

Tesis - turnitin completo.pdf



My Files



My Files



Universidad Peruana Union

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::29566:518274461

Fecha de entrega

26 oct 2025, 11:17 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

26 oct 2025, 11:31 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis - turnitin completo.pdf

Tamaño del archivo

863.3 KB

27 páginas

9147 palabras

47.711 caracteres

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión



Caracteres reemplazados

33 caracteres sospechosos en N.º de páginas

Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
2	Publicación	Valentina Astiz, María Victoria Salinas, María Cecilia Puppo. "Propiedades fisicoqu..."	<1%
3	Internet	upc.aws.openrepository.com	<1%
4	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	<1%

Galleta proteica sin gluten a base de nuez amazónica, amaranto y hojuelas de avena

Shanelle Mahely Rivera Arias¹, Valeria Gesu Carbajal Pariona¹, Silvia Pilco Quesada,
Ibeth Anny Coavoy Sánchez

¹E.P. Ingeniería de Industrias Alimentarias, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

PALABRAS CLAVE

Alergia alimentaria
Celiaquía
Proteína
Anemia

R E S U M E N

La enfermedad celíaca es una afección en la que el sistema inmunitario reacciona de forma adversa al gluten, causando mala absorción de nutrientes y deficiencias como anemia y pérdida de peso. Ante la creciente demanda de productos sin gluten y la limitada oferta, el objetivo de esta investigación fue formular galletas sin gluten, utilizando harina de amaranto, harina de nuez amazónica y hojuelas de avena. Se evaluaron las diferentes propiedades tecnológicas, composición nutricional en materia prima y además la aceptación del consumidor de las galletas formuladas. Los resultados muestran que el uso de harinas como el amaranto y la nuez amazónica aumentan la proporción de proteína (hasta un $21.32 \pm 0.44\%$) y capacidad antioxidante ($15.87 \pm 0.34 \mu\text{mol ET/g}$), al igual se mostró que las galletas no solo satisfacen las necesidades del mercado, sino que promueven la diversificación de ingredientes locales, presentando una propuesta novedosa y nutritiva de beneficio para personas con una dieta específica libre de gluten.

© 2023 UPeU. Todos los derechos reservados

1. Introducción

Según Carillo (2008), la enfermedad celíaca (EC) es la intolerancia permanente al gluten dentro de la dieta. Moresco y Righi (2019) afirman que la eliminación total y permanente del gluten en la alimentación es el único tratamiento eficaz para este grupo de personas, aunque dicha dieta suele consistir en productos alimenticios poco disponibles, costoso, y en ocasiones, con un aporte nutricional deficiente. La ingesta de alimentos que contienen gluten desencadena una respuesta inadecuada del sistema inmunitario lo que provoca enteropatía y atrofia vellositaria en la mucosa del intestino delgado ocasionando malabsorción de nutrientes, proteínas, grasas, hidratos de carbono, sales minerales y vitaminas (Carrillo, 2008). Esto puede dar lugar a carencias nutricionales reflejadas en enfermedades como la anemia, déficit de vitaminas e hipocalcemia, incluso si la persona celíaca sigue una dieta equilibrada. Los síntomas más comunes incluyen diarrea crónica, pérdida de peso y anemia por deficiencia de hierro, además de dolor abdominal, flatulencia, hinchazón y deposiciones irregulares (Moscoso y Quera, 2015). En el 2011 se documentó sobre la sensibilidad al gluten no celiaca que causa alergias con síntomas de anafilaxia, asma de panadero y dermatitis de contacto; y se relaciona también con enfermedades autoinmunes como la enfermedad celíaca, ataxia por gluten y dermatitis herpetiforme (Villanueva, 2017; Martín, 2020). A pesar de la creencia generalizada de que solo el trigo contiene gluten, existen otras variedades de cereales como el centeno (*Secale cereale*), espelta (*Triticum spelta*), kamut (*Triticum turgidum*), triticale (*Triticum spp x Secale cereale*) y la cebada (*Hordeum vulgare*) que también contienen gluten, siendo formado por otras proteínas como la unión de la gliadina y glutenina, aunque en menor proporción (Molina 2013).

Por otro lado, uno de los productos globalmente populares son las galletas, con infinitas posibilidades de innovación en su desarrollo, las galletas sin gluten en el mercado de Latinoamérica son escasas, ya que requiere reemplazar la harina de trigo, incluyendo ciertos almidones como las fracciones de proteínas (Macedo, 2021). En España, las galletas sin gluten

representan el segundo producto más consumido, abarcando un 21% de las ventas de productos libres de gluten (Martín 2020). En países latinoamericanos como Argentina y Colombia el reconocimiento de la enfermedad es reciente y por ende hay una limitada oferta en el mercado, en Chile ha crecido y se ha triplicado la disponibilidad de productos sin gluten, impulsado también por consumidores no celiacos (Cavero Bravo & Saenz Peralta, 2020). La industria de productos libre de gluten está en crecimiento debido a la demanda de consumidores con necesidades específicas, pero aún enfrenta desafíos en la producción y cumplimiento de normativas (Miguens 2015, Comisión Europea 2009 y Estévez y Araya 2016). La tecnología para desarrollar alimentos sin gluten aún requiere ajustes para lograr productos con características nutricionales similares a los convencionales, según Molina (2013). Además de la disponibilidad y accesibilidad de productos comerciales para celiacos, la elección de alimentos es un desafío debido a la falta de opciones en el mercado (Lugo 2015, y Estévez y Araya 2016).

Por ende, el objetivo de esta investigación fue elaborar galletas sin gluten a base de harina de nuez amazónica, amaranto y hojuelas de avena dando una alternativa nutritiva y segura para las personas con enfermedad celiaca o con necesidades nutritivas libres de gluten.

2. Materiales y Métodos

2.1. Materia prima

Las materias primas utilizadas fueron harina de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) con origen de Apurímac de la variedad de Oscar Blanco, harina de nuez amazónica (*Bertholletia excelsa*) con origen de Madre de Dios y hojuelas de avena integral (*Avena sativa*) proveniente de Chachapoyas, departamento de Amazonas, Perú.

2.2. Proceso de elaboración

El proceso de la elaboración de galletas descrito en la **tabla 1**, consistió en el cremado de la margarina, panela y vainilla en una batidora semi-industrial (KitchenAid 300 W, 5KSM150, USA) por 8 minutos a velocidad media hasta obtener una mezcla cremosa; posteriormente, se incorporó la mezcla de harinas junto al polvo de hornear, sal, bicarbonato de sodio por 6 minutos. Por último, con un bolillo se aplanó a un grosor de 5mm y fueron cortados con un molde redondo de 5 mm. Se hornearon a 150 °C por 12 minutos en un horno convencional (Indurama, Roma 32, país no

especificado). Se enfriaron a temperatura ambiente por 1 hora. Luego se almacenaron en bolsas de polipropileno a temperatura ambiente hasta su posterior análisis.

Tabla 1 – Formulación de las galletas

Ingredientes	%	g
Harina de amaranto	33.3 - 43.3	184-141.5
Harina de nuez amazónica	23.3 - 33.3	99 – 141.5
Hojuelas de avena	23.4 - 33.4	99 - 142
Mantequilla	15	126.6
Panela	12	85

2.3. Métodos de análisis

Se usaron los métodos estandarizados de AOAC (2005): humedad (AOAC 925.09), grasa (AOAC 920.85), cenizas (AOAC 923.03), proteínas (AOAC 955.39) (Nx6.25), fibra cruda (NTP 205) y los carbohidratos se calculados por diferencia: $\%CHO = (100 - (\%Humedad + \%Grasa + \%Ceniza + \%Proteína))$. Además, se realizó la caracterización fisicoquímica como acidez y pH. Al final se realizó una determinación de presencia de gluten en el producto final.

