

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Industrias Alimentarias



**Evaluación de las propiedades tecnofuncionales en Hojuelas de
Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos

Autor:

Walther Daniel Flores Pingo

Asesor:

Ing. Ana Monica Torres Jiménez

Juliaca, noviembre de 2023

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Ana Monica Torres Jiménez, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES EN HOJUELAS DE KIWICHA (AMARANTHUS CAUDATUS)**” del autor **Walter Daniel Flores Pingo**, tiene un índice de similitud de 19% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 22 días del mes de noviembre del año 2023.



Ing. Ana Monica Torres Jiménez

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 27 día(s) del mes de setiembre del año 2020, siendo las 17:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Enrique Mamari Lueta el (la) secretario(a): Mtro. Mta Danny

Shambi Rodriguez y los demás miembros: Msc. Jorman Rosa Spaya

Humerez y el (la) asesor(a): Ing. Ana Mónica Torres

Jimenez con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Evaluación de las propiedades tecnofuncionales en Hojuelas de Kinuicha (Amaranthus caudatus)

del(los) bachiller(es): a) Walther Daniel Flores Ringo

b) _____
c) _____

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero de Industrias Alimentarias

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Walther Daniel Flores Ringo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Buena</u>

Bachiller (b): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
Presidente/a
[Firma]
Asesor/a
[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretaría
[Firma]
Miembro
[Firma]
Bachiller (c)

INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	8
II.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
2.1.	Diseño del estudio	9
2.2.	Recolección de la muestra.....	9
2.3	Análisis de tamaño de partícula.....	9
2.4	Análisis de Cenizas y Humedad	9
2.5	Análisis de propiedades Funcionales de las hojuelas.....	10
2.6	Análisis Estadístico.....	11
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
3.1	Tamaño de partículas	11
3.2	Análisis del Contenido de ceniza y humedad	12
3.3	Contenido de Humedad.....	13
3.4	Propiedades Funcionales	14
IV.	CONCLUSIONES	18
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Retención de partículas de las hojuelas en diferentes tamaños de tamices...10	10
Tabla 2. Estadísticos descriptivos del contenido de cenizas.....10	10
Tabla 3. Estadísticos descriptivos del contenido de humedad11	11

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Boxplot del porcentaje de la Capacidad de Hinchamiento de las Hojuelas de kiwicha.....12	12
Figura 2. Boxplot del porcentaje de la Capacidad de retención de agua de las Hojuelas de kiwicha.....14	14
Figura 3. Boxplot del porcentaje de la Capacidad de absorción de Lípidos de las Hojuelas de kiwicha.....15	15

Evaluación de las propiedades tecnofuncionales en Hojuelas de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)

RESUMEN

El consumo de granos andinos (quinua, cañihua y kiwicha) y sus derivados como harinas, hojuelas entre otros han ido incrementando en los últimos años. Por tal motivo el objetivo de la presente investigación fue evaluar las propiedades tecnofuncionales de las hojuelas de kiwicha de tres diferentes zonas del sur de Perú, para tal efecto se realizó una caracterización del tamaño de partícula, humedad, cenizas y las propiedades tecnológicas como, la capacidad de hinchamiento (CH), capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de retención de lípidos (CAL), todas las pruebas se realizaron por quintuplicado. Los resultados mostraron que las muestras tuvieron partículas menores a <1,18 mm menor a lo propuesto por la NTP 106.106, respecto al contenido de cenizas (M₁-1.81%; M₂-2.72%; M₃-2.37%) y humedad (M₁-8.17%; M₂-11.74%; M₃-12,13%) los parámetros cumplen con la norma técnica peruana 106.106 (2020). Respecto a las propiedades tecnofuncionales en CH y CRA M₂ y M₃, mostraron los valores más elevados, y respecto a CAL el valor más elevado se obtuvo con la muestra M₁. En conclusión, se obtuvieron valores favorables en las propiedades tecnofuncionales de hojuelas de kiwicha, las cuales pueden ser aplicadas en varios tipos de alimentos.

Palabras clave: Propiedades tecnofuncionale; hojuelas; kiwicha; *Amaranthus caudatus*

Evaluation of technofunctional properties in Kiwicha Flakes (*Amaranthus caudatus*)

ABSTRACT

The consumption of Andean grains (quinoa, cañihua and kiwicha) and their derivatives such as flour, flakes, among others, have been increasing in recent years. For this reason, the objective of the present investigation was to evaluate the technofunctional properties of kiwicha flakes from three different areas of southern Peru, for this purpose a characterization of particle size, humidity, ash and technological properties such as swelling capacity (CH), water retention capacity (CRA) and lipid retention capacity (CAL) was carried out, all tests were carried out in quintuplicate. The results showed that the samples had particles <1.18 mm smaller than that proposed by NTP 106.106, regarding the ash content (M1-1.81%; M2-2.72%; M3-2.37%) and humidity (M1-8.17%; M2-11.74%; M3-12.13%), the parameters comply with the Peruvian technical standard. Regarding the technofunctional properties in CH and CRA M2 and M3, they showed the highest values, and with respect to CAL the highest value was obtained with sample M1. In conclusion, favorable values were obtained in the technofunctional properties of kiwicha flakes, which can be applied in various types of food.

