	0.6350	22.8	2.04
8010	3	0.4260	12.0	-0.46
8012	3	0.3550	6.0	-1.85
8014	3	0.4140	13.2	-0.19
Overall	27		14.0	

H = 14.05 DF = 8 P = 0.081

H = 14.06 DF = 8 P = 0.080 (adjusted for ties)

- Cohesiveness

One-way ANOVA: Cohesiveness versus TEMP-TIEMPO

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
TEMP-TIEMPO	8	0.03519	0.004399	4.43	0.004
Error	18	0.01788	0.000993		
Total	26	0.05308			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0315190	66.31%	51.34%	24.20%

Means

TEMP-TIEMPO	N	Mean	StDev	95% CI
6010	3	0.2387	0.0250	(0.2004, 0.2769)
6012	3	0.3003	0.0333	(0.2621, 0.3386)
6014	3	0.2517	0.0270	(0.2134, 0.2899)
7010	3	0.3270	0.0324	(0.2888, 0.3652)
7012	3	0.2673	0.0212	(0.2291, 0.3056)
7014	3	0.3187	0.0367	(0.2804, 0.3569)
8010	3	0.27100	0.01277	(0.23277, 0.30923)
8012	3	0.2090	0.0270	(0.1708, 0.2472)
8014	3	0.2573	0.0509	(0.2191, 0.2956)

Pooled StDev = 0.0315190

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP-TIEMPO	N	Mean	Grouping
7010	3	0.3270	A
7014	3	0.3187	A
6012	3	0.3003	A
8010	3	0.27100	A B
7012	3	0.2673	A B
8014	3	0.2573	A B
6014	3	0.2517	A B
6010	3	0.2387	A B
8012	3	0.2090	B

Means that do not share a letter are significantly different.

- **Resilience**

Kruskal-Wallis Test: Resilience versus TEMP-TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on Resilience

TEMP-TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	0.06300	15.2	0.27
6012	3	0.05700	8.3	-1.31
6014	3	0.05500	7.5	-1.50
7010	3	0.06700	18.8	1.12
7012	3	0.07000	19.8	1.35
7014	3	0.06200	16.2	0.50
8010	3	0.06700	19.7	1.31
8012	3	0.05400	2.8	-2.58
8014	3	0.06900	17.7	0.85
Overall	27		14.0	

H = 14.67 DF = 8 P = 0.066

H = 14.71 DF = 8 P = 0.065 (adjusted for ties)

- **Gumminess**

Kruskal-Wallis Test: Gumminess versus TEMP-TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on Gumminess

TEMP-TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	0.13100	18.0	0.93
6012	3	0.13400	15.8	0.42
6014	3	0.09900	5.2	-2.04
7010	3	0.14700	19.3	1.23
7012	3	0.09900	11.2	-0.66
7014	3	0.17200	23.7	2.24
8010	3	0.13200	14.5	0.12
8012	3	0.10300	6.3	-1.77
8014	3	0.12000	12.0	-0.46
Overall	27		14.0	

H = 13.83 DF = 8 P = 0.086

H = 13.83 DF = 8 P = 0.086 (adjusted for ties)

- **Chewiness**

Kruskal-Wallis Test: Chewiness versus TEMP-TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on Chewiness

TEMP-TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	0.06700	18.0	0.93
6012	3	0.07000	18.3	1.00
6014	3	0.03100	5.5	-1.97
7010	3	0.08500	18.7	1.08
7012	3	0.03100	11.5	-0.58
7014	3	0.11000	23.3	2.16
8010	3	0.05700	13.0	-0.23
8012	3	0.03700	6.0	-1.85
8014	3	0.05000	11.7	-0.54
Overall	27		14.0	

H = 13.93 DF = 8 P = 0.084

H = 13.94 DF = 8 P = 0.083 (adjusted for ties)

Masa Cocida

- **Compresión directa**

Kruskal-Wallis Test: STRENGTH versus TEMP-TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on STRENGTH

TEMP-TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	2.0000	13.0	-0.23
6012	3	2.8330	21.0	1.62
6014	3	1.6900	13.7	-0.08
7010	3	2.0120	15.7	0.39
7012	3	0.4920	4.5	-2.20
7014	3	0.7580	8.3	-1.31
8010	3	1.8720	11.0	-0.69
8012	3	3.5370	19.5	1.27
8014	3	2.7890	19.3	1.23
Overall	27		14.0	

H = 11.57 DF = 8 P = 0.172

H = 11.58 DF = 8 P = 0.171 (adjusted for ties)

Humedad

Kruskal-Wallis Test: Humedad versus TEMP_TIEMPO

Kruskal-Wallis Test on Humedad

TEMP_TIEMPO	N	Median	Ave Rank	Z
6010	3	5.420	20.0	1.39
6012	3	6.260	26.0	2.78
6014	3	5.230	14.7	0.15
7010	3	5.233	15.3	0.31
7012	3	5.845	23.0	2.08
7014	3	5.138	12.0	-0.46
8010	3	4.870	7.2	-1.58
8012	3	4.560	4.5	-2.20
8014	3	4.540	3.3	-2.47
Overall	27		14.0	

H = 24.66 DF = 8 P = 0.002

H = 24.67 DF = 8 P = 0.002 (adjusted for ties)

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

TEMP_TIEMPO	N	Mean	Grouping
6012	3	6.1980	A
7012	3	5.7950	B
6010	3	5.4033	C
7010	3	5.2363	C
6014	3	5.2294	C
7014	3	5.1667	C
8010	3	4.797	D
8012	3	4.5600	D
8014	3	4.5367	D

Means that do not share a letter are significantly different.