Desarrollo de un producto horneado sin gluten con base en mezclas de harina de quinua, almidón de maíz y yuca.

John Alexander Grisales Martinez[1], Ana María Aristizábal Montoya[2]

Resumen

Los productos horneados y particularmente el pan han acompañado al hombre en un sinnúmero de culturas y en diferentes momentos de consumo. Sin embargo, la demanda de productos libres de gluten ha aumentado en los últimos años, bien sea por las nuevas tendencias de consumo o un posible aumento en la enfermedad celiaca. Esta investigación buscó el desarrollar un producto horneado sin gluten con base en mezclas de harina de quinua y almidones de maíz y yuca, que se semeje a los productos tradicionales en sus características sensoriales. El aporte nutricional de las materias primas se obtuvo de los reportes de la literatura disponibles y las Tablas de composición de alimentos colombianos, y posteriormente se establecieron dos formulaciones de producto, con los cuales se realizó un análisis sensorial para evaluar la aceptación por los consumidores potenciales, previo aval del comité de ética de los instrumentos y procedimiento de recolección de datos. Encontrando que la característica de olor fue mejor valorada para la formulación F001 con un 48% de los participantes con un gusta mucho, mientras que la formulación F002 el aspecto general obtuvo un 48% de me gusta y un 20% de me gusta mucho. El desarrollo de productos que ofrezcan al consumidor las características organolépticas de un panificable tradicional representa un reto en la formulación y abre las puertas a nuevos desarrollos de alimentos que respondan a las necesidades del consumidor.

Palabras clave*: Enfermedad celiaca (EC), hidrocoloides, alimento funcional, libre de gluten.*

Introducción

A lo largo de la historia los productos horneados, específicamente el pan, han sido una de las soluciones alimentarias más utilizadas en la gastronomía humana (Kušar et al., 2023). Estudios recientes demuestran que es uno de los alimentos base en la dieta Europea (Kušar et al., 2023), además de ser un elemento importante dentro de la dinámica social del individuo desde su infancia, influyendo en parte, en la calidad de vida del mismo (Pediatría et al., 2021).

Dado el aumento en la incidencia de problemas de salud pública como la Enfermedad Celiaca (EC)(Ros, 2020), la sensibilidad al gluten no celiaca y la alergia al trigo, patologías que deben diferenciarse histológicamente una de la otra (Boza & Rugama, 2018), no es de extrañar que sea la razón por la que cientos de empresas en la industria alimentaria, desarrollen alimentos libres de alérgenos, específicamente de gluten, siendo la EC la causa de más morbimortalidad entre estas alergias alimentarias(Ros, 2020), ya que su crecimiento, va en aumento exponencial desde 1997 hasta hoy, principalmente en América (Cantor, 2020), cuya dieta "occidental" alta en proteína animal y alimentos procesados, hace que la incidencia aumente más que en países que adoptan una dieta "mediterránea" o alta en vegetales, cereales integrales y bajo consumo de azúcar añadida (Chang et al., 2022).

No pocas investigaciones se han llevado a cabo, con el fin de desarrollar cada vez más productos alimenticios homólogos, no solo en apariencia sino también en textura y sabor (Soto-Jover, 2015), que simulen los horneados tradicionales derivados del trigo, la cebada y el centeno. Un ejemplo de ello, es la optimización de masas para pastas y croquetas sin gluten hecha en la ciudad de Cartagena por la tesis doctoral de Sonia Soto (Soto-Jover, 2015).

También la industria de las materias primas libres de alergenos, ofrece cada vez más alternativas a los fabricantes de alimentos "gluten free", para que desarrollen productos que

cumplan las características organolépticas de calidad similares al pan tradicional(Cantor, 2020), muestra de ello es la publicación de la revista Industria Alimentaria a cerca de las soluciones del pan sin gluten con Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) (Pelofske, 2017), así como la exploración de nuevos tipos de harinas de otras fuentes vegetales y el uso de los pseudocereales como alternativa para el desarrollo de alimentos (Mu et al., 2023).

La quinua por ejemplo es un cereal prometedor a la hora de ofrecer al consumidor una solución al tratamiento de su enfermedad celiaca y a la vez un producto panificable de alto valor nutricional (Torres et al., 2021).