Cada análisis se realizó por triplicado y expresado como el valor medio y la desviación estándar.

2.3.1. Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante

Se realizó la extracción de los fenólicos de las muestras con 30ml de solvente metanol al 70% acidificado con ácido acético al 0.1% siguiendo el método de Pilco-Quesada *et al.* (2020). Ambos extractos conservados a -18 °C hasta su análisis. Luego se empleó un reactivo de Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi (1965); Torres & Ganoza, 2017). Se tomó 250µL de Folin-Ciocalteu (dilución

1:5 en agua destilada, v/v) y se sonificó (Branson 2800, CPX-952-216R, EE.UU.) durante 15 minutos. Luego se añadió 1250 μ L de carbonato de sodio 75g/L a la solución, que se agitó con vortex (Kelsun, KSL-2000, China) y se dejó reposar por 30 minutos. Posteriormente, se midió la absorbancia a 755 nm. Finalmente, la concentración de fenoles totales (TPC) se determinó mediante una curva estándar de ácido gálico (0.04 – 0.25 mg/ml) y se expresó en mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de muestra en base húmeda (mg AGE/g muestra b.h.). Y la capacidad antioxidante fue mediante el método ABTS recomendado por Corral-Aguayo *et al.* (2008), con ligeras modificaciones, expresado en micro moles equivalentes de Trolox por gramo de muestra en base húmeda (μ mol ET/g muestra b.h.).

2.3.2. Propiedades físicas

2.3.2.1. Densidad aparente

Se aplicaron los métodos modificados descritos por Kaur *et al.* (2013) y Piazza & Masi (1997). Para ello, se llenó una probeta graduada de 100 cm³ con las muestras de harina y formulaciones de galletas, además se midió y pesó la muestra de galleta antes de entrar al horno y al salir. La densidad aparente se determinó dividiendo el peso de la muestra entre su volumen (g/cm³).

2.3.2.2. Capacidad de absorción de agua (WAC) y de aceite (OAC)

Se utilizó el método modificado de Aboubakar *et al.* (2008). Se agregó 1 g de harina compuesta en 10 ml de agua destilada (densidad de 0.98 cc/g) o aceite (densidad de 0.91 cc/g) en tubos de centrífuga previamente pesados. La mezcla se agitó intermitentemente durante un reposo de 30 minutos a temperatura ambiente y luego se centrifugó (Listo, C-2204, Rusia) a 3000 rpm durante 30 minutos y se pesó el sobrenadante en una probeta. El WAC y OAC se expresó como gramos de agua o aceite por gramo de muestra en base seca.

2.3.2.3. Rendimiento de horneado

Se empleó el método modificado de Bala *et al.* (2015) para calcular el rendimiento de horneado de las galletas. Este se determinó como el porcentaje resultante de la relación entre el peso de la masa cruda y el peso del producto horneado.

2.3.2.4. Factor de propagación

Se utilizó el método AACC 10-50.05 (AACC International, 2000). Se midió el ancho (W) y el grosor (T) de las galletas en centímetros. El factor de propagación se determinó mediante la relación W/T después de 30 minutos de enfriamiento. Para medir el ancho total, las galletas se colocaron borde a borde y se registraron la medida resultante.

2.3.3. Cuantificación de gluten por ELISA 12 con el kit AgraQuant Gluten G12

Se pesaron 0,25 g de muestra y se colocaron en un tubo, al que se añadieron 2,5 mL de una solución de extensión. La mezcla se incubó a 50 °C durante 40 minutos. Luego, se agregaron 7,5 mL de etanol al 80 % y se agitó en un rotador durante 60 minutos para realizar la extracción. Los extractos obtenidos se centrifugaron a $2000 \times g$ durante 10 minutos.

Los pocillos fueron lavados cinco veces con el tampón de lavado. Seguidamente, se incorporaron 100 μ L del conjugado en cada pocillo, se incubaron durante 20 minutos y se eliminó el exceso. Este procedimiento de lavado se repitió cinco veces. Luego, se añadieron 100 μ L del sustrato a cada pocillo y se incubaron durante 20 minutos en oscuridad. Finalmente, se agregaron 100 μ L de la solución de parada y se procedió a medir la absorbancia a 450 nm (Yu et al., 2021).

2.4. Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA), como variable independiente se consideró tres formulaciones en diferentes proporciones de harinas de amaranto (HA), harina de nuez amazónica (HNA) y hojuelas de avena (HJA): formulación 1 se utilizaron 33.3% de HA, 33.3% de HNA y 33.4% de HJA; en la formulación 2, las proporciones fueron 43.3% de HA, 23.3% de HNA y 33.4% de HJA; mientras que en la formulación 3 se aplicó 43.3% de HA, 33.3% de HNA y 23.4% de HJA. Cada uno de las formulaciones fueron repetidas tres veces, sumando un total de nueve experimentos. Como variables dependientes se consideraron: análisis fisicoquímicos (acidez y pH), análisis proximal (humedad, grasa, proteína, fibra y cenizas), compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, propiedades físicas (densidad aparente, capacidad de absorción de agua (WAC) y de aceite (OAC), rendimiento de horneado, factor de propagación), cuantificación de gluten por Elisa 12 y evaluación sensorial.

3. Resultados

En la **figura 1** se observa la apariencia de las galletas horneadas, dado que las proporciones de harinas y hojuelas son diferentes se muestra una textura y apariencia distintas en cada una.

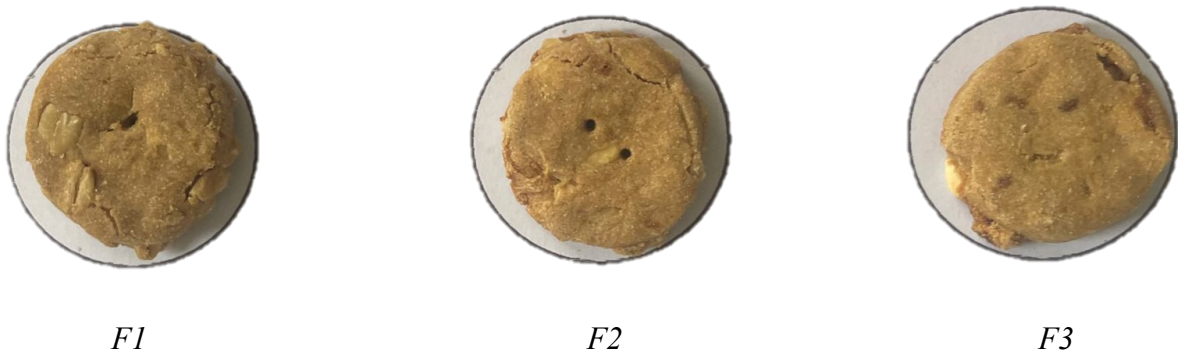


Figura 1 Formulaciones de las galletas sin gluten

3.1. Análisis proximales y fisicoquímicos en materia prima

A continuación, se detallan los resultados fisicoquímicos y proximales de la hojuela y harinas con los promedios y desviación estándar que se obtuvo mediante triplicado. Los valores de la harina de nuez amazónica y las hojuelas de avena en grasas, proteína y fibra son resultado de la información proporcionada de su empaque en porciones de 100g.