Keywords: Techno-Functional properties; leaflets kiwicha; *Amaranthus caudatus*

I. INTRODUCCIÓN

El amaranto conocido como Kiwicha es un grano andino que crece en los andes de América del Sur, en países como Ecuador, Perú, Bolivia, el norte de Argentina y el Sur de Colombia, también en centro América México. Donde se han identificado por lo menos tres variedades de amaranto, entre cultivados y silvestres. Para las primeras poblaciones de América del Sur los granos andinos fueron de suma importancia en su alimentación. (Olalla-Salazar E., 2017).

En Perú el departamento que más cultivos de granos de Kiwicha tiene es Cusco, teniendo un cultivo de área limitada en la región de Urubamba (Kanbar et al., 2022), el segundo departamento que cultiva este grano son las provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz, en el departamento de Ancash (Mejía-Valvas et al., 2021) y otro departamento que tiene cultivos en menor proporción es Puno.

El grano de kiwicha es altamente nutritivo gracias a la cantidad y calidad de sus proteínas (19 g/100 g). Contiene el doble de lisina, un aminoácido esencial, en comparación de otros cereales. Fuente rica de fibra dietética (5,6 g/100 g), calcio (250 mg/100 g), hierro, almidón, vitamina C y complejo B y omegas. Además, el grano de kiwicha contiene bioactivos como fitoesteroles, almidón resistente, escualeno, no contiene gluten lo cual le da mayor variedad para las personas celiacas, y contiene varios compuestos fenólicos como el ácido cafeico, el ácido p - hidroxibenzoico y el ácido ferúlico (Pilco-Quesada et al., 2020). Los granos de kiwicha de la zona de Perú en comparación de la variedad mexicana A. cruentus, el peruano A. caudatus es más rico en hierro y calcio (Galan et al., 2013). Según algunos estudios su incorporación puede ayudar a mitigar la formación de acrilamida (Salazar et al., 2012). Puede ser incorporado como ingrediente en otros alimentos para aprovechar sus propiedades funcionales (Burgos et al., 2021).

Sus formas más comunes de consumo son en grano, harina y hojuelas. Las hojuelas tienen diversas formas de elaborarse siendo una de ellas el laminado, donde se hace una limpieza a los granos, luego una humectación, seguido por una laminación y el envasado como proceso final (Burgos et al., 2021). Otro proceso es realizar una clasificación de granos, seleccionado en equipos de alta precisión, finalmente un prensado térmico y envasado.

Como grano en la kiwicha se han realizado muchas investigaciones de sus propiedades nutricionales, más existe poca información de propiedades tecnofuncionales en hojuelas y aun más de la zona de Puno. Las propiedades tecnofuncionales son importantes conocer para una aplicación futura en desarrollo de productos y cómo se comportan sus nutrientes (Serna-Cock et al., 2019). Según Ramos-Díaz J, Rinnan Å, Jouppila K (2019),

en su investigación mencionan que algunas propiedades funcionales en la harina de Kiwicha (*Amarantus caudatus*) puede verse afectado por los complejos proteína – almidón.

Otra ventaja es que su comercialización nacional y su exportación puede generar ganancias, según Kanbar et al., (2022) solo en Europa, el volumen de mercado anual de amaranto fue de más de 2000 millones de euros ya en 2020 y se prevé que alcance los 5000 millones de euros hasta 2028. Dentro de los derivados de la kiwicha el producto que más desea consumir la población es en forma de hojuelas, según una encuesta hecha en Ecuador un 39% prefiere consumir hojuelas (Olalla-Salazar E., 2017). Por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar las propiedades tecnofuncionales de las hojuelas de kiwicha de tres diferentes zonas de sur de Perú.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño del estudio

El presente estudio es no experimental de corte transversal de tipo cuantitativo que busca describir las propiedades funcionales de hojuelas de kiwicha.

2.2. Recolección de la muestra

Las muestras fueron recolectadas en dos regiones diferentes del país (2 de Cusco y 1 de Puno) bajo criterios organolépticos de color, olor y apariencia general, asimismo, estas fueron transportadas en las instalaciones de Universidad Peruana Unión campus Juliaca las cuales fueron analizadas en el Centro de Investigación de Ciencia de los Alimentos.

2.3 Análisis de tamaño de partícula

Para determinar el tamaño de partícula de las hojuelas se pesó 100g de cada muestra las cuales, colocados en tamices, por 5 minutos de agitación manual de esta forma se pesó la masa retenida en cada tamiz en una balanza marca OHAUS.

2.4 Análisis de Cenizas y Humedad

Se empleó el método de calcinación en crisoles de porcelana a una temperatura de 550 ± 25 °C para determinar las cenizas. El proceso continuó hasta obtener cenizas de tonalidad blanca o grisácea, y se calculó el resultado según la Ecuación 1.

$$\begin{aligned} & \% \text{ Ceniza} \\ & = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} \times 100 \end{aligned} \quad (1)$$

Donde: C₁; es el peso del crisol vacío en gramos, C₂; es el peso del crisol con la muestra en gramos y C₃; es Peso del crisol con las cenizas en gramos.

