

Desarrollo de un mejorador de la calidad tecnológica de panificados libres de gluten a base de un subproducto de la nuez

CORREA, M.J.¹; DI FRANCO, M.²; DI MENNA, A.²; BURBANO MOREANO, J.J.¹; MOSCOSO OSPINA, Y.A.^{2,3}; CABEZAS, D.M.^{2,3}

RESUMEN

El gluten es una red proteica tridimensional responsable de las características tecnológicas de los productos panificados a base de harina de trigo. Por ello, surge el desafío y la necesidad de investigar y desarrollar sustitutos del gluten, que permitan obtener productos panificados sin TACC (trigo, avena, cebada, centeno) de calidad tecnológica comparable. El presente trabajo se enfocó en la obtención de un ingrediente que permita mejorar la calidad global de un pan libre de gluten. En este sentido, se desarrolló un pan control compuesto por harina de arroz, almidón de maíz y fécula de mandioca. Al mismo se le adicionó un subproducto derivado de la producción de aceite de nuez, denominado okara de nuez, en dos concentraciones: OKN 2 % y OKN 4 %. Los panes formulados con okara de nuez presentaron mejoras en los parámetros relacionados a la calidad panaria, tanto tecnológica como sensorialmente, respecto al pan control. Evidenciando mejoras en atributos como el volumen específico, las propiedades texturales de la miga y el alveolado.

Palabras Clave: celiacía, panificados, gluten, subproductos industriales.

ABSTRACT

Gluten is a three-dimensional protein network responsible for the technological characteristics of baked goods. For this reason, there is a need to investigate and develop gluten substitutes that allow obtaining baked products without TACC (wheat, oats, barley, rye). The present work focused on obtaining an ingredient to improve the overall quality of gluten-free bread. In this sense, a control bread composed of rice flour, and corn and cassava starches were developed. A by-product derived from walnut oil production, called walnut okara, was added in two concentrations: OKN 2% and OKN 4%. The pieces of bread formulated with walnut okara showed an improved technological and sensorial bread quality with respect to the control bread. It was evidenced in bread attributes such as specific volume, textural properties of the crumb, and alveolar characteristics.

Keywords: celiac disease, baked goods, gluten, industrial by-products.

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), Facultad de Cs. Exactas-UNLP, CIC, CONICET, La Plata, Argentina.

² Laboratorio de Investigación en Funcionalidad y Tecnología de Alimentos (LIFTA), Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CABA, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad celíaca (EC) es un trastorno crónico del intestino delgado, que padecen individuos genéticamente predispuestos, ante la exposición a diferentes proteínas denominadas prolaminas contenidas en el trigo (gliadinas), avena (aveninas), cebada (hordeinas) y centeno (secalinas) (Cobos, Hernández Remes, 2017). Las mismas, causan daños en la mucosa del intestino delgado, atrofiando las vellosidades intestinales, conduciendo a la malabsorción de nutrientes, y en consecuencia a una afectación generalizada del organismo. La EC se encuentra entre las enfermedades alimentarias más frecuentes con una prevalencia de hasta el 1% en algunas regiones geográficas. Es una enfermedad clínicamente difícil de diagnosticar, debido a la gran variedad de cuadros sintomáticos que pueden presentarse. En la actualidad, el único tratamiento para la enfermedad es una dieta estricta libre de gluten (sin TACC) de por vida.

La nuez es un producto apreciado a nivel mundial por su composición en ácidos grasos insaturados, proteínas, vitaminas y minerales. Estudios manifiestan que su consumo es benéfico para la salud, tanto en el aspecto nutricional como en el clínico, destacándose su rol en la prevención del colesterol y enfermedades cardiovasculares. Es una importante fuente de lípidos (63–71% p/p), proteínas (13–18 % p/p), hidratos de carbono diferentes a la fibra (12–16 % p/p), y fibra dietaria (1,5–2 % p/p) (Labuckas, Lamarque y Maestri, 2014). Otra característica significativa es el contenido de vitaminas y minerales. Entre las primeras se destacan la vitamina A, los folatos y la vitamina E, y entre los segundos, importantes cantidades de potasio, fósforo, magnesio y calcio.