Tabla 2 – Análisis proximales y fisicoquímicos en materia prima

Parámetros	HA	HNA	HJA
pH (%)	6.86 ± 0.15 ^a	5.94 ± 0.02 ^b	6.13 ± 0.02 ^b
Acidez (%)	0.03 ± 0.00 ^b	0.04 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^c
Humedad (%)	9.59 ± 0.18 ^a	6.85 ± 0.43 ^c	8.50 ± 0.35 ^b
Cenizas (%)	1.77 ± 0.54 ^b	10.14 ± 0.92 ^a	0.40 ± 0.17 ^b
Grasas (%)	7.34 ± 0.17 ^b	33.00 ± 0.00 ^a	7.00 ± 0.00 ^c
Proteína (%)	12.38 ± 0.29 ^b	38.00 ± 0.00 ^a	12.10 ± 0.00 ^b
Fibra (%)	1.33 ± 0.07 ^c	9.5 ± 0.00 ^a	5.9 ± 0.00 ^b
Carbohidratos	69.18 ± 0.03 ^b	12.01 ± 0.82 ^c	72.00 ± 0.18 ^a

Donde: ^{a,b,c} Superíndices distintos entre filas, indican diferencia significativa ($p < 0,05$), según Tukey.

En la **tabla 2** se presentan los resultados del análisis proximal y fisicoquímico de las muestras evaluadas, donde se observaron diferencia significativa ($p < 0.05$) en todos los parámetros analizados. La muestra HA presentó los valores más altos de pH y humedad, mientras que HNA destacó por su mayor acidez, contenido de cenizas, grasas, proteína y fibra. Por su parte, HJA mostró valores intermedios o bajos en la mayoría de las variables. Estos resultados evidencian diferencias notables en la composición de las muestras, lo cual puede estar relacionado con su origen o tratamiento previo.

3.2. Análisis proximales y fisicoquímicos en formulaciones de galletas

Tabla 3 – Análisis proximales y fisicoquímicos de las formulaciones de galletas

Parámetros	F1	F2	F3
pH	8.27 ± 0.11^b	8.47 ± 0.04^a	7.79 ± 0.06^c
Acidez (%)	0.00 ± 0.00^b	0.00 ± 0.00^b	0.01 ± 0.00^a
Humedad (%)	4.46 ± 0.14^b	4.52 ± 0.10^b	5.09 ± 0.18^a
Cenizas (%)	5.59 ± 0.70^a	5.35 ± 1.28^a	5.36 ± 0.46^a
Grasas (%)	$14.65 \pm 0.15^{a,b}$	15.00 ± 0.23^a	14.09 ± 0.29^b
Proteína (%)	20.85 ± 0.03^a	18.25 ± 1.49^b	21.32 ± 0.44^a
Fibra (%)	$0,94 \pm 0.11^b$	$1.03 \pm 0.06^{a,b}$	1.37 ± 0.08^a
Carbohidratos (%)	54.45 ± 0.68^b	56.87 ± 1.28^a	54.14 ± 0.31^b

Donde: ^{a,b,c} Superíndices distintos entre columnas, indican diferencia significativa ($p < 0,05$), según Tukey.

La **tabla 3** se muestra los resultados del análisis proximal y fisicoquímico de las tres formulaciones de galletas. Se observaron diferencia significativa ($p < 0.05$) en la mayoría de los parámetros. F2 presentó el pH más alto (8.47%), mientras que F3 mostró mayor acidez, humedad, proteína y fibra. En contraste, F1 destacó por su mayor contenido de grasa. El contenido de cenizas fue similar entre F1 y F3, pero menor en F2. Estos resultados reflejan que la variación en las formulaciones influye en las propiedades fisicoquímicas del producto final, por las proporciones diferentes de las harinas utilizadas.

3.3. Análisis de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante

Tabla 4 – Análisis de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante

Código de muestras	Fenólicos totales (mg AGE/g muestra b.h)	Capacidad Antioxidante (μ mol ET/g muestra b.h.)
HA	0.25 ± 0.01	2.54 ± 0.25
HNA	1.89 ± 0.11	22.4 ± 0.48
HJA	0.31 ± 0.02	3.37 ± 0.39
F1	1.21 ± 0.02	15.87 ± 0.34
F2	1.13 ± 0.02	12.37 ± 0.74
F3	1.12 ± 0.13	13.21 ± 1.67

Los resultados de la **tabla 4** se presentan los análisis de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante de las muestras HA, HNA y HJA. Se evidenció que las muestras HNA presentó los valores más altos en ambos parámetros, con 1.89 ± 0.11 mg AGE/g muestra b.h y 22.4 ± 0.48 μ mol ET/g muestra b.h., superando a HA y HJA. De manera similar, en el caso de la muestra F1 mostró ligeramente el mayor contenido fenólico (1.21 ± 0.02 mg AGE/g muestra b.h) y mayor capacidad antioxidante (15.87 ± 0.34 μ mol ET/g muestra b.h.).

3.4. Evaluación de propiedades físicas

Tabla 5 – Determinación de densidad aparente y capacidad de absorción de agua (WAC) y aceite (OAC)

Código de muestras	Densidad aparente	Capacidad de absorción de agua (WAC)	Capacidad de absorción de Aceite (OAC)
HA	0.50 ± 0.01^a	8.54 ± 0.11^a	$7.25 \pm 0.10^{a,b}$
HNA	0.45 ± 0.01^b	6.84 ± 0.23^b	7.47 ± 0.10^a
HJA	0.51 ± 0.01^a	8.19 ± 0.07^a	6.79 ± 0.32^b
F1	0.50 ± 0.01^a	8.83 ± 0.04^a	7.42 ± 0.13^a
F2	0.40 ± 0.02^b	$8.93 \pm 0.05^{a,b}$	7.27 ± 0.12^a
F3	0.50 ± 0.01^a	8.75 ± 0.04^b	7.24 ± 0.06^a

Donde: ^{a,b} Superíndices distintos entre columnas, indican diferencia significativa ($p < 0,05$), según Tukey.

En la **tabla 5** se evidencia las diferencias de HNA frente a HA y HJA, destacando por su menor densidad aparente y capacidad de absorción de agua, pero con una mayor afinidad por el aceite, esto debido a ser una harina de una nuez, tiende a ser hidrofílica. En cuanto a las formulaciones, se observaron diferencias significativas en algunas propiedades. La formulación F2 mostró una densidad aparente más baja, lo que indica una textura más ligera, y una capacidad de absorción de agua ligeramente superior, aunque solo significativamente distinta frente a F3. No se identificaron diferencias significativas en la capacidad de absorción de aceite entre las formulaciones. En general, se evidencian ciertas variaciones funcionales, especialmente en la densidad, mientras que el comportamiento frente a la absorción de aceite y agua se mantiene similar entre las muestras.

Tabla 6 – Determinación de rendimiento de horneado, factor de propagación y gluten

Código de muestras	Rendimiento de horneado (%)	Factor de propagación	Presencia de gluten (ppm)
F1	94.67 ± 0.02 ^a	8.93 ± 0.81 ^a	<4
F2	94.33 ± 0.07 ^a	9.32 ± 1.00 ^a	<4
F3	92.33 ± 0.02 ^a	9.12 ± 0.83 ^a	<4

Donde: ^{a,b} Superíndices distintos entre columnas, indican diferencia significativa (p<0,05), según Tukey.

No se observaron diferencias significativas entre las tres formulaciones en cuanto al rendimiento de horneado y el factor de propagación presentados en la **tabla 6**.

La evaluación sensorial se realizó con un total de 50 jueces consumidores no entrenados, quienes valoraron la aceptabilidad general de tres formulaciones de galletas proteicas sin gluten (muestras 270, 403 y 623) utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 corresponde a “Me disgusta extremadamente” y 9 a “Me gusta extremadamente”.