Para hallar humedad, se utilizó el método AOAC 14004, se empleó una muestra de 2 g. La muestra se secó en el crisol a una temperatura de 105 ± 3°C hasta que alcanzó una masa constante, lo cual tomó aproximadamente 5 horas. Después se enfrió en una campana desecadora hasta alcanzar la temperatura ambiente, luego se procedió a pesarla. El porcentaje de humedad se expresó utilizando la Ecuación 2.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Pérdida de Peso}}{\text{Peso}} \times 100 \quad (2)$$

2.5 Análisis de propiedades Funcionales de las hojuelas

A. Capacidad de Hinchamiento (CH)

Se pesaron 0.2g aprox. de cada muestra en tubos de centrifuga graduados de 10 ml y se midió el volumen ocupado (V_o) en ml; luego se adicionaron 5 ml de agua destilada y se agitaron manualmente durante 5 min. Estas fueron dejadas en reposo durante 24 horas a temperatura ambiente. Posteriormente se midió el volumen Final (V_f) de las muestras. La capacidad de hinchamiento se calculó mediante la siguiente ecuación 3:

$$\%CH = \frac{V_f - V_o}{\text{Peso de muestra}} * 100 \quad (3)$$

B. Capacidad de retención de agua (CRA)

En tubos graduados cónicos graduados de 10 ml, se pesaron 0.2g aproximadamente de cada muestra (P_o), a los cuales se adicionaron 5 ml de agua destilada y se agitaron manualmente durante 10 min, luego se dejó en reposo por 24 horas a temperatura ambiente para luego centrifugar los tubos a 3000 RPM durante 10 min e inmediatamente se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (P_f). el porcentaje de Capacidad de retención de agua se calculó mediante la siguiente ecuación 4:

$$\%CRA = \frac{P_f - P_o}{P_o} * 100 \quad (4)$$

C. Capacidad de Absorción de Lípidos (CAL)

Se tomaron alrededor de 0.2 g de cada muestra (P_o) y se colocaron en tubos graduados cónicos de 10 ml. A estos tubos se les añadieron 5 ml de aceite de girasol comercial y se agitaron manualmente durante 10 minutos. Luego, se dejaron en reposo a temperatura ambiente durante 24 horas. Posteriormente, los tubos se centrifugaron a 3000 RPM durante 10 minutos, y se retiró el líquido sobrenadante. El sedimento resultante (P_f) fue pesado. Para calcular el porcentaje de Capacidad de Absorción de lípidos, se aplicó la siguiente ecuación 5:

$$\%CAL = \frac{P_f - P_o}{P_o} * 100 \quad (5)$$

2.6 Análisis Estadístico.

Se aplicó un análisis exploratorio descriptivo, expresando los resultados en tabla de frecuencia simple y grafica de barras, asimismo, se realizó el cálculo de medidas de tendencia central, medidas de posición y medidas dispersión. A los análisis se realizó un análisis de varianza de un solo factor con un test de Tukey.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Tamaño de partículas

En la tabla 1, se muestra el tamaño de partícula hallado en cada una de las muestras en ellas se puede visualizar que en M1, 48 g presentaron un tamaño de <1.18 mm; 24 g de 1.18mm, respecto a M2, 34 g con tamaños <1.18 mm; 35 g con un tamaño de 1.8 mm.

Tabla 1
Retención de partículas de las hojuelas en diferentes tamaños de tamices

Tamaño de tamiz	Porcentajes de retención		
	M ₁	M ₂	M ₃
1.7	19	15	37
1.4	9	16	19
1.18	24	35	22
< 1.18	48	34	22
Total	100	100	100

Nota: M1 (Cusco1), M2 (Cusco2), M3 (Puno)

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 106.106 (2020) las hojuelas de kiwicha deben ser no menor a 3 mm de diámetro, según lo evaluado en las muestras tomadas todas están por debajo del rango y cerca del 48% son partículas demasiado pequeñas. Esto depende de la configuración de los equipos, propiedades físicas y características de la materia prima, es por esta causa que el porcentaje de las partículas retenidas en cada tamiz (Tabla 1) difiere en cada muestra, según Vilchez et al (2012),

3.2 Análisis del Contenido de ceniza y humedad

La Tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos del contenido de cenizas de las muestras de hojuelas de kiwicha. Donde existe una diferencia de medias en la cual todas las muestras son significativamente diferentes con un p – valor de 3.062×10^{-7} y los valores del error típico son pequeños sugiriendo así una alta confiabilidad.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos del contenido de cenizas

Estadísticos descriptivos	Cenizas		
	Muestras		
	M ₁	M ₂	M ₃
Media	1.81	2.72	2.37
Error típico	0.03	0.06	0.07
Desviación estándar	0.07	0.14	0.15
Varianza de la muestra	0.00	0.02	0.02

Fuente: Elaboración Propia

La ceniza es un indicador de la presencia de minerales en los alimentos y puede ser utilizada como una medida de la calidad nutricional. Un alto contenido de cenizas en las hojuelas de kiwicha puede indicar la presencia de minerales como calcio, hierro y zinc, que son importantes para la salud humana o puede contener otras impurezas que afectarían su calidad. Según la NTP 106.106 (2020) las hojuelas de kiwicha pueden contener como máximo un 3% de ceniza, según la tabla 2 las hojuelas en estudio están dentro del rango establecido de la normativa peruana. Arévalo et al. (2020), menciona que el contenido de cenizas en las hojuelas de kiwicha puede variar en función del procesamiento al que se somete la semilla, así como de la región geográfica de origen de la semilla. Los autores encontraron que las hojuelas de kiwicha producidas a partir de semillas provenientes de la región andina presentaban un mayor contenido de cenizas que las producidas a partir de semillas de otras regiones. Además, encontraron que el proceso de extrusión al que se sometieron las semillas para producir las hojuelas también afectó el contenido de cenizas, ya que las hojuelas producidas por extrusión presentaron un mayor contenido de cenizas que las producidas por horneado.