El procedimiento tradicional de extracción del aceite de nuez consiste en aplicar presión y posteriormente filtrar el líquido obtenido. De este modo se separa entre el 30 y 40% del aceite total contenido en el fruto. En el marco de utilizar los subproductos generados en la producción de aceite de nuez, surge la obtención de una harina de nuez parcialmente desgrasada que se obtiene a partir de la molienda de la torta de prensado. En este trabajo, se denomina okara de nuez al residuo insoluble que se obtiene luego de someter dicha harina de nuez a un tratamiento de extracción acuosa y centrifugación.

En este sentido, el objetivo general de este trabajo fue desarrollar un ingrediente a base de okara de nuez para ser aplicado como mejorador de la ca-

lidad tecnológica de panificados libres de gluten. La finalidad última de esta propuesta es estimular la industrialización en nuestro país de dicho subproducto generando un incremento en el valor agregado del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon nueces mariposa blanca extra light. Las mismas provienen de Villa Sanagasta, provincia de La Rioja (Karydiá, Luis Giordano y Cía S.R.L.). Para la elaboración de los panes, se utilizó: almidón de maíz, fécula de mandioca, harina de arroz, levadura deshidratada, azúcar, leche descremada en polvo, clara de huevo en polvo, aceite de girasol y sal.

Obtención de las muestras de okara de nuez

El proceso de obtención de la okara a partir de harina de nuez semidesgrasada (mediante extracción Soxhlet), se realizó dispersando la harina en agua destilada en una relación de harina:agua de 1:7,5. Luego, se homogeneizó con un equipo rotor-estator (Ultraturrax T-25, IKA) durante 2 minutos a 10.000 rpm. Posteriormente, se llevó la mezcla a pH 9, se homogeneizó (2 min a 10.000 rpm) y finalmente se calentó en baño térmico a 60°C durante 30 minutos (Moscoso y col, 2022). Se centrifugó a 7000g durante 15 minutos a 5°C (Centrífuga Avanti J-26). Por último, se trató la fracción insoluble con alcohol isopropílico con el fin de purificar aún más la muestra. El precipitado obtenido, se secó en estufa con circulación de aire caliente a 40°C hasta peso constante. Para finalizar, la muestra se molidó hasta conseguir un polvo fino denominado okara de nuez (OKN).

Formulaciones

El panificado control se formuló a base de una premezcla desarrollada por el presente grupo de investigación (almidón de maíz, fécula de mandioca, harina de arroz). Los otros ingredientes fueron (expresados como base harina): leche descremada en polvo (7%), clara de huevo en polvo (7%), levadura deshidratada (3%), sal (2%), azúcar (2%), aceite de

girasol (10%) y agua (90%). A esta formulación base se agregaron las muestras de okara de nuez al 2% y 4%.

Evaluación de la calidad de los panes

- **Humedad de la miga:** Se determinó por secado del producto en estufa (135°C, 2 horas).

- **Actividad de agua:** Se determinó la actividad acuosa de la miga a 25°C con el empleo de un higrometro AQUALAB 4TEV (Decagon Devices, Inc, Pullman, EUA).

- **Volumen específico:** Se realizó midiendo el desplazamiento de harina de maíz empleando una probeta graduada, previa medición de la masa de cada pieza. El volumen específico (VE) se calculó como el cociente entre el volumen y la masa del pan.

- **Estructura de la miga:** En cada panificación se realizó el escaneo de 8 rodajas de pan con un escáner HP 4070. Mediante la utilización del programa ImageJ versión 143 se procedió al análisis de una imagen binarizada de las migas determinándose la fracción de aire (relación entre el área alveolar y el área total) y el coeficiente de variación de tamaño (Sciarini, 2011).

- **Textura de la miga:** Se evaluó la textura de la miga de los panes frescos a través del análisis de perfil de textura (TPA) con un analizador de textura TA. XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido) (Burbano, Cabezas & Correa, 2022).

- **Evaluación sensorial:** Se realizó una prueba hedónica de grado de satisfacción de 9 puntos (siendo 1, “me disgusta muchísimo”, 5 “ni me gusta ni me disgusta” y 9, “me gusta muchísimo”) con 40 panelistas no entrenados.

