

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*TRITICUM SPP*) POR HARINA DE AVENA (*AVENA SATIVA L*) Y DE GARBANZO (*CICER ARIETINUM*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y NUTRICIONALES DE UN PAN DE BOLA

EFFECT OF PARTIAL REPLACEMENT OF WHEAT FLOUR (*TRITICUM SPP*) WITH OAT FLOUR (*AVENA SATIVA L*) AND CHICKPEAS (*CICER ARIETINUM*) ON THE PHYSICOCHEMICAL, SENSORY AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF A BREAD BALL

**SOTO T, E. P.¹; PEÑA G, K. J.², CABALLERO P, L. A.³, HOYOS U,
D. F.⁴, APARICIO T, A. F.⁵**

¹PhD. Erika Paola Soto Toloza.

Programa de Ingeniería de Alimentos sede Villa del rosario, Facultad de Ingenierías y
Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 (ext. 140) e-mail:

erika.soto@unipamplona.edu.co

² Ing. Kelly Joanna Peña García.

Programa de Ingeniería de Alimentos sede Villa del rosario, Facultad de Ingenierías y
Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 e-mail:

shirley.mora2@unipamplona.edu.co

³ Ph.D. M.Sc. Luz Alba Caballero Pérez.

Programa de Ingeniería de Alimentos sede Villa del rosario, Facultad de Ingenierías y
Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 e-mail:

luzcaballero@unipamplona.edu.co

²Diego Fernando Hoyos Ureña.

Estudiante Programa de Ingeniería de Alimentos sede Villa del rosario, Facultad de
Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 e-mail:

diego.hoyosdie@unipamplona.edu.co

²Ing. Aníbal Fabian Aparicio Torres

Programa de Ingeniería de Alimentos sede Villa del rosario, Facultad de Ingenierías y
Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 e-mail:

anibal.aparicio@unipamplona.edu.co

Universidad de Pamplona

Ciudadela Universitaria. Km1 Via Bucaramanga, Departamento de Alimentos, Programa Ingeniería
de Alimentos, Norte de Santander, Colombia.

Tel: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303 Ext. 140, Norte de Santander, Colombia.

Tel: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303 Ext. 140

E-mail: erika.soto@unipamplona.edu.co, luzcaballero@unipamplona.edu.co

Recibido: 15/12/2025 / Aceptado: 12/04/2026

Resumen

La industria alimentaria adopta la inclusión de las harinas de legumbres en los productos de panificación debido a las propiedades nutricionales y sensoriales. Este estudio investigó los efectos de sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de garbanzo en la elaboración de galletas dulces. Se probaron cuatro formulaciones con diferentes niveles de sustitución (0%, 20%, 25% y 30%). Se realizaron pruebas sensoriales, incluyendo una evaluación hedónica facial para medir el agrado de los consumidores y una prueba descriptiva para evaluar atributos como color, aroma, sabor, textura y sensación residual, utilizando una escala de 5 puntos. Se realizó un análisis colorimétrico usando la escala CIE L^*a^*b y se aplicó un análisis de varianza de un factor y prueba Tukey, con un nivel de significancia del 95%. La formulación de galletas más aceptada fue la de sustitución del 30%, presentando un color marrón con matices rojizos, medianamente dura y ligeramente seca. Los aromas y el sabor destacaron por notas a tostado, vainilla, nueces y garbanzo. El análisis colorimétrico para esta galleta mostró valores de L -10.96, a -0.73, b de 8.83, E de 14.10. La dureza aumentó con más harina de garbanzo, lo que contribuyó a una mejor aceptación por parte de los consumidores.

Palabras claves: Harina de garbanzo, colorimetría, perfil descriptivo, sustitución parcial

Abstract

The food industry adopts the inclusion of legume flours in baking products due to the nutritional and sensory properties. This study investigated the effects of partially replacing wheat flour with chickpea flour in the preparation of sweet cookies. Four formulations were tested with different levels of substitution (0%, 20%, 25% and 30%). Sensory tests were performed, including a facial hedonic evaluation to measure consumer liking and a descriptive test to evaluate attributes such as color, aroma, flavor, texture and residual sensation, using a 5-point scale. A colorimetric analysis was performed using the CIE L^*a^*b scale and a one-factor analysis of variance and Tukey test were applied, with a significance level of 95%. The most accepted cookie formulation was the 30% substitution, presenting a brown color with reddish hues, medium hard and slightly dry. The aromas and flavor stood out for notes of toast, vanilla, walnuts and chickpea. The colorimetric analysis for this cookie showed values of L -10.96, a -0.73, b of 8.83, E of 14.10. Hardness increased with more chickpea flour, which contributed to better consumer acceptance.