3.3 Contenido de Humedad

La Tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos del contenido de humedad, en ella se aprecia que el error típico muestra valores pequeños sugiriendo así una alta confiabilidad, por otro lado, los valores obtenidos en la desviación estándar y varianza muestran valores pequeños menores a uno lo que muestra que no existe mucha distancia entre datos y baja variabilidad entre mediciones y las muestras tomadas son significativamente diferentes con un p – valor de 8.849×10^{-15} .

Tabla 3

Estadísticos descriptivos del contenido de humedad

Estadísticos descriptivos	Muestras		
	M ₁	M ₂	M ₃
Media	8.17	11.74	12.13
Error típico	0.03	0.04	0.09
Desviación estándar	0.08	0.10	0.20
Varianza de la muestra	0.01	0.01	0.04

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la humedad, se sabe que la presencia de agua en los alimentos puede favorecer la proliferación de microorganismos y la degradación de nutrientes, lo que puede disminuir la calidad del producto. Por lo tanto, es importante controlar el contenido

de humedad durante la producción y el almacenamiento de las hojuelas de kiwicha, Según un estudio realizado por Calliope et al, (2015), el contenido de humedad de las hojuelas de quinua cocida fue de $12.04 \pm 0.05\%$ puede variar en función del procesamiento al que se somete la semilla antes de la elaboración del producto final. En este estudio, se encontró que las hojuelas de quinua cocida se asemejan a M3 con $12.13 \pm 0.20\%$ (Tabla 3), los demás tratamientos poseen valores inferiores a estos. Además, los valores obtenidos están en el rango establecido de la NTP 106.106 (2020).

3.4 Propiedades Funcionales

A. Capacidad de Hinchamiento

La Figura 1 muestra la distribución de los datos del análisis del porcentaje de la capacidad de hinchamiento en cajas, las cuales no presentan datos atípicos en todas las muestras, asimismo, se aprecia que para M₁ y M₂ las cajas son más grandes en contraste a M₃, donde claramente existe una diferencia de medias, la cual M₁ es significativamente diferente con un p – valor de 0.00 de las dos muestras restantes. Los valores obtenidos para M₁ es 213.81%, M₂ 338% y M₃ 334.35%.

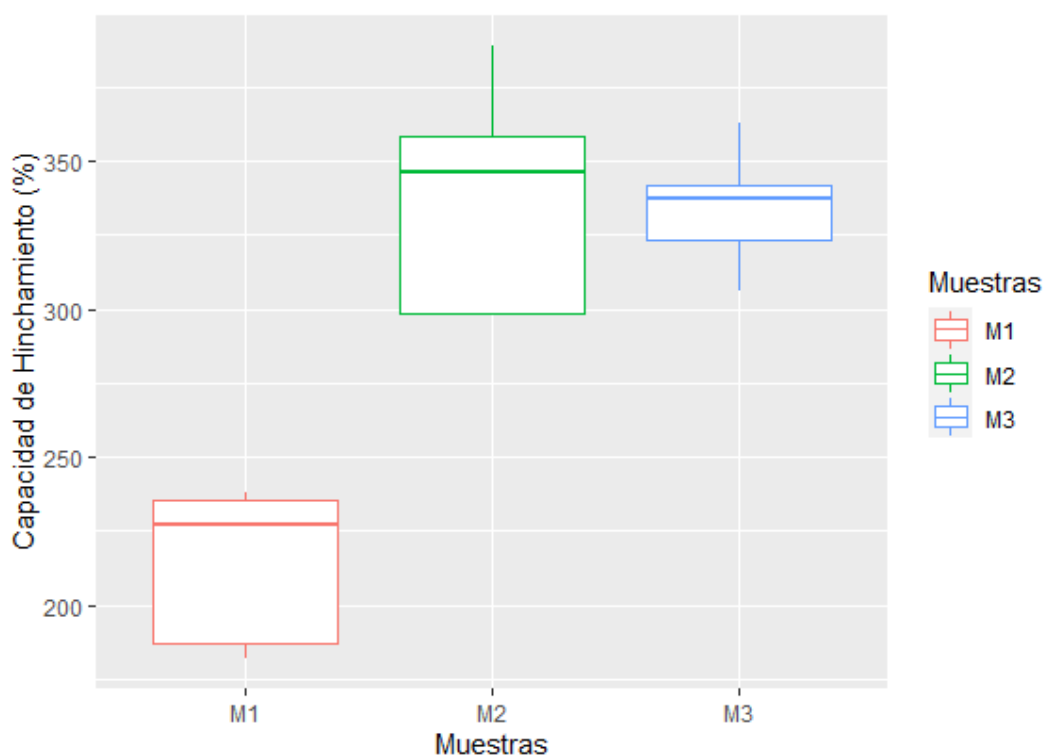


Figura 1. Boxplot del porcentaje de la Capacidad de Hinchamiento de las Hojuelas de kiwicha