3.5. Análisis sensorial

Tabla 7 – Análisis de la evaluación sensorial de las 3 formulaciones

Muestra.	Media	Conclusión
----------	-------	------------

270 (F1)	5.13 ± 1.80^b	“Ni me gusta, ni me disgusta”
403 (F2)	6.35 ± 1.89^a	“Me gusta ligeramente”
623 (F3)	6.13 ± 1.97^a	“Me gusta ligeramente”

Donde: ^{a,b} Superíndices distintos entre columnas, indican diferencia significativa ($p < 0,05$), según Tukey.

No se mostraron diferencias significativas entre la F2 y F3, siendo mayor aceptados sensorialmente entre los jueces en comparación con la F1.

4. Discusión

4.1. Análisis proximales y fisicoquímicos en materia prima

En relación con el análisis de pH y acidez, se determinó que la harina de amaranto tenía un valor promedio de pH de 6.86 y una acidez de 0.03, valores similares a los reportados por Pascual & Zapata (2010) en la harina de amaranto de la variedad de *Amaranthus caudatus* L. quienes determinaron valores de pH y acidez de 6.0 y 0.18, respectivamente. En cuanto al contenido de humedad, el amaranto presentó un valor del 9.59%. Este valor es superior al reportado por Mamani *et al.* (2017), que determinaron de 5.76 % en amaranto de la variedad de *Amaranthus Caudatus* L. de Bolivia del N° EG-1. Sin embargo, Pascual & Zapata, (2010), obtuvieron un contenido de 10.3 % de la variedad de Oscar Blanco, lo cual es similar a los resultados presentados. Por otro lado, según Capurro & Huerta (2016), reportaron 12.51% de la variedad de Oscar Blanco encontrándose dentro del límite de 15% referido en la Norma Técnica Peruana 205.040 de INDECOPI, por ende, la harina de amaranto con 9.59% está dentro del límite.

La harina de amaranto presentó un contenido de 7.3% de grasa en la variedad estudiada, cercano al estudio de Calderón *et al.* (2010) que obtuvieron un 6.7% en la harina de amaranto de la India de la variedad VL-44. Por otro lado, la harina de amaranto presentó un contenido de ceniza del 1.77%, cercano al valor de 2.2% reportado por Pascual & Zapata, (2010) de la variedad de *Amaranthus Caudatus* L de Oscar Blanco de la provincia de Huaraz-Departamento de Ancash. Al igual Calderón *et al.* (2010) estudiaron la variedad VL-44 de India obteniendo un valor de 2.91% de cenizas en la harina cruda de amaranto. Asimismo, la harina de amaranto presentó un contenido de proteína 12.38%, fibra 1.33% y carbohidratos de 67.85% respectivamente, valores que se encuentran cercanos a los reportados por Laguna & Sifuentes, (2019), quienes obtuvieron 13.81%

de proteína y 2.62% de fibra en la variedad *Amaranthus caudatus* y de Martinez-Lopez *et al.* (2020) con 15.05 g/ 100g de proteína, 2.91g/ 100 g de ceniza y 62.41 g/100g de carbohidratos,

En un estudio de la nuez amazónica realizado por Saravia *et al.* (2020), determinaron que esta semilla contiene 3.51% de cenizas, valor menor presentado por la harina de este estudio (10.14%). Pomeranz & Meloan (1994) mencionan que esto puede deberse en la molienda y deshidratación del grano, por la cantidad de salvado o pericarpio del cereal o en este caso, cáscara que se pueda mantener en el momento de la molienda, haciendo que se filtren más minerales y aumente la cantidad de cenizas. Con respecto a la humedad Gomes *et al.* (2019) determinaron rangos entre 4.37 – 3.46 g/100 g de humedad en micropartículas del extracto de torta de nuez amazónica, siendo menor debido a la suposición por ser muestra de un producto que ha pasado por horneado previamente a los análisis.

Los resultados de la composición química de la hojuela de avena se presentan en la **tabla 2**. Se obtuvo un contenido de humedad de 8.50%, ceniza de 0.40% y grasa de 7.00%, valores que se encuentran cercanos a los reportados por Quispe (2022), quienes informaron 9.50% de humedad, 1.37% de ceniza y 6.03% de grasa. Por otro lado, el contenido de proteína fue de 12.10% y el de fibra de 5.9%, valores superiores a los reportados por Quispe (2022) para la variedad *Avena sativa*, que fueron de 8.54% de proteína y 1.65% de fibra.

4.2. Análisis proximales y fisicoquímicos en formulaciones de galletas

De acuerdo a los estudios de Quimis *et al.* (2020) en galletas libre de gluten a base de harina de quinua, plátano y hojuelas de avena reportaron un pH de 6.35 y acidez de 0.16%, la diferencia de una mayor acidez se puede explicar a la presencia del plátano que tiene un gran contenido de ácido orgánico predominante que es el ácido málico.

Según Quispe (2017), la nuez amazónica posee un 66% de contenido graso, duplicando el valor de la harina usada en la formulación de las galletas. Por otro lado, el contenido de grasa de la formulación F3 fue similar al estudio realizado por Silva-Paz *et al.* (2023), quienes obtuvieron un 10.4% en galletas a base de amaranto. Calderón *et al.* (2010) en galletas de amaranto mostraron un 15.45% de grasas, estando dentro de los valores de las formulaciones de galletas presentadas.

En comparación con el porcentaje de cenizas, Laguna & Sifuentes (2019) estudiaron una sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y harina de kiwicha obteniendo un valor en las

galletas optima de 0.94% de cenizas, Calderón *et al.* (2010) en galletas de harina de amaranto un valor de 1.79% se observa que hay diferencias en el contenido de cenizas para las formulaciones de las galletas.

3 Estudios realizados por Raj & Beryl (2018) evaluaron la sustitución parcial de harina de trigo por kiwicha hasta en un 60%, obteniendo un contenido proteico que osciló entre 6.43% y 7.22%, y un contenido de fibra entre 50.21% y 51.32%. Estos valores son inferiores a los obtenidos en las formulaciones de galletas presentadas en la **tabla 3**. Por su parte, según Raj & Beryl (2018), en un estudio sobre galletas dulces elaboradas con un 25% de harinas sucedáneas con kiwicha, se reportaron contenidos de proteína entre 8.65% y 9.25%, y de grasa entre 11.60% y 16.36%. Al comparar estos resultados con los obtenidos en las formulaciones analizadas, se observa un mayor contenido de proteína y niveles de grasa dentro del rango reportado debido a la composición nutricional de las harinas sucedáneas.

Al igual, en un análisis del polvo de extracto de torta de nuez amazónica de Gomes *et al.* (2019) mostraron un valor de 4.37% de humedad, similar al contenido de humedad de la F1 y no lejano a los resultados de las demás formulaciones. Además, se presenta que las tres formulaciones evaluadas superan el requerimiento mínimo de proteína (3.0%) establecido por la Noma Técnica Ecuatoriana INEN 2085:2005 y por las Especificaciones Técnicas de alimentos del Programa Nacional de alimentación Escolar Qali Warma (mínimo 8.5%). Las galletas elaboradas con harina de amaranto, nuez amazónica y hojuelas de avena alcanzaron contenidos proteicos que oscilan entre 18.25 % y 21.32 %. La formulación F3 presentó el valor más alto (21.32 %), seguida por F1. Asimismo, se muestra que las tres formulaciones cumplen con el límite máximo de humedad establecido por la normativa sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010/MINSA (12%).