La Enfermedad Celiaca (EC) es una patología autoinmune que afecta directamente el intestino delgado, causando deterioro del mismo y dificultando o anulando en algunos casos, la correcta absorción de nutrientes en el individuo al consumir alimentos con gluten (Boza & Rugama, 2018). Resulta preocupante que esta patología y otras asociadas, afecta a gran cantidad de niños en la actualidad, por ejemplo en Estados Unidos para el año 2018, 1 de cada 13 niños presento alguna alergia alimentaria, incluyendo la EC (Cantor, 2020), y para el 2005 ya había aumentado la tasa en adultos a 11,13/100.000 habitantes, y 7/100.000 habitantes en todo el mundo (Miró et al., 2020). Esto es preocupante ya que la afección intestinal y con ello una malabsorción podría llevar a cientos de niños a una desnutrición crónica y con ello un inadecuado crecimiento y desarrollo (Sciarini et al., 2016).

Por lo anterior, el desarrollo de alimentos sin gluten es casi una urgencia, ya que son el tratamiento más efectivo para dicha patología. Sin embargo, es el gluten quien proporciona las características organolépticas adecuadas (Sciarini et al., 2016), para que el consumidor final acepte el producto y lo catalogue comestible y agradable al paladar, pero los avances tecnológicos han puesto a disposición de la industria alimentaria aditivos como los hidrocoloides, que fácilmente pueden cumplir el papel del gluten en los alimentos “Gluten

Free" (Soto-Jover, 2015). Sumado a la EC, está la actual "tendencia saludable" del consumo de alimentos sin gluten, lo que ha incrementado la demanda de los mismos, y con ello las oportunidades de cientos de empresas dedicadas a la producción de alimentos, para crecer sus ventas a través de alimentos que suplan dicha necesidad, contribuyendo así con el crecimiento económico del país (Cantor, 2020).

Otro factor determinante para considerar es la urgente evolución de la forma alimentaria de la población moderna, a saber, el facilismo culinario, y esto traducido no es más que la facilidad que demandan las personas para no solo alimentarse, sino también nutrirse correctamente, y esto a través de pequeños snacks que puedan llevarse a sus lugares de trabajo, estudio, lugares de socialización, etc. (Agosto, 2017). Por supuesto que el nicho de mercado "Gluten Free" no son la excepción (Parker, 2020).

Para la fabricación de productos panificables sin gluten es común emplear pseudocereales como la quinua (Kahlon et al., 2016), ésta es un grano redondo y pequeño similar al sorgo, con un alto aporte nutricional y proteico (Aguiar et al., 2021), estas materias primas en asocio con almidones y otros aditivos permiten el desarrollo de productos horneados que cumplen con las características sensoriales similares a los productos elaborados con trigo (Jagelaviciute & Cizeikiene, 2021).

Con el propósito de contribuir con la industria alimentaria y aportar una opción más de alimentos libres de gluten, de un alto valor nutricional (Aguiar et al., 2021), y organolépticamente aceptado, se desarrolló este producto horneado sin gluten con base en mezclas de harina de quinua, almidón de maíz y yuca.

Metodología

El desarrollo de un producto horneado sin gluten con base en mezclas de harina de quinua, almidón de maíz y yuca, fue una investigación cuantitativa de tipo experimental que buscó desarrollar un alimento comercial que cumpliera con las características organolépticas ideales para la aceptación del consumidor final a través de una evaluación sensorial, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

Se caracterizaron las materias primas y aditivos requeridos de acuerdo con los reportes de literatura y la Tabla de Composición de Alimentos Colombianos TCAC v8 (2018). La formulación del horneado sin gluten se hizo a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinua*), almidón de maíz (*Zea Mays*) y almidón de yuca (*Manihot esculenta*), con otros ingredientes y aditivos permitidos por la legislación vigente y Codex Alimentarius (CXS 192), de acuerdo con un diseño de mezclas se obtuvieron dos formulaciones que fueron evaluadas, como se muestra en la tabla 1. Cabe resaltar que, además de las diferencias en las proporciones en cada una de las fórmulas, hay una variación entre ambas en el contenido graso, ya que la F001 no contiene aceite vegetal contrario a la formulación F002.