La capacidad de hinchamiento en hojuelas de kiwicha es un factor crítico para evaluar su calidad. Aquellos productos con una alta capacidad de hinchamiento experimentan un considerable aumento de volumen cuando se ponen en contacto con agua. Esta propiedad se atribuye a la presencia de proteínas, fibra y posiblemente la descomposición de los gránulos de almidón. (Sangronis et al. 2004, Morales et al., 2019). En la industria de la panificación, esta propiedad es altamente apreciada, ya que resuelve problemas asociados con la pérdida de volumen y humedad, lo que proporciona una mayor estabilidad durante la vida útil del producto al mantener una apariencia fresca (Morales et al., 2019). También es esencial para la textura y calidad sensorial ya que determina la facilidad de masticación y la palatabilidad del producto final. Según un estudio realizado por Benítez et al. (2016), la capacidad de hinchamiento en hojuelas de kiwicha varía en función de la temperatura y el tiempo de cocción. Los autores encontraron que a medida que aumenta la temperatura de cocción, también lo hace la capacidad de hinchamiento de las hojuelas de kiwicha. Asimismo, a medida que se incrementa el tiempo de cocción, se observa un aumento en la capacidad de hinchamiento de las hojuelas. Por otro lado, un estudio llevado a cabo por Fuentes et al. (2010) encontró que la capacidad de hinchamiento de las hojuelas de kiwicha está influenciada por la variedad de kiwicha utilizada para la producción de las hojuelas. Los autores encontraron que las hojuelas producidas a partir de la variedad de kiwicha "Ccoito" presentaron una mayor capacidad de hinchamiento en comparación con las hojuelas producidas a partir de la variedad "Inti".

Además, la capacidad de hinchamiento en hojuelas de kiwicha también puede ser afectada por la presencia de otros ingredientes utilizados en la producción de las hojuelas. Un estudio realizado por Chirinos et al. (2012) encontró que la adición de quinua y amaranto en la formulación de las hojuelas de kiwicha disminuyó la capacidad de hinchamiento de las hojuelas de kiwicha.

B. Capacidad de retención de agua (CRA)

La Figura 2 muestra la distribución de los datos del análisis del porcentaje de la Capacidad de retención de agua en cajas las cuales presentan datos atípicos en M1 y M2, en la cual para M1 los datos atípicos se encuentra debajo del primer cuartil y encima del tercer cuartil, respecto a M2 por debajo del primer cuartil, también se aprecia que M3 muestra una caja más amplia, asimismo, este grafico muestra claramente que existe una diferencia de medias en la cual M1 es significativamente diferente con un p – valor de 0.001 a las dos muestras restantes. Los valores obtenidos son para M₁ - 292.69, M₂ - 370.93 y M₃ - 361.77.