RESULTADOS

El okara de nuez (OKN) presentó como componentes mayoritarios: fibra dietaria ($54,4 \pm 0,9\%$) y proteínas ($28,3 \pm 0,4\%$). Dicho material, fue utilizado para la elaboración de panificados libres de gluten,

utilizándose en una concentración de 2 y 4% p/p sobre una formulación control.

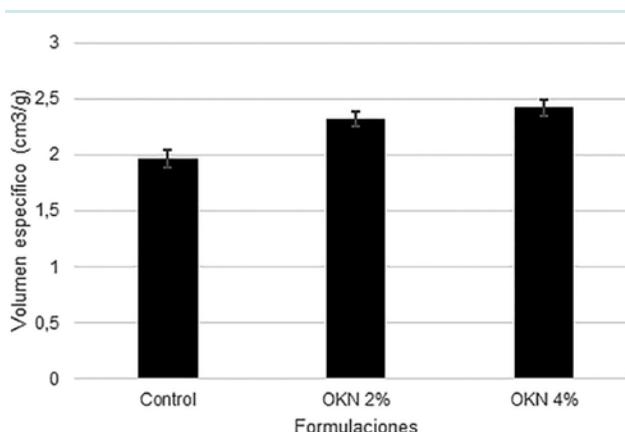
La humedad en los panes está directamente relacionada con las capacidades individuales de sus componentes para interactuar con las moléculas de agua. Por otro lado, la actividad de agua (A_w) es la cantidad de agua libre en el alimento, es decir, el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas. El análisis de estos parámetros evidenció que no se detectaron diferencias significativas en el contenido de humedad y el A_w de las 3 formulaciones estudiadas (Control, OKN 2% y 4%) (**Tabla 1**). Estudios sobre la actividad de agua en panificados con harina de trigo ($0,963 \pm 0,001$), demuestran que la misma se encuentra cercana a las obtenidas en las formulaciones libres de gluten desarrolladas en el presente trabajo (rango $0,9716$ a $0,9745$), valores también similares a estudios realizados en panificados con agregado de okara de soja (Moore y col., 2004).

Adicionalmente, el agregado de diferentes concentraciones de okara de nuez permitió la obtención de panes con un mayor volumen específico en comparación con el pan control, siendo mayor el volumen al utilizar el máximo contenido de dicho ingrediente (**Figura 1**). Esto sugiere que la capacidad de retener

Tabla 1. Valores de humedad y A_w de las migas de los panificados.

	Formulaciones		
	Control	OKN 2%	OKN 4%
% Humedad	45,14±0,33	45,27±0,20	45,02±0,36
a_w	0,9745±0,0025	0,9731±0,0012	0,9716±0,0012

Figura 1. Volumen específico de los panes libres de gluten.

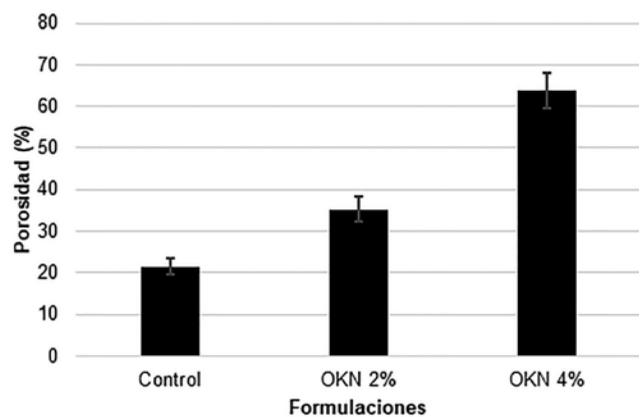


el CO₂, generado durante la fermentación y el horneado, tiene una correlación positiva con la cantidad de okara agregado. Esta característica puede correlacionarse con la viscosidad de los batidos. En estudios anteriores se ha comprobado que la adición de fibra en panificados libres de gluten trae consigo una viscosidad aparente mayor en los batidos, impidiendo que las burbujas de aire formadas durante la fermentación escapen de la masa (Sabanis, Lebesi & Tzia, 2009). Por otro lado, tanto las fibras como las proteínas podrían estar interaccionando entre sí, dando lugar a una matriz capaz de retener las burbujas de gas de fermentación.