***Tabla 1**. Formulaciones del horneado libre de gluten a) F001 y b) F002*

Ingredientes	% Formulación
Agua	49.5%
Harina de quinua	18.3%
Almidón de maíz	14.9%
almidón de yuca	7.4%
Melado de panela	5.0%
Linaza molida	1.0%
Goma Xantana	1.0%
Vinagre de manzana	1.0%
Sal Marina	0.7%
Semilla de Chía	0.7%
Levadura instantánea	0.5%

a)

Ingredientes	% Formulación
Agua	44.0%
Harina de quinua	19.6%
Almidón de maíz	14.7%
Almidón de yuca	7.3%
Aceite vegetal	4.9%
Melado de panela	3.9%
Linaza molida	1.5%
Sal Marina	1.2%
Vinagre de manzana	1.0%
Semilla de chía	0.98%
Levadura	0.5%
Goma Xantana	0.5%

b)

Para la elaboración del horneado se mezclaron los ingredientes y materias primas de acuerdo con la formulación, se amasaron hasta homogenizar los ingredientes y posteriormente se moldearon, luego se dieron los tiempos de fermentación a temperaturas de 35 a 40°C, pasados 90 minutos de fermentación, se hornearon las masas a temperaturas entre 140 y 180°C con un control del tiempo hasta adquirir la cocción del producto.

Para la evaluación sensorial se convocaron 50 panelistas, hombres y mujeres, consumidores regulares y/o potenciales de alimentos libres de gluten, mayores de edad y consumidores habituales de productos panificables. A los que se les tomó el consentimiento informado, previamente aprobado por el comité de ética de la Universidad, una vez aceptada la participación, se les comunicó que la evaluación sensorial del producto no representaba ningún riesgo para su salud y cuál era el objetivo del proyecto. Seguido a esto, se procedió a realizar la evaluación empleando una escala hedónica de 5 puntos establecer el nivel de aceptación de las características de olor, sabor, color, textura y aspecto general, al entregar las muestras en recipientes desechables y codificados aleatoriamente para no sesgar la percepción.

Para evaluar el grado de aceptación y la percepción de las características sensoriales del horneado libre de gluten se realizó un análisis descriptivo sobre las variables anteriormente mencionadas; se empleó Microsoft Excel® para el análisis de los datos y las figuras se presentaron en diagrama de barras, a partir de los promedios de cada característica evaluada.

Resultados

Para la formulación del producto horneado sin gluten, se procedió a caracterizar el aporte de macro y micronutrientes de acuerdo con la Tabla de Composición de Alimentos Colombianos TCAC v8 (2018). La tabla 2 presenta el aporte de macronutrientes y la tabla 3 de los micronutrientes.

***Tabla 2**. Aporte de macronutrientes ingredientes para la formulación de los horneados libres de gluten.*

Ingrediente	***Energía (Kcal)***	***Proteína(g)***	***Lípidos (g)***	***Carbohidratos Totales (g)***	***Fibra Dietaria (g)***	***Cenizas***
Melado de panela	295	0.3	0.2	73	0	1.4
Levadura instantánea	137	8.4	1.8	17.8	8.1	1.8
Almidón de maíz	370	0.3	0.1	91.4	0.9	0.1
Harina de quinua	360	11	4.1	69	1.5	2.2
Almidón de yuca	340	0.4	0.4	83.6	0.3	0.5
*Linaza molida**	534	18.29	42.16	28.88	27.30	
Vinagre de manzana	24	0	0	6	0	0.2
*Semilla de chía**	486	16.54	30.74	42.12	34.40	
Goma Xantana	--	--	--	--	--	--
Sal Marina	--	--	--	--	--	--

**Los valores en la caracterización de estos ingredientes fueron tomados de: (Estelles et al., 2020) y (Baquerizo, 2021)*