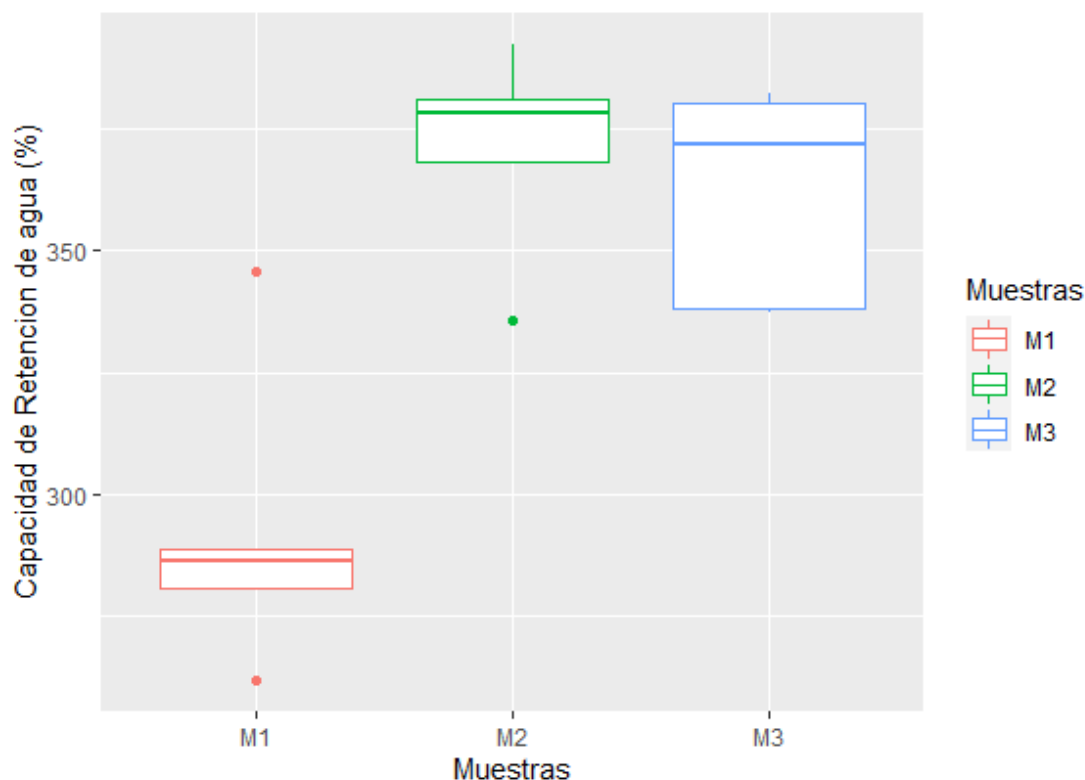


Figura 2. *Boxplot del porcentaje de la Capacidad de retención de agua de las Hojuelas de kiwicha.*

La capacidad de retención de agua es otro parámetro importante en la evaluación de la calidad de las hojuelas de kiwicha, ya que está directamente relacionada con la textura y la palatabilidad del producto final. La capacidad de retención de agua se refiere a la cantidad de agua que puede ser retenida por las hojuelas de kiwicha después de ser sumergidas en agua durante un período determinado de tiempo. Además, se considera una propiedad relevante, dado que influye en las condiciones de procesamiento y la calidad final de los alimentos. Los ingredientes con una alta capacidad de retención de agua (CRA) contienen más compuestos hidrofílicos, como polisacáridos y proteínas (Elleuch et al., 2011) y pueden utilizarse como ingredientes funcionales para prevenir la separación de líquidos, así como para ajustar la viscosidad y textura de ciertas formulaciones de alimentos (Granito et al., 2004). Según un estudio realizado por Durán et al. (2019), la capacidad de retención de agua en hojuelas de kiwicha puede ser afectada por el tamaño de partícula de la kiwicha utilizada para la producción de las hojuelas. Los autores encontraron que las hojuelas producidas a partir de kiwicha finamente molida presentaron una mayor capacidad de retención de agua en comparación con las hojuelas producidas a partir de kiwicha gruesa. Además, un estudio llevado a cabo por Fuentes et al. (2010) encontró que la capacidad de retención de agua en hojuelas de kiwicha también puede estar influenciada por la variedad de kiwicha

utilizada para la producción de las hojuelas. Los autores encontraron que las hojuelas producidas a partir de la variedad de kiwicha "Ccoito" presentaron una mayor capacidad de retención de agua en comparación con las hojuelas producidas a partir de la variedad "Inti". Por otro lado, un estudio realizado por Zevallos et al. (2017) encontró que la adición de proteínas de amaranto en la formulación de las hojuelas de kiwicha puede mejorar la capacidad de retención de agua de las hojuelas. Los autores encontraron que las hojuelas producidas a partir de una mezcla de kiwicha y proteínas de amaranto presentaron una mayor capacidad de retención de agua en comparación con las hojuelas producidas solamente a partir de kiwicha. Según Vidaurre-Ruiz et al (2019) se estudió una mezcla de harinas con granos andinos en donde la harina de kiwicha alcanzó valores de 95% de CRA.

C. Capacidad de Absorción de Lípidos

La Figura 3 muestra la distribución de los datos de la Capacidad de Absorción de Lípidos en cajas las cuales presentan datos atípicos en M1 y M2, los cuales se encuentran debajo del primer cuartil, asimismo, este gráfico muestra claramente que las muestras son significativamente diferentes con un p – valor de 0. 005. Los valores obtenidos fueron $M_1 = 411,90$, $M_3 = 299,86$ y $M_2 = 319,86$.