El análisis del porcentaje de porosidad de la miga arrojó resultados que evidencian un aumento de este parámetro al aumentar la concentración de OKN (Figura 2). Adicionalmente, en la Figura 3, puede observarse el desarrollo de un alveolado más homogéneo en las formulaciones desarrolladas con este ingrediente.

El análisis de las propiedades texturales de la miga de los panes permitió determinar diferencias significativas ($p < 0,05$) en los valores de dureza de la miga de

Figura 2. Porosidad de las migas de los panes libres de gluten.



las distintas formulaciones (Figura 4.A). En todos los casos, la adición de okara de nuez permitió disminuir el valor de la dureza de la miga, respecto a la dureza obtenida en el pan control, encontrando el menor valor en la miga del pan con OKN al 4%. Un punto para destacar es que existieron variaciones en la dureza según la región del panificado: zona superior y zona inferior (base del pan). Las migas del pan control y con OKN 2%, tienen menor densidad en la zona superior, generando una estructura más apelmazada en

Figura 3. Fotografías de rodajas de los panes libres de gluten.

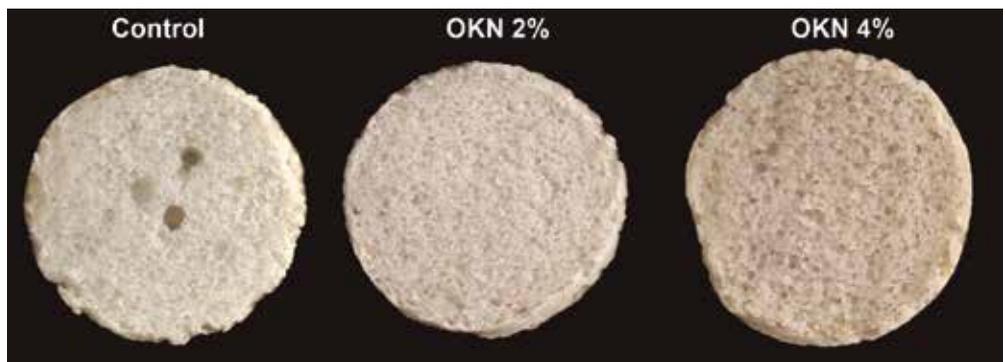
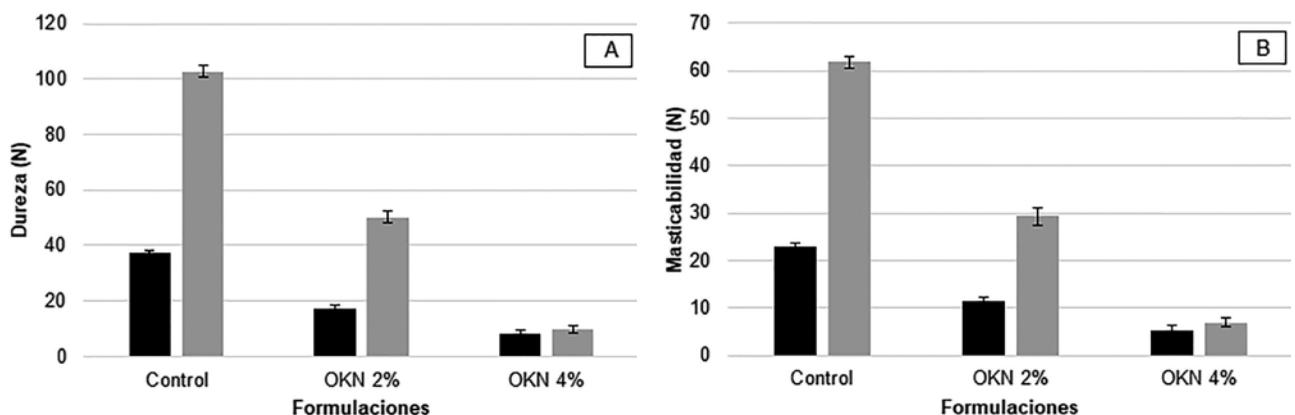