***Tabla 3.** Aporte de micronutrientes ingredientes para la formulación de los horneados libres de gluten*

	MINERALES					***VITAMINAS***						
Valores para 100g de producto comestible	**Calcio (mg)**	**Hierro (mg)**	**Sodio (mg)**	**Magnesio (mg)**	**Potasio (mg)**	**Tiamina B1 (mg)**	**Riboflavina B2 (mg)**	**Niacina B3 (mg)**	**Folatos B9 (mcg)**	**Cianocobalamina B12 (mcg)**	**Vitamina C (mg)**	**Vitamina A (ER)**
Melado de panela	69	1	0	46	425	0.03	0.06	0.5	0	0	5	0
Levadura instantánea	25	2.5	30	40	601	1.88	1.50	12.3	785	0.01	0	0
Almidón de Maíz	2	0.5	9	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Harina de quinoa	44	4.9	12	146	465					0		
Almidón de yuca	27	0.4	31	46	48	0.01	0.02	0.5	59	0		0
*Linaza molida**	255	5.73	30	392	813	1.64	0.16	3.08				0
Vinagre de manzana	7	0.5	5	5	73	0	0	0	0	0	0	0
*Semilla de chía**	631	7.72	16	335	407	0.62	0.17	8.83				54
Goma Xantana	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Sal Marina	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Los valores en la caracterización de estos ingrediente fueron tomados de: (Estelles et al., 2020) y (Baquerizo, 2021)*

Se establecieron formulaciones de acuerdo con el diseño de mezcla piloto elaborado a pequeña escala, las cuales fueron diferenciadas por el contenido graso ver tabla 1, siendo la F002 la formulación con aporte graso más alto que la formulación F001, ambas formulas conservaron el orden de mezcla de los ingredientes, por subgrupos independientes hasta homogenizar por completo la mezcla, en ambas formulaciones el porcentaje de harina de quinua se adicionó en mayor proporción que los almidones.

El resultado posterior al horneado, enfriado y rebanado puede evidenciarse en la figura 1, donde se pudo notar que la consistencia de la miga en la F001 era gomosa, mientras que en la F002 era más blanda y jugosa. Además, se percibió un aroma muy débil en ambas formulaciones, comparándolas con los horneados tradicionales a base de harinas de trigo.

***Figura 1**. a) Horneado formulación F001 y b) Horneado formulación F002.*

Ambas formulaciones de horneados fueron presentados a los participantes para la evaluación sensorial, la cual se compila en la figura 2. Con relación al color del producto el 48% y 46% de los participantes para el F001 y F002 respectivamente los califico como me gusta mucho, mientras que un 10% y 14% este aspecto fue valorado como indiferente.

La característica de olor para ambas formulaciones tanto en me gusta, como en me gusta mucho alcanzo la aceptación de más del 70% de los participantes, similar a lo evaluado en el atributo de sabor.

La característica de textura fue valorada como indiferente para el 36% de la F001 y el 20% de la F002, mientras que para el 40% de los consumidores en la F001 la valoraron como me gusta, y 40% de la F002 como me gusta mucho.

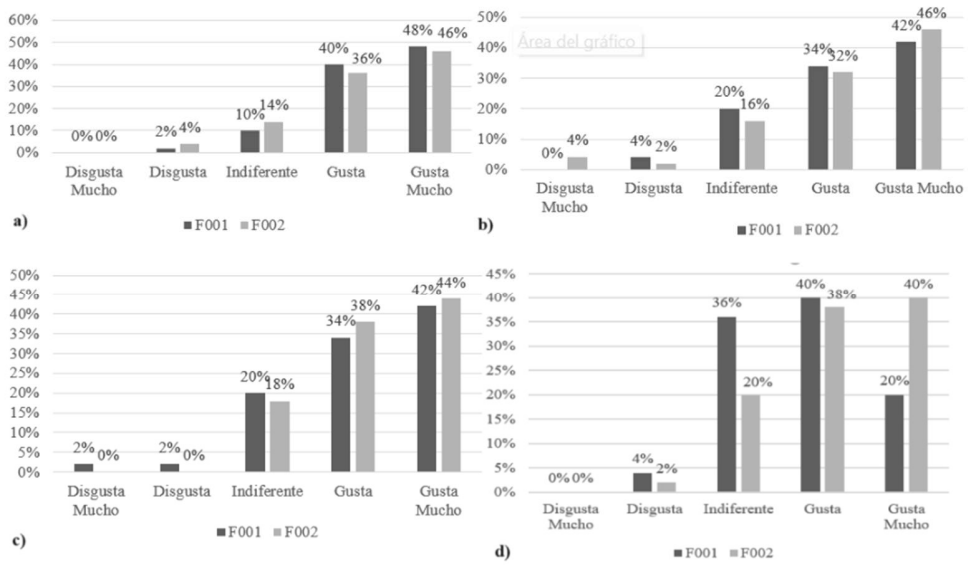

Figura 2. Resultado del análisis sensorial de la evaluación de aceptación de los consumidores potenciales a) color, b) olor, c) sabor y d) textura.