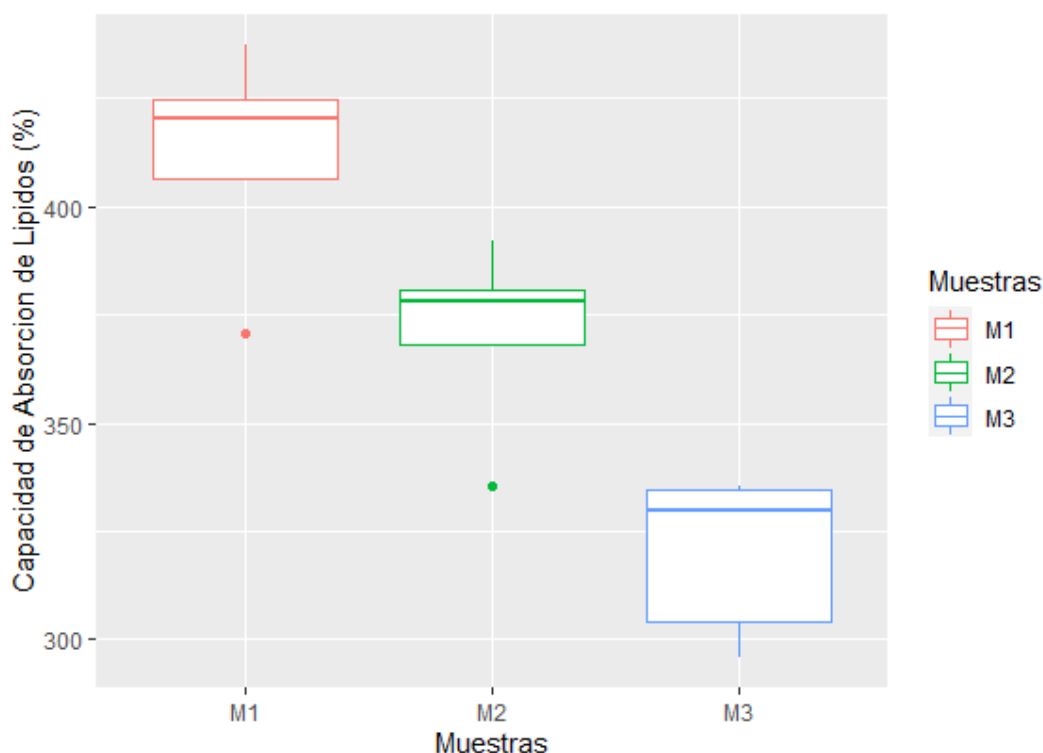


Figura 3. Boxplot del porcentaje de la Capacidad de absorción de Lípidos de las Hojuelas de kiwicha

La capacidad de absorción de lípidos se refiere a la cantidad de lípidos que pueden ser absorbidos por las hojuelas de kiwicha después de ser sometidas a un proceso de fritura o cocinado en aceite. Está asociado también, con la capacidad de retener el sabor y mejorar la suavidad de los alimentos procesados como panes, sopas y derivados cárnicos. Además, la interacción entre las proteínas y los lípidos contribuye a la elaboración de alimentos fritos (Morales et al., 2019). Una alta capacidad de absorción de lípidos permitiría estabilizar alimentos con alto contenido de grasa y emulsiones y lo contrario resultaría en una sensación grasosa en productos fritos (Granito et al., 2004). Un estudio realizado por Díaz et al. (2012) evaluó la capacidad de absorción de lípidos en hojuelas de kiwicha producidas por diferentes métodos de procesamiento. Los autores encontraron que las hojuelas producidas por extrusión tuvieron una mayor capacidad de absorción de lípidos en comparación con las hojuelas producidas por horneado. Los autores explicaron que la alta temperatura y presión utilizadas durante el proceso de extrusión pueden aumentar la porosidad y la superficie de las hojuelas, lo que permite una mayor absorción de lípidos durante la fritura. Además, un estudio llevado a cabo por Ayerza et al. (2009) encontró que la variedad de kiwicha utilizada para la producción de hojuelas también puede afectar la capacidad de absorción de lípidos. Los autores encontraron que las hojuelas producidas a partir de la variedad de kiwicha "Pata de Vaca" tuvieron una mayor capacidad de absorción de lípidos en comparación con las hojuelas producidas a partir de otras variedades. Por otro lado, un estudio realizado por Quispe-Fuentes et al. (2018) evaluó la capacidad de absorción de lípidos en hojuelas de kiwicha producidas con diferentes niveles de inclusión de quinua. Los autores encontraron que las hojuelas producidas con un mayor nivel de inclusión de quinua tuvieron una menor capacidad de absorción de lípidos en comparación con las hojuelas producidas solo a partir de kiwicha. Los autores explicaron que la presencia de quinua en la formulación puede reducir la porosidad de las hojuelas, lo que disminuye su capacidad de absorción de lípidos durante la fritura.

IV. CONCLUSIONES

El contenido de humedad y cenizas de las muestras de hojuelas de Kiwicha obtenidas de las zonas de Cusco y Puno cumplen con los requisitos de la NTP 106.106 para Perú. Dentro de las propiedades tecnológicas estudiadas, las más relevantes son capacidad de hinchamiento, Capacidad de retención de agua, Capacidad de Absorción de Lípidos. Las hojuelas de Kiwicha pueden ser consumidas o incorporadas como ingrediente en diversos alimentos como pastas, helados, yogurt, etc según el requerimiento.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burgos, V. E., Cristina, V., Castillo, D., Dirigir Correspondencia: Verónica, *, & Burgos, E. (2021). Use of pre-cooked kiwicha (*Amaranthus caudatus*) for the development of functional bars. *Revista Chilena de Nutrición*, 48(3), 307–318. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000300307>
- Calliope, S., Lobo, M., Sammán N. (2015). Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(4), 234-242
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food chemistry*, 124(2), 411-421.
- Galan, M. G., Drago, S. R., Armada, M., & González José, R. (2013). Iron, zinc and calcium dialyzability from extruded product based on whole grain amaranth (*Amaranthus caudatus* and *Amaranthus cruentus*) and amaranth/*Zea mays* blends. <Http://Dx.Doi.Org/10.3109/09637486.2012.753038>, 64(4), 502–507. <https://doi.org/10.3109/09637486.2012.753038>
- Granito, M., Guerra, M., Torres, A., & Guinand, J. (2004). Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna Sinensis*. *Interciencia*, 29(9), 521-526.
- Kanbar, A., Beisel, J., Wetters, S., Gutierrez, M. T., Graeff-Hönninger, S., & Nick, P. (2022). A rapid, simple, and reliable assay to authenticate Peruvian kiwicha (*A. caudatus*) for food applications. *European Food Research and Technology*, 248(11), 2779–2797. <https://doi.org/10.1007/S00217-022-04089-6/FIGURES/6>
- Mejía-Valvas, R. L. ., Gómez-Pando, L., & Pinedo-Taco, R. (2021). Caracterización de las unidades productivas del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en las provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz, en el departamento de Áncash, Perú. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 22(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1440
- Morales, Carla, Schwartz, Marco, Sepúlveda, Marcela, & Quitral, Vilma. (2019). Composición química y propiedades tecnológicas de alga roja, *Agarophyton chilensis* (ex *Gracilaria chilensis*). *Revista de Ciencia y Tecnología*, (31), 1-10. Recuperado en 19 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872019000100009&lng=es&tlng=es