4.3. *Análisis de compuestos fenólicos (TPC) y capacidad antioxidante por ABTS*

En la **tabla 4** los resultados de los compuestos fenólicos en materia prima son valores relativamente bajos. En la harina de amaranto (HA) el resultado fue de 0.25 mg AGE/g extraído con metanol al 70% y acidificado al 0.1% con ácido acético, comparando con Carrasco & Encina, (2008) en extracto metanólico de harina de *Amaranto Caudatus* variedad no especificada, obtuvieron valores cercanos al presente, variando entre 0.19 a 0.30 mg AGE/g, al igual que

Pazinatto *et al.* (2013) obteniendo valor entre 0.4 a 5.6 mg AGE/g encontrando más polifenoles, mientras Peiretti *et al.* (2017) realizaron la extracción con 80% de metanol en harina de amaranto sin variedad especificada, y obtuvieron resultados de 3.91 mg/g equivalentes de ácido gálico, siendo mucho mayor su valor al mismo. Procopet & Oroian (2022) identificaron de 8 de 12 compuestos en las semillas de amaranto, estas fueron: ácidos vanílico, cafeico, clorogénico, p-cúmarico, rosmarínico y flavonoides como kaempferol, miricetin y luteolina. Bang *et al.* (2024) en el estudio de nueve especies de amaranto, encontraron que la rutin fue el compuesto principal en todas las especies analizadas y siendo el fitoquímico de mayor poder antioxidante (Mazorra, 2011). Al igual, Carrasco & Encina, (2008) analizaron la capacidad antioxidante en la harina de amaranto y los valores oscilaron entre 39.17 a 56.08 mg/ácido gálico/100 g y del presente un valor de 2.54 mg ET/g, los mismos indican que este grano posee un alto contenido de compuestos fenólicos totales, que puede estar relacionada a una alta capacidad antioxidante, los valores de capacidad antioxidante de ellos oscilaron entre 556.43 a 660.37 mg ET/g siendo mayores. Pazinatto *et al.* (2013) obtuvieron valor de 0.88 ET/g, esto nuevamente puede ocurrir por el tipo de variedad de amaranto estudiado.

Cabe resaltar que los extractos de las muestras estuvieron en almacenamiento bajo - 18 °C durante 3 meses. Al-Dabbas *et al.* (2023) y Zhang *et al.* (2021) indican que en el estudio de los compuestos fenólicos y flavonoides tras la congelación por hasta 3 meses, encontraron que los fenólicos disminuyen con el tiempo en congelación, especialmente del primer mes, los flavonoides tienden a degradarse más.

Con respecto a la harina de nuez amazónica (HNA), el estudio de Selvin *et al.* (2020) determinaron los fenoles totales obteniendo un valor de 1.62 mg/g equivalente de ácido gálico, por otro lado, Braga *et al.* (2010) obtuvieron la mayor concentración de 0.43 y 1.23 mg AGE/g, ambos estudios obtuvieron valores aproximados al presente en la **tabla 4**. Vásquez *et al.* (2021) identificaron en la nuez amazónica principalmente ácidos hidroxibenzoicos, siendo ocho compuestos en su forma libre o derivados de ácido gálico, ácido elágico, ácido 4-hidroxibenzoico, ácido protocatecuico y ácido vainílico, en menor cantidad los ácidos hidroxicinámicos como el ácido ferúlico y ácido p-cumárico. En el estudio de la capacidad antioxidante, Selvin *et al.* (2020) mencionan que la alta capacidad antioxidante que tiene la nuez amazónica evita la oxidación lipídica reduciendo los riesgos de desarrollo de patologías como arteriosclerosis y algunos tipos de cánceres.

Por otro lado, Sánchez (2023) desarrolló un estudio de harina de avena para el desarrollo de un panqué, su extracción fue usando etanol al 51% con sonicación por 15 min a 60°C, obtuvo un valor de 0.86 ± 0.02 mg AGE/g y Morales & Sarmiento (2020) con un valor de 0.73 ± 0.02 mg AGE/g siendo similares al propio que fue de un 0.31 ± 0.02 . Según el estudio de Soykan et al. (2019), analizaron las fracciones ligadas, libres y conjugadas, estas mostraron que contienen compuestos como los ácidos 4-hidroxibenzoico, vainílico, cafeico, sirínico, p-cumárico, ferúlico y sinápico, además de 4-hidroxibenzaldehído y vainillina. Por otro lado, las tres avenantramidas (A, B y C) se detectaron únicamente en las fracciones libres y conjugadas. Con respecto a la capacidad antioxidante en harina de avena, Morales & Sarmiento (2020) obtuvieron un valor de 164.46 ± 9.49 μ mol ET/g muestra de galleta, más Sánchez (2023) mediante el método de ABTS en harina de hojuelas de avena obtuvo un valor de 3.34 μ mol ET/g de muestra siendo el valor más cercano al mismo, y en panqués de avena con un 2.5% de moringa obtuvo un valor de 12.77 ± 0.56 μ mol ET/g de muestra similar a las formulaciones F2 y F3.

En relación con galletas, Morales & Sarmiento (2020) también analizaron los compuestos fenólicos en galletas de avena y arveja, obtuvieron un valor de 1.47 mg AGE/g en muestras de galleta, comparando con las 3 formulaciones en la **tabla 4** no están alejados de este estudio. Pazinato *et al.* (2013) estudiaron productos a base de harina de amaranto, realizando la extracción en medio acuoso metanólico promediando un valor de 1.5 mg AGE/g, siendo cercano a la formulación F1 y similar a F2 y F3. En el estudio de galletas de Gomes *et al.* (2019), realizaron la extracción con metanol:agua al 3:97 v/v en micropartículas de torta de nuez amazónica, y almacenado a -20° hasta su análisis, el valor luego de 90 días de almacén similar al presente estudio fue bastante elevado con 1607 mg/100g, deduciendo que los valores altos es por ser micropartículas. Ellos también realizaron la extracción con etanol al 40:60 v/v de la torta de nuez amazónica determinando la capacidad antioxidante con un valor de 9.01 μ mol ET/g siendo el valor que coincidió en similaridad con el presente estudio.

4.3. Evaluación de propiedades físicas

En relación a la densidad aparente de la HA presentó un valor de 0.50 g/cm³ en **tabla 5**, similar al reportado por otros autores como Jain y Grewal (2015), y Martín Herrero (2022), quienes obtuvieron valores de 0.067 g/cm³, y 0.64 g/cm³, respectivamente, estudio en diferentes granulometrías de harina de amaranto de Coțovanu y Mironeasa (2021) obtuvieron densidades

comprendidas en 0.35 y 0.76 g/cm³, aun entre el valor presentado. En contraste, Singh & Punia (2020) reportó un valor de 6.06 g/ml, el cual es considerablemente superior al registrado para la harina de amaranto. Con respecto a este valor de 6.06g/ml excede ampliamente la densidad física para materiales pulverulentas y es incluso superior a la densidad de metales ligeros y probablemente indican errores de reporte.

Por su parte, la HJA registró una densidad aparente de 0.51 g/cm³, lo cual concuerda con lo reportado por Shah *et al.* (2016), quienes indicaron un valor de 0.39 g/ml, mientras que Venegas *et al.* (2009) obtuvieron 0.57 g/cm³ en harina de avena, resultado comparable al presente estudio. La ligera diferencia podría explicarse porque en esta investigación se emplearon hojuelas de avena, las cuales tienden a ocupar mayor volumen en comparación con la harina. De manera similar, Arriola-Guevara *et al.* (2020) reportaron un 0.41 g/ml en harina de salvado de avena, valor menor debido a su granulometría fina y alto contenido de fibra, principal característica que reducen su densidad aparente. La **tabla 5** se observó que la harina de amaranto presentó una mayor WAC, con un valor de 8.54 g/g, aunque inferior a los reportados por Urbina *et al.* (2023) y González *et al.* (2018), quienes informaron 137.60 ml/100 g y 220 ml/100 g para las variedades *Amaranthus caudatus* L. y *Amaranthus hypochondriacus* L., respectivamente. En cuanto a la capacidad de absorción de aceite, la harina de nuez amazónica presentó el valor más alto con 7.47 g/100 g, seguida por la harina de amaranto con 7.25 g/g, valor que supera al reportado por Shah *et al.* (2016), quienes indicaron 1.97 g/g.