La valoración del aspecto general del horneado libre de gluten, se presenta en la figura 3, donde se destaca el que el 48% de los participantes para la F002 seleccionaron como me gusta, mientras que el 42% en este aspecto valoró como me gusta mucho la F001.

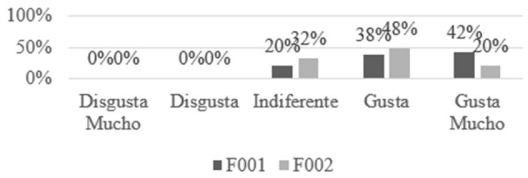

Figura 3. Resultados de la valoración del aspecto general del producto (presentación y características sensoriales).

Discusión

Desarrollar productos sin el uso de cereales panificables, es decir que contienen gluten implica un reto desde la formulación e incorporación de materias primas que permitan alcanzar una textura similar (Villanueva-Flores, 2017). Los panes elaborados sin gluten generalmente carecen de las características sensoriales propias del horneado tradicional en cuanto a textura, color y aroma deseados (Stinton et al., 2024), las materias primas utilizadas para producir un horneado sin gluten no alcanzan a resolver estos inconvenientes, por lo que se hace necesario añadir gomas para ayudar a la textura del producto. Para Németh et al., 2024 es necesario comprender mejor el papel de las macromoléculas (almidones y proteínas) en las mezclas de harinas para la obtención de masas en las que pueda mejorase la consistencia de las masas.

Además de las características composicionales deseadas en el producto para la declaración de libre de gluten, se hace necesaria la evaluación de la normativa aplicable para el rotulado nutricional y frontal de los alimentos en el país. Es una tendencia creciente el desarrollo de productos sin aditivos de manera que el fabricante pueda tener una etiqueta limpia o “clean label”. También se emplean extractos de alimentos, como por ejemplo de linaza para darle estructura a las masas, así como mezclar otros cereales para mejorar el aporte nutricional y declararlo al consumidor (Papagianni et al., 2024).

La declaración de los componentes alergénicos y/o la ausencia de los mismos es un elemento clave para la comunicación y elección del consumidor a la hora de adquirir un producto, más cuando el pan u horneados son consumidos ampliamente y apreciados por su aporte energético, sin embargo, en los últimos años han incrementado las personas que padecen diversos trastornos relacionados con el gluten, como alergia al trigo, enfermedad

celíaca y sensibilidad al gluten no celíaca (Singla et al., 2024), siendo la advertencia en la etiqueta fundamental para seleccionar los alimentos en el mercado.

La aceptación del consumidor a nuevas propuestas alimentarias que prometan beneficios para la salud, como en este caso la ausencia de gluten es bien valorada, permitiendo proyectar a futuro un desarrollo de una línea de alimentos funcionales que responda a necesidades especificas de diferentes nichos de mercado. Es por esto que la evaluación de diversos cereales y mezclas que ofrezcan una alta densidad nutricional y libre de gluten, han sido estudiadas, donde priman el aporte nutricional, las características tecnofuncionales y la aceptación sensorial del consumidor (Hryhorenko et al., 2023).

La evaluación sensorial y la aceptación de los consumidores juegan un papel importante en el desarrollo de panificables libres de gluten, siendo necesario emplear métodos adecuados para evaluar las opiniones, percepciones, emociones y comportamiento del consumidor. En algunos estudios se ha demostrado la alta insatisfacción que tienen respecto a la oferta de productos en el mercado y a su vez, el creciente interés por listas de ingredientes cortas (Capriles et al., 2023), siendo este un reto para la formulación y oferta de nuevos productos.