Keywords: Bread, Chickpea, Oatmeal, Substitution

1. INTRODUCCIÓN

El pan de trigo es un alimento básico importante en muchos países, con un consumo anual per cápita mundial de trigo de 63,9 kilogramos por persona durante los años 2022-2023; esta cifra incluye todos los usos alimentarios del trigo, siendo el pan el principal producto derivado aunque también se emplea en pastas, galletas y otros alimentos Orus, 2024; Púa Rosado, *et al.*, 2022). Sin embargo, debido al alto contenido de humedad (mayor al 40%, la alta temperatura durante el proceso de horneado destruye las estructuras supramoleculares del almidón en la miga, lo que resulta que el almidón durante el proceso de digestión se absorba más rápido (Martínez *et al.*, 2018). En consecuencia, el consumo de pan se relaciona mayormente con una carga de glucosa externa durante un corto periodo de tiempo en el cuerpo humano lo que genera un aumento considerable de los niveles de glucosa e insulina en sangre (Luna-García *et al.*, 2024; Korem *et al.*, 2017).

El garbanzo (*Cicer arietinum*) es una legumbre muy reconocida en el mundo por su asequibilidad y beneficios para la salud, rico en nutrientes esenciales y compuestos funcionales, los garbanzos ofrecen un perfil nutricional completo que incluye proteína, carbohidrato, fibra, aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y compuestos fenólicos; estos componentes ayudan a mantener un buen estado de salud, ayudar en ciertas funciones corporales y reducir el riesgo de enfermedades crónicas (Rehm *et al.*, 2023).

Los beneficios nutricionales de los garbanzos así como de la mayoría de las legumbres, se pueden mejorar ante procesos como la fermentación, el remojo y la germinación antes de su incorporación en productos alimenticios. Así mismo, estos métodos ayudan a mejorar la disponibilidad de los nutrientes y reducir los factores anti nutricionales que son comunes en las legumbres para consumo humano (Kardile *et al.*, 2023). Los productos de cereales fermentados incluida la avena surgen como una alternativa, que ofrece una forma de evitar inconvenientes de productos lácteos; además la avena es rica en fibra dietética, proteína y bajo en grasa saturada (Lin *et al.*, 2025; Taron *et al.*, 2022).

Los productos de panadería son ampliamente disponibles en el mercado mundial, siendo el pan el producto más consumido. Por lo cual, es un producto ideal para el enriquecimiento al incorporar componentes nutricionales densos (Jahan *et al.*, 2023; Bayona Buitrago, *et al.*, 2022). La sustitución parcial de harina de trigo por harina de garbanzo y avena en las formulaciones de pan mejoran la calidad nutricional debido al aumento de contenido de fibra y proteína, así como la complementación de los aminoácidos entre las legumbres y los cereales. Sin embargo, la incorporación de harina de garbanzo y avena, al pan genera desafíos tecnológicos, incluida la reducción del volumen del pan, la textura de la miga y la presencia de un sabor característico de la legumbre (Castellanos-González *et al.*, 2023; Păcularu-Burada *et al.*, 2022).

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar cómo influye la sustitución parcial de harina de trigo por

harina de garbanzo en las propiedades tecnológicas, sensoriales y nutricionales

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio del efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de avena y de garbanzo en las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de un pan de bola, se llevó a cabo una investigación experimental con el fin de determinar valores que cumplieran con los estándares de calidad para los consumidores.

Para la elaboración del pan de bola con sustitución parcial de harina de trigo por harina de avena y garbanzo, se partió de un diseño experimental 2³ para las formulaciones y/o tratamientos que se aplicaron. En segundo lugar, se evaluaron las pruebas fisicoquímicas como humedad, pH, colorimetría, cenizas, granulometría, retención de agua y retención de aceite. Finalmente, se evaluaron las características sensoriales y el nivel de aceptación por medio de pruebas sensoriales afectivas y descriptivas.