Por otro lado, la HJA se registró en WAC y OAC de 8.19 g/g y 6.79 g/g respectivamente, lo cual es inferior al reporte de Venegas *et al.* (2009), quienes obtuvieron 1.14 g/g y 0.78 g/g en Harina integral de avena respectivamente, estas diferencias se deben a que la HJA al ser estructura laminada retiene agua principalmente por hinchamiento de la matriz de almidón y fibra. Según Oyola (2025) reportó 4.35 g/g en OAC en harina de avena valor que es inferior al resultado obtenido. Asimismo, Rodríguez *et al.* (2023) señalaron que en formulaciones de galletas con 15% de hojuelas de avena, los valores de WAC y OAC oscilaron entre 194.23% - 184.71% y 147.79% - 169.05 %, respectivamente, siendo también mayores a los encontrados en la presente investigación. Esta diferencia se explica porque en dichas formulaciones se empleó un 35% de harina de trigo, lo cual, por su contenido de gluten y lípidos, contribuye a la absorción de agua y a la formación de una red que atrapa parte de las grasas.

Por otro lado, los valores en factor de propagación de González (2019) y Brites *et al.* (2019) fueron similares al presente (8.93 – 9.32), con muestra de galletas sin gluten de alpiste y galletas libre de gluten de trigo sarraceno, mijo y semillas de chía, los resultados fueron de 8.82 y 8.29 de propagación similares al de F1 pero no lejano a las formulaciones F2 y F3 mostrados en la **tabla 6**. Por su parte, Dogruer *et al.* (2023) en una formulación con 60% harina de avellana, similar al presente por presencia de una harina de nuez, obtuvieron un valor de 7.47 cercano a la formulación F1. Mismo autor explica el comportamiento de los valores elevados, esto se deben a que dichas formulaciones que contienen harinas de mayor contenido lipídico tienen una baja capacidad de retención de agua y aumentan el factor de propagación.

Asimismo, los valores en rendimiento de horneado reportados por Espinoza & Tapia (2023) fueron similares a los obtenidos en el presente estudio (94.67 %). En su investigación con galletas sin gluten elaboradas a base de harina de arroz, mijo y kiwicha, alcanzaron un rendimiento de 96.74 %, comparable al de la formulación F1 y no muy distante de las formulaciones F2 y F3 mostrados en la **tabla 6**. Por otro lado, Oyola & Padilla (2020) reportaron un rendimiento significativamente mayor (190.56%) en galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de tocosh de papa y harina de kiwicha, valor elevado debido a la incorporación de insumos adicionales durante el mezclado.

En relación a los resultados del análisis de gluten, Cueva & Imbaquingo (2024) mediante el método de inmunocromatográfica cualitativo en galletas de soya (30%) y avena (70%), obtuvieron un resultado negativo en 100 g de muestra. Según con los requisitos establecidos en la Norma CODEX Stan 118-1979, “Norma del CODEX relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten”, los productos exentos de gluten no deben contener más de 20 mg/kg de esta proteína. Las formulaciones fueron determinadas libres de gluten, siendo aptas para personas celiacas o con requerimiento especial en la dieta.

4.4. Análisis sensorial

Varios estudios han documentado que los productos sin gluten suelen tener menos desempeño sensorial, especialmente en textura y sabor, comparados con los productos comerciales que contienen gluten. En el estudio de Ola *et al.* (2025) los consumidores prefirieron la textura y el sabor de las galletas convencionales frente a las sin gluten, notando que la condición de libre de gluten impactó en sabor y textura. En el contexto de este estudio, los comentarios agregados a la

evaluación sensorial indicaron que la F2 y F3 mostraban mejor crocancia y sabor, por ejemplo, un estudio de galletas sin gluten de Simons y Hall (2018) compararon múltiples formulaciones y la aceptabilidad general varió entre 1,4 a 8.3 dependiendo de la proporción de harina usada en las mezclas.

5. Conclusión

El presente estudio evidenció que la elaboración de galletas sin gluten a base de harina de amaranto (HA), harina de nuez amazónica (HNA) y hojuelas de avena (HJA) constituye una alternativa nutricionalmente completa y tecnológicamente viable para personas con una dieta en específica. Se alcanzaron niveles proteicos superiores a los mínimos exigidos por la normativa, destacando la formulación F3 con un 21.32 % de proteína. Al igual, las tres formulaciones cumplieron con los criterios de ausencia de gluten establecidos por el CODEX Alimentarius, avalando la seguridad alimentaria para este grupo de consumidores. Del mismo modo, la HNA, siendo poco estudiada, destacó por sus compuestos bioactivos. En adición, la evaluación sensorial reveló una aceptación favorable hacia las formulaciones F2 y F3, mismas que mostraron un equilibrio entre valor nutricional y características organolépticas. En último término, los hallazgos de esta investigación confirman que el uso de HA, HNA y HJA ofrece tanto una solución concreta frente a la limitada disponibilidad de productos libres de gluten, como un incentivo para potenciar el aprovechamiento de recursos locales con alto valor nutritivo. A partir de ello, se abre un camino hacia el desarrollo de propuestas innovadoras que fortalezcan la seguridad alimentaria, fomenten la sostenibilidad y, al mismo tiempo, generen un impacto positivo en la economía regional y en la diversificación de la industria alimentaria.

6. Referencias

- AACC International (2000). Approved methods of the AACC (10th ed.). St. Paul, Minnesota, USA.
- Aboubakar, Njintang, Y. N., Scher, J., & Mbofung, C. M. F. (2008). Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches. *Journal of Food Engineering*, 86(2), 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.10.006>
- Al-Dabbas, M. M., Moumneh, M., Hamad, H. J., Abughoush, M., Abuawad, B., Al-Nawasrah, B. A., Al-Jaloudi, R., & Iqbal, S. (2023). Impact of Processing and Preservation Methods and Storage

on Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activities of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Foods*, 12(19), 1–10. <https://doi.org/10.3390/foods12193711>

Arriola-Guevara, E., Gudiño-García, D. M., Prado-Ramírez, R., Mondragón-Cortez, P. M., Corona-González, R. I., & Guatemala-Morales, G. M. (2020). Estudio de los parámetros de freído sobre las propiedades fisicoquímicas de una botana hecha de harinas de maíz, chicharo y salvado de avena. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, 1–12. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.29718>

Bala, A., Gul, K., & Riar, C. S. (2015). Functional and sensory properties of cookies prepared from wheat flour supplemented with cassava and water chestnut flours. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1019815. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1019815>

Bang, J. H., Jo, I. H., Sebastin, R., Jeong, W. T., Oh, S., Heo, T. Y., Sung, J., Hyun, T. K., So, Y. S., Yu, J. K., AlGarawi, A. M., Hatamleh, A. A., Sung, G. H., & Chung, J. W. (2024). Comparative Analysis of Polyphenolic Compounds in Different Amaranthus Species: Influence of Genotypes and Harvesting Year. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 13(4), 501. <https://doi.org/10.3390/antiox13040501>

Braga ACC, Silva AE, Pelais ACA, Bichara CMG, Pompeu DR (2010). Atividade Antioxidante e Quantificação de Compostos Bioativos dos Frutos de Abri   (*Mammea americana*). *Alimentos e Nutri  o* 21(1):31-36.