Figura 4. Propiedades texturales (Dureza (A) y Masticabilidad (B)) de los panes libres de gluten. Barra negra: Parte superior del pan. Barra gris: Base del pan.



la base. Por otro lado, los panes con adición de 4% de okara de nuez presentaron una estructura homogénea en toda la pieza. Adicionalmente, los resultados obtenidos para la masticabilidad se corresponden con los obtenidos para la dureza de los panes, encontrándose que es necesario realizar un mayor trabajo para desintegrar la miga en el pan control en comparación a los panes formulados con OKN (**Figura 4.B**). Finalmente, se puede concluir que la adición de okara de nuez a la formulación control, ha tenido un efecto beneficioso sobre los parámetros texturales, comportándose como un buen mejorador de panificación a medida que se aumenta su concentración.

La evaluación sensorial de los panificados elaborados presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en todos los atributos evaluados, tal como se observa en la **Figura 5**. Como puede observarse, los descriptores de la muestra OKN 4% marcan en todos los casos valores iguales o mayores a 7,5; siendo 7 “Me gusta moderadamente” y 8 “me gusta mucho”.

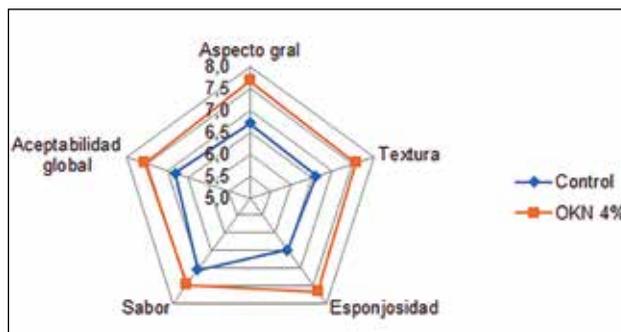
CONCLUSIÓN

Se comprobó que la adición de okara de nuez mejoró significativamente la calidad tecnológica de los panes libres de gluten, frente a una formulación control, en todos los aspectos estudiados: volumen específico, textura, estructura de la miga y aceptabilidad sensorial. Dicha mejora fue superior al incrementar el contenido de okara a la mayor concentración analizada (4 % base harina).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los siguientes financiamientos: Universidad Nacional de Quilmes (Proyecto de I+D 53/1037), Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCyT, PICT 2015-0084, PICT 2020-SERIE A-02634), Consejo Interuniversitario Nacional (Beca EVC, Di Franco).

Figura 5. Evaluación sensorial de los panes libres de gluten.



BIBLIOGRAFÍA

BURBANO, J.J.; CABEZAS, D.M.; CORREA, M.J. (2022). Gluten-free cakes with walnut flour: a technological, sensory, and microstructural approach. *57(8)*, 4772-4781

COBOS QUEVEDO, O.; HERNÁNDEZ, G.; REMES TROCHE, J. (2017). Trastornos relacionados con el gluten: panorama actual. *Medicina Interna de México*, 33(4), 487-502.

LABUCKAS, D.; MAESTRI, D.; LAMARQUE, A. (2014). Effect of different methods on proximate k composition and protein characteristics of walnut (*Juglans Regia L.*) flour. *LWT-Food Science and Technology*, 59, 794-799.

MOORE, M.; SCHOBBER, T.; DOCKERY, P.; ARENDT, E. (2004). Textural Comparisons of Gluten-Free and Wheat-Based Doughs, Batters, and Breads. *Cereal Chemistry Journal*, 81(5), 567-575.

MOSCOSO OSPINA, Y.A.; PORFIRI, M.C.; CABEZAS, D. M. (2022). Soybean okara: Effect of ultrasound on compositional and emulsifying properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(7), 3914-3923.

SABANIS, D.; LEBESI, D.; TZIA, C. (2009). Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 1380-1389. SCIARINI, L.S.; STEFFOLANI, M.E.; LEÓN, A.E. (2011). The role of gluten in bread-making and the challenge of elaborating gluten-free bread. *Agriscientia*, 33 (2), 61-74.