Obtención de la harina de garbanzo

La harina de garbanzo se obtuvo siguiendo la metodología propuesta por Pérez *et al.*, (2023), con algunas modificaciones. En primer lugar, se seleccionó la materia prima (granos de garbanzo) libres de partes no comestibles. Seguidamente, se pusieron a remojar los granos de garbanzo en agua durante al menos 12 horas, con el fin de facilitar el siguiente paso. Posteriormente, estos granos húmedos se sometieron aun

del producto de panificación (pan de bola) como alternativa saludable de consumo. proceso de lavado para eliminar la mayor parte de impurezas generadas durante el remojo. Por último, estos granos lavados y parcialmente secos se pasaron por un molino eléctrico o manual para obtener la harina de garbanzo húmeda. Esta pasta de garbanzo se sometió a un proceso de secado por horno microondas o por secado solar. La figura 1 muestra el proceso que se utilizó para la obtención de la harina de garbanzo.

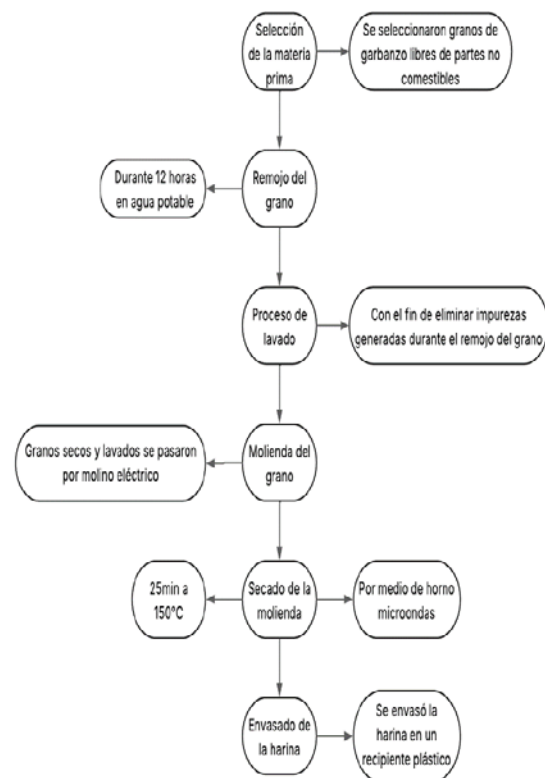


Figura 1. Flujograma de proceso para la obtención de la harina de garbanzo.

Evaluación de las características fisicoquímicas de la harina de garbanzo

Determinación de humedad (AOAC 925.10, método gravimétrico)

Se pesaron 5 g de muestra se secaron en una estufa a 105 °C por 4 horas o hasta alcanzar peso constante. Luego, se calculó el porcentaje de humedad con la fórmula:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Determinación de pH (AOAC 943.02)

Se preparó una suspensión 1:10 (10 g de pan en 100 mL de agua destilada) y se homogenizó por 2 minutos. Posteriormente, se midió el pH con un potenciómetro calibrado a 25 °C.

Colorimetría. Instrumento: Colorímetro.
Parámetros: Se registraron los valores L* (luminosidad), a* (verde-rojo) y b* (azul-amarillo).

Procedimiento: Se midió la corteza y la miga por separado en tres puntos distintos de cada muestra (Malunga *et al.*, 2025).

Determinación de cenizas (AOAC 923.03). Se pesaron 2–3 g de muestra en crisol y se calcinaron en mufla a 550 °C durante 6 horas. Posteriormente, se enfriaron en desecador y se pesaron.

Granulometría

La harina de garbanzo fue caracterizada según su granulometría mediante el uso de una tamizadora durante 5 minutos, con tamices de diámetros entre 150 y 600 µm. Se pesó el contenido retenido en cada tamiz y se calculó su porcentaje. Finalmente, las fracciones fueron agrupadas en tres categorías según el tamaño de partícula (Brito *et al.*, 2019).

Diseño experimental 2³ para la mezcla

Se partió de un diseño experimental 2³, mostrado en la Tabla 1, el cual incluyó las variaciones entre ocho tratamientos diferentes. La variación entre estos ocho tratamientos fueron las harinas utilizadas (garbanzo, trigo, avena).