Brites, L. T. G. F., Ortolan, F., da SILVA, D. W., Bueno, F. R., Rocha, T. de S., Chang, Y. K., & Steel, C. J. (2019). Gluten-free cookies elaborated with buckwheat flour, millet flour and chia seeds. *Food Science and Technology (Brazil)*, 39(2), 458–466. <https://doi.org/10.1590/fst.30416>

Calderón, A. M., Rojas-Martínez, M. E., Islas-Rubio, A. R., & Cabrera-Chávez, F. (2010). Gluten-Free Breads and Cookies of Raw and Popped Amaranth Flours with Attractive Technological and Nutritional Qualities. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(3), 241–246. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0187-z>

Capurro, J. M., & Huerta, D. G. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*). In *Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional del*

Santa. Universidad Nacional del Santa.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSR_4869d1833439e60b7de8f56ae0d7e9c0/Details?utm_source=chatgpt.com

Carrasco, R., & Encina, C. (2008). DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS DE CEREALES ANDINOS: QUINUA (*Chenopodium quinoa*), KANÍWA (*Chenopodium pallidicaule*) y KIWICHA (*Amaranthus caudatus*). *Mediterranean Quarterly*, 9(4), 85–99.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8835317>

Carrillo, D. M. (2008). *Desarrollo de una formulación optimizada de galletas para celíacos utilizando harinas de arroz y quinua libres de gluten*. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1190/1/ULEAM-POSG-CTA-0007.pdf>

Cavero Bravo, M. A., & Saenz Peralta, D. V. (2020). Análisis del uso y consumo de alimentos aptos para celíacos en la oferta gastronómica a nivel mundial. <http://hdl.handle.net/10757/655034>

Chauhan, A., Saxena, D. C., & Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *Lwt*, 63(2), 939–945. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.115>

Comisión Europea. (2009). REGLAMENTO (CE) N° 41/2009 DE LA COMISIÓN de 20 de enero de 2009 sobre la composición y etiquetado de productos alimenticios apropiados para personas con intolerancia al gluten. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 16, 3–5.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-80049>

Corral-Aguayo, R., Yahia, E., Carrillo-Lopez, A. & González-Aguilar, G. (2008). Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22), 10498 - 10504. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18956873/>

- Coțovanu, I., & Mironeasa, S. (2021). Impact of different amaranth particle sizes addition level on wheat flour dough rheology and bread features. *Foods*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/foods10071539>
- Cueva, W. K., & Imbaquingo, K. S. (2024). *Elaboración de galletas con bajo contenido de gluten a base de harina de avena (Avena sativa) y harina de soya (Glycine max)* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dcdc33ea-83f2-4bb4-9354-17897c78699b/content>
- Dogruer, I., Baser, F., Gulec, S., Tokatli, F., & Ozen, B. (2023). Formulation of Gluten-Free Cookies Utilizing Chickpea, Carob, and Hazelnut Flours through Mixture Design. *Foods*, 12(19), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods12193689>
- Espinoza, A., & Tapia, M. (2023). *Galletas libres de gluten: influencias sobre las propiedades tecnológicas y sensoriales* [Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/90ce6872-a50e-44a2-97e0-a297e72479b8/content>
- Estévez, V., & Araya, M. (2016). La dieta sin gluten y los alimentos libres de gluten. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(4), 428–433. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000400014>
- Gomes, S., Finotelli, P. V., Sardela, V. F., Pereira, H. M. G., Santelli, R. E., Freire, A. S., & Torres, A. G. (2019). Microencapsulated Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) cake extract powder as an added-value functional food ingredient. *Lwt*, 116(July), 108495. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108495>
- González, A. (2019). *Estudio del efecto de la adición de harina de alpiste sobre la calidad de galletas sin Gluten*. 1–34. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/38588>
- González, R., Bautista, M., Amaya, C., Báez, J., & Moreno, S. (2018). Evaluación tecno-funcional de la harina, aislado e hidrolizado proteico obtenidos de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*), quínoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) y chía (*Salvia hispanica L.*). *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 579–587. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/9/96.pdf>

- Kaur, M., Kaushal, P., & Sandhu, K. S. (2013). Studies on physicochemical and pasting properties of Taro (*Colocasia esculenta L.*) flour in comparison with a cereal, tuber and legume flour. *Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 94–100. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0227-6>
- Laguna, C. A., & Sifuentes, C. A. (2019). Optimización de la Sustitución Parcial de Harina de Trigo (*Triticum Aestivum*) por Harina de Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) y Harina de Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) en Galletas Tipo Cookie destinado a niños en edad escolar. In *Universidad Nacional del Santa*. Universidad Nacional del Santa. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3428>
- Lugo Lucumi, M. (2015). *La enfermedad celiaca y la contribución de la Ingeniería de Alimentos al desarrollo de nuevos productos sin gluten* (Issue 1). Universidad Del Valle. <https://hdl.handle.net/10893/17725>
- Macedo Ipince, K. B. (2021). *Plan de negocios para la introducción de galletas libres de gluten en el mercado canadiense*. Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/180114/Plan-de-negocios-para-la-introduccion-de-galletas-libres-de-gluten-en-el-mercado-canadiense.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Mamani, D. D., Gutierrez, M. D. P., Serrudo, J. A., & Gonzales, E. (2017). Parámetros de calidad de harinas de *Amaranthus caudatus Linnaeus* (amaranto), *Chenopodium quinoa Willd* (quinua), *Chenopodium pallidicaule Aellen* (kañahua), *Lupinus mutabilis Sweet* (tarwi) Quality. *Revista Con Ciencia*, 5, 27–38. https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-02652017000100003&script=sci_arttext
- Martín Herrero, A. (2022). *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo Propiedades físicas, funcionales y químicas de harina obtenida a partir de semillas de amaranto*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Instituto.
- Martín Sáez, I. (2020). Proyecto de desarrollo de galletas sin gluten elaboradas con harina de alpiste. Universidad de Valladolid. https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/43291/TFG-L2632.pdf?sequence=1&utm_source=chatgpt.com

- Martinez-Lopez, A., Millan-Linares, M. C., Rodriguez-Martin, N. M., Millan, F., & Montserrat-de la Paz, S. (2020). Nutraceutical value of kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). *Journal of Functional Foods*, 65(November), 103735. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103735>
- Mazorra, J. (2011). Enfoque proteómico del análisis del efecto “Título de la tesis” protector de la rutina y el lunasin de amaranto en (Tratar de hacerlo comprensible para el público general, sin abreviaturas) células NIH3T3 químicamente transformadas Tesis [Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.].
- MIDIS. (2024). *Especificaciones Técnicas de Alimentos del Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA*. <https://info.qaliwarma.gob.pe/pubweb/catalogo-esp-tec/>
- Miguens, A. (2015). *Análisis del mercado y la industria de alimentos saludables libres de gluten: alimentos saludables gluten free*. 57. <https://repositorio.utdt.edu/handle/utdt/2072>
- MINSA. (2011). Norma sanitaria para la fabricación , elaboración y expendio de productos de panificación , galletería y pastelería RM N ° 1020-2010 / MINSA . *Ministerio de Salud*, 51. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/norma de panaderias.pdf>
- Molina-Rosell, C. (2013). Alimentos sin gluten derivados de cereales. *Enfermedad Celíaca y Sensibilidad Al Gluten No Celíaca*, 447–461. <https://doi.org/10.3926/oms.27>
- Moresco, C., & Righi, H. (2019). Harina de plátano verde y su aplicación en galletas dulces con semillas de lino, libres de gluten. *Universidad Nacional de Córdoba*. <https://core.ac.uk/download/250405267.pdf>
- Morales, H., & Sarmiento, D. (2020). *Efectos causados a la salud por el uso del colorante Tartrazina y el edulcorante Ciclamato de Sodio en la industria alimentaria y su relación con la Bioética* (Issue 1) [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://190.119.145.154/handle/20.500.12773/11756>
- Moscoso J., F., & Quera P., R. (2015). Enfermedad celíaca: Revisión. *Rev. Med. Clin. Condes*, 26(5), 613–627. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2015.09.007>