El mercado oferta una amplia gama de productos panificables libres de gluten, pero en su mayoría solo se centran en resolver esta patología de celiaquía. Sin embargo, elaborar un horneado libre de gluten con un alto valor nutricional como fue el objetivo de este estudio, empleando materias primas ricas en proteína vegetal, fibra y minerales, es un valor agregado para la llevar a este nicho de mercado, un producto que no sea libre de gluten, sino que también ayude a cubrir los requerimientos nutricionales del consumidor.

Conclusiones

Esta investigación permitió desarrollar un producto funcional enfocado en resolver las necesidades de una población con la patología celiaca, además de la declaración libre de gluten, ofrece al mercado gastronómico una opción panificable vegana y con un aporte nutricional significativo, respecto a las ofertas disponible de horneados en el mercado local.

De la evaluación sensorial del producto, se resalta una mayor aceptación de parte de los consumidores hacia la muestra codificada como F002, con relación a las variables de sabor y textura. El atributo de color demuestra que es fundamental e influye en la decisión del consumidor en la cual la muestra F001 fue mejor valorado. Respecto a la valoración del aspecto general del producto se nota leves preferencias entre las muestras, por lo que para el lanzamiento al mercado se realizaran nuevos ensayos ajustando las formulaciones.

Elaborar un producto homólogo al pan que no contenga trigo y otros cereales panificables con gluten, constituye un reto no solo por la formulación del producto, sino el resultado final del horneado debe gozar de la aceptación de los potenciales consumidores y del nicho de mercado al que va dirigido. Las características organolépticas a ofrecer en el producto deben ser cuidadosamente evaluadas con el fin de aumentar las probabilidades de compra y/o venta del alimento, y buscar que sea lo esperado por el consumidor, generalmente análogo a los productos existentes en el mercado.

Para un profesional en nutrición y dietética que incursione en la transformación de productos para la comercialización, requiere de la investigación y elaboración de prototipos, ya que darle al alimento una textura agradable, ingredientes como los hidrocoloides tienen algunas limitantes a la hora de remplazar la proteína del trigo y sus aportes a los horneados tradicionales. Aquí la harina de quinoa jugo un papel muy importante en la elaboración de este horneado, pues debido a la presencia de albumina y otras proteínas importantes que dan

fuerza a la miga, el producto puede gozar de las características organolépticas necesarias para que el nicho de mercado apruebe y decida consumir el producto final.

Referencias bibliográficas

Agosto, I. A. (2017). Mercado de snacks y productos horneados.: Discovery Service para Universidad ICESI. *Agosto*, 12–16.

Aguiar, E. V., Santos, F. G., Centeno, A. C. L. S., & Capriles, V. D. (2021). Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability. *Food Research International*, *150*(PA), 110762. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110762

Baquerizo, M. (2021). *Efecto del proceso de germinado, extrusión y cocción en húmedo sobre el valor nutricional de la semilla de linaza (Linum usitatissimum L) cultivada en la provincia de Huancayo - Junín*.

Boza, Y., & Rugama, M. (2018). Manifestaciones bucales de la enfermedad celíaca y alergia al trigo: Reporte de tres casos y revisión literatura. *International Journal of Dental Sciences*, *1659–1046*, 33–45.

Cantor, P. S. L. (2020). *Productos de bebidas y alimentos sin alérgenos*. 19–21.

Capriles, V. D., Valéria de Aguiar, E., Garcia dos Santos, F., Fernández, M. E. A., de Melo, B. G., Tagliapietra, B. L., Scarton, M., Clerici, M. T. P. S., & Conti, A. C. (2023). Current status and future prospects of sensory and consumer research approaches to gluten-free bakery and pasta products. *Food Research International*, *173*(August). https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113389

Chang, D., O'Shea, D., Therrien, A., & Silvester, J. A. (2022). Review article: Becoming and being coeliac—special considerations for childhood, adolescence and beyond. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, *56*(S1), S73–S85. https://doi.org/10.1111/apt.16851

Estelles, A., Gómez, M., Parra Martínez, F. J., Romero, A. J., & López, L. B. (2020). Semillas de

girasol, lino, chía y sésamo. compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud. *Revista Nutrición Investiga*, 1–59.