Elaboración del pan de bola

Se siguió la metodología propuesta por Bautista *et al.*, (2007), con algunas modificaciones. La formulación base utilizada fue: 1 kg de harina integral, 10 g de levadura, 20 g de sal, 40 g de azúcar, 20 g de aceite vegetal y aproximadamente 655 g de agua. Se pesaron los ingredientes por separado, considerando las formulaciones del diseño experimental, y luego se mezclaron. La mezcla se batió y se dejó fermentar durante 1 hora a temperatura ambiente. Después, se volvió a mezclar la masa hasta formar la red de gluten. Se dividieron porciones de 35–40 g, según el tratamiento, y se colocaron en bandejas engrasadas. Los panes se hornearon a 150–160 °C durante 25 minutos y, finalmente, se dejaron enfriar por 1 hora.

Rendimiento del proceso

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el rendimiento de la harina de garbanzo:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{g finales de harina}}{\text{g iniciales de garbanzo}} \times 100$$

Fuente: Navarro & López, (2019).

Tabla 1. Diseño experimental 2³

Tratamiento	% Sustitución (A)	Harina trigo (%)	Harina garbanzo (%)	Harina avena (%)	Azúcar (%)	Sal (%)	Levadura seca (%)	Grasa vegetal (%)	Agua (%)
1	10%	90%	2.5%	7.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%
2	30%	70%	7.5%	22.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%
3	10%	90%	7.5%	2.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%
4	30%	70%	22.5%	7.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%
5	10%	90%	2.5%	7.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%
6	30%	70%	7.5%	22.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%
7	10%	90%	7.5%	2.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%
8	30%	70%	22.5%	7.5%	5%	2%	1.5%	3%	50%

Evaluación de las características fisicoquímicas del pan de bola con sustitución parcial de harina de trigo por la mezcla de harina de avena y garbanzo.

La evaluación fisicoquímica permitió determinar el efecto de la sustitución parcial en la calidad tecnológica y nutricional del pan. Todos los análisis fueron realizados por triplicado para garantizar la confiabilidad y repetibilidad de los resultados. A continuación, se detallan los parámetros evaluados:

Determinación de pH (AOAC 943.02)

Se preparó una suspensión 1:10 (10 g de pan en 100 mL de agua destilada), se homogenizó durante 2 minutos y se midió con potenciómetro a 25 °C.

Determinación de color (Colorimetría)

Se utilizaron los valores L*, a* y b* con un colorímetro. Se midió la corteza y la miga por separado en tres puntos por muestra (Malunga *et al.*, 2025).

Humedad (AOAC 925.10, método gravimétrico)

Se pesaron 5 g de muestra y se secaron en estufa a 105 °C durante 4 horas o hasta peso constante. El porcentaje de humedad se calculó mediante:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Determinación de cenizas (AOAC 923.03)

Se tomaron entre 2 y 3 g de muestra, se depositaron en crisoles y se calcinaron en mufla a 550 °C por 6 horas, se enfriaron en desecador y se pesaron.

Determinación de grasa y proteína

Se determino matemáticamente el contenido teórico de proteína y grasa en la formulación de los panes de bola, utilizando el método de balance de materia basado en la composición proximal de los ingredientes empleados para cada formulación.

Determinación de acidez titulable (AOAC 940.28)

Se tomó una muestra de pan triturado, se homogenizó con agua y se valoró con NaOH 0.1N usando fenolftaleína como indicador.

Determinación de las características sensoriales y el nivel de aceptación del pan de bola

La evaluación sensorial constituyó una herramienta clave para analizar el impacto de la sustitución de ingredientes en la percepción del consumidor. Se consideraron atributos como sabor, textura, aroma y apariencia, los cuales podrían haberse visto modificados por la sustitución parcial de harina.

Perfil descriptivo (análisis sensorial descriptivo y afectivo)

Siguiendo la metodología de Parada y Rivera (2020), se aplicaron dos pruebas: una afectiva y otra descriptiva. La prueba afectiva fue aplicada a 10 jueces no entrenados, quienes evaluaron las muestras F1 a F8 para identificar el grado de aceptación. A estas personas se les pidió que probaran las formulaciones (F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8), para que así se pudiera hacer una comparación de sabores e identificar el grado de aceptación para cada una de las muestras. Para esta prueba se manejaron distintos grados de aceptación que se observan en la **Figura 1** (escalada hedónica).

(Figura 1: Grados de aceptación)



Fuente: Severiano, (2017).