- Ola, E., Hogan, V. J., & Seo, H. S. (2025). Descriptive Sensory Analysis of Gluten-Containing and Gluten-Free Chocolate Chip Cookies Available in the Marketplace. *Foods*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/foods14132233>
- Oyola, M. A., & Padilla, R. A. (2020). *Enriquecimiento de galleta con sustitución parcial de harina de tocosh de papa (Solanum tuberosum L) y harina de kiwicha (Amaranthus caudatus)*. Universidad Nacional de Barranca. <https://hdl.handle.net/20.500.12935/97>
- Oyola , R. J. (2025). Incorporación de harina de algarrobo y avena como sustitutos parciales de harina de trigo en barra de galletas [Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/14439/>
- Pascual, G., & Zapata, J. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*), usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *Rev. Soc. Quim, Perú*, 76(4), 377–388. https://www.redalyc.org/pdf/3719/371937619008.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Pazinatto, C., Malta, L. G., Pastore, G. M., & Netto, F. M. (2013). Antioxidant capacity of amaranth products: Effects of thermal and enzymatic treatments. *Food Science and Technology*, 33(3), 485–493. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000076>
- Peiretti, P. G., Meineri, G., Gai, F., Longato, E., & Amarowicz, R. (2017). Antioxidative activities and phenolic compounds of pumpkin (*Cucurbita pepo*) seeds and amaranth (*Amaranthus caudatus*) grain extracts. *Natural Product Research*, 31(18), 2178–2182. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1278597>.
- Piazza, L., & Masi, P. (1997). Development of crispness in cookies during baking in an industrial oven. *Cereal Chemistry*, 74(2), 135–140. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1997.74.2.135>
- 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(April), 102996. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102996>

- Pomeranz, Y., & Meloan, C. (1994). *Food Analysis; Theory and practice* (Third Edit). Chapman & Hall One Penn Plaza New York, NY 1011. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6998-5>
- Procopet, O., & Oroian, M. (2022). Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile. *Applied Sciences* (Switzerland), 12(4). <https://doi.org/10.3390/app12042181>
- Quispe Paucar, D. I. (2022). *Efecto del malteado en las características sensoriales y composición química proximal de hojuelas de avena (Avena sativa)* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA]. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/9298619e-a0ac-4fb3-848c-23afb89e3210>
- Quimis, O., Reyna, K., Lainez, S., & Flores, L. (2020). ACCEPTABILITY OF BISCUITS WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF FLOWERS FROM QUINOA, BANANA AND OAT AND DIFFERENT LEVELS OF SWEETENERS Información del artículo. *Revista Espam Ciencia Para El Agro*, 11(1), 47–54. <https://doi.org/10.51>
- Raj, P., & Beryl, J. (2018). Formulation and Standardization of Bajra Cookie Using Amaranth Flour As Partial Replacement. *International Journal of Scientific Research*, 7(2), 2–3. [https://www.worldwidejournals.com/international-journal-of-scientific-research-\(IJSR\)/fileview/February_2018_1517576971_256.pdf](https://www.worldwidejournals.com/international-journal-of-scientific-research-(IJSR)/fileview/February_2018_1517576971_256.pdf)
- Rodríguez, I., Benavides, Ru.-M., Jurado, B. K., Marulanda, M., & Zuluaga, C. M. (2023). Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con trigo,avena y quinua. *Revista Científica y Tecnológica*, 25(2). <https://doi.org/10.25100/iy.25i2>
- Sánchez, L. (2023). *Caracterización nutrimental y nutraceutica de un panqué de avena (Avena sativa L .) adicionado con moringa (Moringa oleifera L .)*.
- Saravia, S., Montero, I., Santos, R., Marcia, J., & María, da C. C. F. (2020). Determination of total phenolic compounds, antioxidant activity and nutrients in Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* H. B. K.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(8), 373–376. <https://doi.org/10.5897/jmpr2020.6953>
- Selvin, A. S. M., Ismael, M. F., Ricardo, S. A., Jhuniior, A. M. F., & María, da C. C. F. (2020). Determination of total phenolic compounds, antioxidant activity and nutrients in Brazil nuts

(*Bertholletia excelsa* H. B. K.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(8), 373–376.
<https://doi.org/10.5897/jmpr2020.6953>

Shah, A., Masoodi, F. A., Gani, A., & Ashwar, B. A. (2016). Geometrical, functional, thermal, and structural properties of oat varieties from temperate region of India. *Journal of Food Science and Technology*, 53(4), 1856–1866. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2119-2>

Silva-Paz, R. J., Silva-Lizárraga, R. R., Jamanca-Gonzales, N. C., & Eccoña-Sota, A. (2023). Evaluation of the physicochemical and sensory characteristics of gluten-free cookies. *Frontiers in Nutrition*, 10(January), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1304117>

Simons, C. W., & Hall, C. (2018). Consumer acceptability of gluten-free cookies containing raw cooked and germinated pinto bean flours. *Food Science and Nutrition*, 6(1), 77–84. <https://doi.org/10.1002/fsn3.531>

Singh, A., & Punia, D. (2020). Characterization and Nutritive Values of Amaranth Seeds. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(3), 27–33. <https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i330511>

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. J. (1965). Colorimetry to total phenolics with phosphomolybdic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(48), 144–158. <http://garfield.library.upenn.edu/classics1985/A1985AUG6900001.pdf>

Soycan, G., Schär, M. Y., Kristek, A., Boberska, J., Alsharif, S. N. S., Corona, G., Shewry, P. R., & Spencer, J. P. E. (2019). Composition and content of phenolic acids and avenanthramides in commercial oat products: Are oats an important polyphenol source for consumers? *Food Chemistry: X*, 3(April), 100047. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2019.100047>

Urbina, K. S., Santacruz, S. G., Guapi Álava, G. M., Revilla Escobar, K., & Aldas Morejon, J. P. (2023). Caracterización físicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2), 33–41. <https://doi.org/10.23850/24220582.5708>

- Vasquez, W. V., Martín, D., Miralles, B., Recio, I., Fornari, T., & Cano, M. P. (2021). Composition of Brazil nut (*Bertholletia excels* HBK), its beverage and by-products: A healthy food and potential source of ingredients. *Foods*, 10(12), 1–24. <https://doi.org/10.3390/foods10123007>
- Venegas, O., Pérez, D., & Ochoa, M. (2009). Propiedades funcionales de la harina de avena. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 19(2), 8–10. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/232016/232016_AVA/Unidad_3/Propiedades_funcionales_de_la_avena.pdf
- Yu, J. M., Lee, J. H., Park, J. D., Choi, Y. S., Sung, J. M., & Jang, H. W. (2021). Analyzing Gluten Content in Various Food Products Using Different Types of ELISA Test Kits. *Foods*, 10(1), 108. <https://doi.org/10.3390/foods10010108>
- Zhang, Y., Truzzi, F., D’amen, E., & Dinelli, G. (2021). Effect of storage conditions and time on the polyphenol content of wheat flours. *Processes*, 9(2), 1–11. <https://doi.org/10.3390/pr9020248>