Hryhorenko, N., Krupa-Kozak, U., Bączek, N., Rudnicka, B., & Wróblewska, B. (2023). Gluten-free bread enriched with whole-grain red sorghum flour gains favourable technological and functional properties and consumers acceptance. *Journal of Cereal Science*, *110*(September 2022). https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103646

Jagelaviciute, J., & Cizeikiene, D. (2021). The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. *Lwt*, *137*(October 2020), 110457. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110457

Kahlon, T. S., Avena-Bustillos, R. J., & Chiu, M. C. M. (2016). Sensory evaluation of gluten-free quinoa whole grain snacks. *Heliyon*, *2*(12), e00213. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00213

Kušar, A., Pravst, I., Pivk Kupirovič, U., Grunert, K. G., Kreft, I., & Hristov, H. (2023). Consumers' Preferences towards Bread Characteristics Based on Food-Related Lifestyles: Insights from Slovenia. *Foods*, *12*(20), 1–18. https://doi.org/10.3390/foods12203766

Miró, M., Alonso-Garrido, M., Lozano, M., & Manyes, L. (2020). Clinical studies on celiac disease (2014-2019): Systematic review about the age ranged prevalence of clinical presentation and associated diseases. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, *24*(3), 234–246. https://doi.org/10.14306/renhyd.24.3.998

Mu, J., Qi, Y., Gong, K., Chen, zhizhou, Brennan, M. A., Ma, Q., Wang, J., & Brennan, C. S. (2023). Effects of quinoa flour (Chenopodium Quinoa Willd) substitution on wheat flour characteristics. *Current Research in Food Science*, *7*(February), 100556. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100556

Németh, R., Sznopka, L. K., Orosz, C., & Tömösközi, S. (2024). Investigation of the structure-forming role of dietary fibre components in gluten-free cereal- and pseudocereal-based food matrices. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, *31*(March), 100417. https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2024.100417

Papagianni, E., Kotsiou, K., Matsakidou, A., Biliaderis, C. G., & Lazaridou, A. (2024). Development of "clean label" gluten-free breads fortified with flaxseed slurry and sesame cake: Implications on batter rheology, bread quality and shelf life. *Food Hydrocolloids*, *150*(November 2023), 109734. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109734

Parker, L. (2020). *Mejorando la calidad y el rango de productos horneados sin gluten*. 20–22.

Pediatría, T. O., Miaja, M. F., González, M. S., José, J., Martín, D., Teviño, S. J., & Bousoño, A. (2021). *Nutrición Hospitalaria*.

Pelofske, E. (2017). Soluciones de pan sin gluten con HPMC. *Industria Alimenticia*, *27*, 23–25.

Ros, G. (2020). *Nutrición Hospitalaria*.

Sciarini, L. S., Steffolani, M. E., & Leon, A. E. (2016). CONICET_Digital_Nro.4d6ff031-92b1-4e48-8516-d17f0c985bf7_A. *Universidad Nacional de Cordoba*, *33*(2), 61–74.

Singla, D., Malik, T., Singh, A., Thakur, S., & Kumar, P. (2024). Advances in understanding wheat-related disorders: A comprehensive review on gluten-free products with emphasis on wheat allergy, celiac and non-celiac gluten sensitivity. *Food Chemistry Advances*, *4*(February), 100627. https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100627

Soto-Jover, S. (2015). *Optimización de la formulación y elaboración de masas para la producción industrial de pastas y croquetas sin gluten*.

Stinton, J., Dugina, K., Hewson, L., & Fisk, I. (2024). Investigation into the impact of egg white addition on the structural properties and flavour profile of gluten-free sourdough bread.

Journal of Cereal Science, 103903. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2024.103903

Torres, O. L., Lema, M., & Galeano, Y. V. (2021). Effect of Using Quinoa Flour (Chenopodium quinoa Willd.) on the Physicochemical Characteristics of an Extruded Pasta. *International Journal of Food Science*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/8813354

Villanueva-Flores, R. (2017). Productos libres de gluten: un reto para la industria de los alimentos. *Ingeniería Industrial*, *0*(035), 183. https://doi.org/10.26439/ing.ind2017.n035.1800