Posteriormente, se aplicó una prueba descriptiva a 10 jueces sensoriales previamente entrenados, quienes evaluaron:

- **Aspecto externo:** uniformidad de forma, color, humedad, rugosidad, grasosidad.
- **Olor y aromas:** tostado, dulce, ahumado, nuez, huevo, mantequilla, garbanzo, avena.
- **Sabor:** ahumado, amargo, tostado, ácido, leguminosas, huevo, mantequilla, garbanzo, trigo, avena.
- **Textura:** dureza, fragilidad, masticabilidad, adhesividad, granularidad.
- **Sensación residual:** sabores a ahumado, tostado, garbanzo y avena.

Se utilizó una escala de 5 puntos que se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Sistema de puntuación para perfil descriptivo.

Puntuación	Característica
0	Ausencia
1	Casi imperceptible
2	Ligero
3	Mediano
4	Alto
5	Extremo

Fuente: (Parada & Rivera, 2020).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 HARINA DE GARBANZO

Determinación de humedad.

La humedad obtenida para la harina de garbanzo fue de $10.49 \pm 0,76$, por lo cual se encuentra dentro del rango para harinas procedentes de cereales o leguminosas (12%), ya que valores superiores contribuyen a la generación de microorganismos como hongos y mohos (Montemurro et al., 2025). Igualmente, Cappa et al., (2025) en su estudio evidencio que las humedades en las harinas de leguminosas oscilo entre 3,6 y 10,02, los datos sugieren una correlación con el valor para la harina de garbanzo que se encuentra dentro de los rangos esperados para esta familia.

Determinación de pH y Acidez.

La harina de garbanzo analizada presento un pH de $7,01 \pm 0,02$ y una acidez de 0,56%, siendo estos parámetros importantes que determinan calidad y aplicación tecnológica de matrices alimentarias (De Pasquale et al., 2020). En harinas de leguminosa como el garbanzo, es común que se presentes valores cercanos a la neutralidad (6,1-6,4), y acidez titulable menor al 1% (0,15%-0,58%), lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio (Wetterauw et al., 2024).

Estos datos obtenidos para pH y acidez sugieren que la harina tiene ácidos débiles que no afectan el pH; está relación ha sido reportada en estudios recientes, donde la adición de la harina de garbanzo a matrices alimentarias no genera alteraciones en el pH ni en la acidez,

manteniendo la estabilidad fisicoquímica del producto final (Kaur & Prasad, 2023).

Determinación de ceniza.

Para el análisis de ceniza se obtuvo un resultado de 2,5; el cual difiere con el resultado obtenido por Parenti et al.,(2024) que obtuvieron un resultado de 3,93, esto debido a la variedad de garbanzo que trabajaron fue la silvestre, lo que indica que las harinas provenientes de esta variedad aportan más cantidad de minerales y fibra.

Granulometría.

Los resultados muestran que la harina de garbanzo presento la mayor distribución de partículas en $212 \mu\text{m}$ (Ver figura 2). En una investigación realizada por Nkurikiye et al., (2023) para harinas de leguminosa, la harina de garbanzo presento una granulometría de $100 \mu\text{m}$ similar a la de la harina de trigo ($88,64 \mu\text{m}$), el cual para obtener estas partículas finas se tuvo en cuenta el tipo de molienda y el tamaño del grano. Estos resultados difieren de los obtenidos por Huamán , (2025) para la harina de alverja donde se obtuvo una granulometría de $180 \mu\text{m}$, esta diferencia se debe al tipo de molienda empleado y al acondicionamiento previo que le realizo a la alverja.

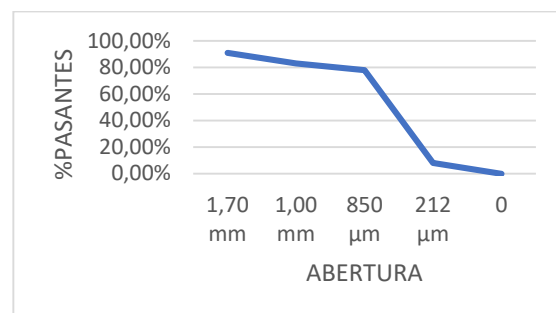


Figura 2. Granulometría harina de garbanzo

Colorimetría. En el caso de colorimetría se obtuvo valores de L^* (61,54), a^* (3,81) y b^* (36,67), lo que indica que la harina presento un color amarillo claro con tonalidades bajas rojizas, lo cual es característico de los pigmentos presentes en el garbanzo; además presenta tonalidades más oscuras en comparación con la harina de trigo (Zambrano, 2020).