- NTP 106.106 (2020). Granos Andinos. Hojuelas de Kiwicha. Requisitos. Recuperado en 19 de julio de 2023 de, http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5194/1/TESIS%20IA292_Pal.pdf
- Olalla-Salazar E. (2017). Proyecto de factibilidad para la industrialización y comercialización de hojuelas de amaranto en el [pontificia universidad católica del ecuador – matriz]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12909/%e2%80%9cPROYECTO%20DE%20FACTIBILIDAD%20PARA%20LA%20INDUSTRIALIZACI%c3%93N%20Y%20COMERCIALIZACI%c3%93N%20DE%20HOJUELAS%20DE%20AMARANTO%20EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pilco-Quesada, S., Tian, Y., Yang, B., Repo-Carrasco-Valencia, R., & Suomela, J. P. (2020). Effects of germination and kilning on the phenolic compounds and nutritional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science*, 94, 102996. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2020.102996>
- Ramos-Díaz, J. M., Rinnan, Å., & Jouppila, K. (2019). Application of NIR imaging to the study of expanded snacks containing amaranth, quinoa and kañiwa. *LWT*, 102, 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.029>.
- Salazar, R., Arámbula-Villa, G., Vázquez-Landaverde, P. A., Hidalgo, F. J., & Zamora, R. (2012). Mitigating effect of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) protein on acrylamide formation in foods. *Food Chemistry*, 135(4), 2293–2298. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2012.06.089>
- Sangronis, Elba, Machado, Carlos, & Cava, Rita. (2004). Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* Y *Caján cajan*) germinadas. *Interciencia*, 29(2), 80-85. Recuperado en 19 de julio de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000200007&lng=es&tlng=es.
- Serna-Cock, L., Pabón-Rodríguez, O. v., Quintana-Moreno, J. D., Serna-Cock, L., Pabón-Rodríguez, O. v., & Quintana-Moreno, J. D. (2019). Efectos de la Fuerza Iónica y el Tiempo de Remojo de Legumbres Secas sobre sus Propiedades Tecnofuncionales. *Información Tecnológica*, 30(2), 201–210. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200201>
- Vílchez Túpac, Luz M., Guevara Pérez, Américo, & Encina Zelada, Christian R.. (2012). Influencia del tamaño de partícula, humedad y temperatura en el grado de gelatinización durante el proceso de extrusión de maca (*Lepidium meyenii* Walp). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 78(2), 126-137. Recuperado en 14 de junio

de 2022, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2012000200007&lng=es&tlng=es.

Vidaurre-Ruiz, Julio Mauricio, Salas-Valerio, Walter Francisco, & Repo-Carrasco-Valencia, Ritva. (2019). Propiedades de pasta y texturales de las mezclas de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) en un sistema acuoso. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(1), 5-14. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.441>

ANEXO A. RESOLUCIÓN DE EXPEDITO



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

RESOLUCIÓN N° 0499-2023/UPeU-FIA-CF

Lima, Naña, 12 de setiembre de 2023

VISTO:

El expediente del bachiller **Walther Daniel Flores Pingo** identificado(a) con código universitario N° **200711418**, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Evaluación de las propiedades tecnofuncionales en Hojuelas de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)", presentado por el bachiller **Walther Daniel Flores Pingo**, reuniendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 12 de setiembre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

1. Declarar expedito al bachiller **Walther Daniel Flores Pingo**, para que sustente la tesis en formato artículo "Evaluación de las propiedades tecnofuncionales en Hojuelas de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero de Alimentos, el 27 de setiembre del 2023, a las 17:00 horas, en la modalidad virtual u online sincrónica.
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:

Presidente: Mtro. Alex Danny Chambí Rodríguez
Secretario: Ing. Enrique Mamani Cuela
Asesor: Ing. Ana Monica Torres Jimenez
Vocal: MSc. Carmen Rosa Apaza Humerez

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga
SECRETARIA ACADÉMICA (e)

cc:
-Interesado
-Jurado (05)
-Secretaría General
-Archivo

ANEXO B. EVIDENCIA DE SUMISIÓN



Wilma Peñafiel <wpenafiel@ulasalle.ed

Para: Monica Torres Jimenez Lun 12/06/2023 10:28

Mónica;

El artículo no fue admitido a revisión lo siento.

Wilma Peñafiel

Editora Revista Fides et Ratio

Universidad La Salle

Calle Jorge Carrasco, esquina las Palmas No. 450

Bologna

La Paz-Bolivia