3.2 PAN DE BOLA

Rendimiento del proceso

El rendimiento del proceso de panificación fue del 85%, lo cual indica que durante las etapas de mezclado, fermentación, horneado y enfriamiento se presentaron pérdidas mínimas, asociadas a evaporación del agua, adherencia de masa en los recipientes o mermas en el proceso de manipulación (Zhao *et al.*, 2021).

Igualmente, el rendimiento no solo representa eficiencia, sino que influye directamente en la rentabilidad del producto, la sostenibilidad del proceso y la capacidad de respuesta ante una posible escala industrial (Wu *et al.*, 2025). Por lo tanto, haber alcanzado un 85% en la etapa experimental se puede considerar como un punto de partida, susceptible a ser optimizado mediante ajustes en formulación, reducción de mermas y mejorar la logística del proceso (Seluhinga & Philip, 2021).

Determinación de humedad

Para la determinación de humedad se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre las formulaciones 1 y 8 (F1 y F8); esta diferencia radicó en la cantidad de harina

de garbanzo empleada en cada una de las formulaciones, en donde la última contuvo un mayor porcentaje de harina de garbanzo. Asimismo, en estudios realizados por Asker & Mousa, (2021) y Lu *et al.*, (2022), afirmaron que la adición de harina de garbanzo aumentó significativamente el contenido de humedad de productos de panificación como panes, bizcochos y pastas. También, en el mismo estudio afirmaron que los panes con alto contenido de humedad ($>20\%$) son más susceptibles a los microorganismos durante el almacenamiento y la evaluación de la prolongación de la vida útil en anaquel. Por otra parte, (Parvin *et al.*, 2020) afirmó en su investigación que fideos y productos con sustitución parcial de harinas convencionales por harinas de leguminosas que contengan un bajo contenido de humedad (6%-10%) mejoran la estabilidad de la prolongación de la vida útil de los productos alimenticios en general, ya que inhiben la actividad microbiana y las reacciones químicas de los alimentos durante su vida en anaquel.

Determinación de cenizas

En relación con el análisis estadístico, en la determinación de cenizas se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$). Las F1 presentó el mayor contenido de ceniza seguido de las F4 y F5 que estuvieron alejados de los demás tratamientos. Estos resultados se comparan con lo obtenido por Parenti *et al.*, (2024) en su investigación de la caracterización fisicoquímica de tres harinas, incluyendo la de garbanzo, en donde afirmó que la sustitución en 83% m/m de la harina de avena por la harina de garbanzo, sus resultados de cenizas

se ubicaron entre 3,55 g y 4,15 g entre cuatro formulaciones propuestas. Summo *et al.*, (2019) afirmó que a diferencia de la harina de trigo convencional, la harina de garbanzo presenta un mayor porcentaje de ceniza debido a su alto contenido de minerales y fibras. Además Summo *et al.*, (2019) también afirmó que el contenido de fibra de los granos se ve afectado directamente por el tamaño y color de las semillas de garbanzo. El contenido de cenizas de una muestra de alimento indicó su composición mineral. Esto sugiere que los fideos hechos de harina compuesta contienen más componentes minerales que los hechos completamente de harina de trigo (Orisa *et al.*, 2019). Por lo tanto, es correcto afirmar que entre más contenido de harina de garbanzo en la composición de cada una de las formulaciones, mayor va a ser el porcentaje de cenizas.

Determinación de acidez

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico, en cuanto a la acidez se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). La F2 y la F7 fueron las formulaciones con la diferencia más alta. Por su parte, Bazán, (2019) afirmó que los productos de panificación que contengan menor contenido de gluten presentan un menor porcentaje de acidez en su composición debido a la estabilidad del gluten a los procesos de fermentación que se deben realizar a los productos con masa panaria.

Determinación de pH

En la determinación de pH no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las ocho formulaciones propuestas. Khuku *et al.*, (2025) afirmó que el nivel de

pH es esencial en las formulaciones de productos de panificación, ya que afecta varios aspectos de su calidad sensorial y composición fisicoquímica.

Por otra parte, Xing *et al.*, (2021) concluyó que previamente se debe ajustar el pH del agua de amasado de las masas para productos de panificación, y que esto puede mejorar eficazmente el color de los mismos, inhibir la proliferación de microorganismos y prevenir el pardeamiento enzimático junto con la oxidación lipídica. Los microorganismos consideran que es más difícil sobrevivir y prosperar en alimentos con pH bajo y son más ácidos. La acidez de un producto sirve como método de conservación y medida de seguridad de los alimentos (Lund *et al.*, 2020).

Determinación de grasa y proteína

Con base en el análisis estadístico, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido de grasa entre las formulaciones (Tabla 3). Las formulaciones F4 y F8 presentaron un contenido de grasa mayor en comparación con las formulaciones F1, F3, F5 y F7. Así mismo, las formulaciones F2 y F6, presentaron el contenido de grasa más bajo en comparación con todas las demás formulaciones. En cuanto al contenido de proteína, se identificaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Las formulaciones F4 y F8 presentaron los valores más altos de proteína en comparación con las formulaciones F1, F2, F3, F6 y F7. En el caso de la formulación F5 presento diferencia respecto a F1 (Tabla 3).

Esto indica que hubo un aumento significativo en cuanto a proteína y grasa para los panes de bola, en comparación con el pan blanco que tiene un contenido de proteína entre el 7% y el 9%; y un contenido de grasa 1%-3,5% (Biduski *et al.*, 2024). Asimismo, los garbanzos presentan cantidades relativamente altas en proteína, lípidos, vitaminas y minerales que la mayoría de legumbres y cereales de consumo de masivo; además su digestibilidad proteica es mayor que en otras legumbres y contiene 18 aminoácidos de los cuales 8 son esenciales (Wang *et al.*, 2021).

Además, un estudio realizado por Taranova *et al.*, (2021) sustituir el 20% de la harina de trigo por harina de garbanzo enriqueció el contenido de los aminoácidos esenciales en el pan, afirma que el consumo de 300 gramos de este pan cubriría el 48,8% de las necesidades diarias de aminoácidos esenciales.

Por otro lado, una investigación realizada por demostró que al realizar sustitución parcial de harina de trigo por harina de garbanzo (20%) en la formulación de unos fideos se vio un aumento significativo en el aumento de grasa (Handayani *et al.*, 2025). Así mismo, en otra investigación a medida que aumentaba el porcentaje de adición de harina de garbanzo por harina de trigo aumento el contenido de grasa en las pastas (Bayomy & Alamri, 2022).

Tabla 3. Determinación de grasa y proteína a los panes de bola

FORMULACIONES	GRASA	PROTEÍNA
F1	7,63±0,08 ^B	12,49±0,02 ^D
F2	2,92±0,0 ^C	13,33±0,12 ^B
F3	7,65±0,00 ^B	12,54±0,16 ^C
F4	8,52±0,0 ^A	13,68±0,22 ^A
F5	7,63±0,08 ^B	12,40±0,02 ^A
F6	2,92±0,00 ^C	13,23±0,02 ^B
F7	7,65±0,00 ^B	12,54±0,35 ^C
F8	8,52±0,02 ^A	13,67±0,12 ^A

Análisis colorimétrico

Para el análisis colorímetro se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) para la coordenada L; sin embargo, para las coordenadas a y b no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) (Tabla 4). Las formulaciones F3 y F5 presentaron la mayor luminosidad en comparación con las demás formulaciones. Por otro lado, la formulación F4 tiene la luminosidad más baja y presenta diferencia significativa en comparación con las formulaciones F1, F3, F5, F7 y F8.

En el caso de la coordenada a* presentaron una intensidad suave de color rojo en la corteza y para la coordenada b* se presentó una intensidad en tonalidades amarillas para la miga, influenciado por la incorporación de la harina de garbanzo y la reacción de Maillard en el proceso de horneado.

Tabla 4. Colorimetría de las formulaciones del pan de bola

COLORIMETRÍA PARA EL PAN DE BOLA			
FORMULACIONES	L	a	b
F1	55,04±3,26 ^B	2,85±0,09 ^A	28,13±6,43 ^A
F2	49,15±1,64 ^{CD}	4,59±1,71 ^A	30,22±6,52 ^A

F3	60,20±2,55 ^A	2,82±1,57 ^A	26,25±4,81 ^A
F4	47,26±2,66 ^D	3,91±2,66 ^A	28,21±1,84 ^A
F5	59,78±4,79 ^A	4,39±1,83 ^A	27,94±1,36 ^A
F6	51,59±2,17 ^{BCD}	2,54±1,46 ^A	23,42±2,32 ^A
F7	53,25±0,86 ^{BC}	2,75±2,39 ^A	28,99±4,92 ^A
F8	52,45±0,15 ^{BC}	3,82±1,03 ^A	24,56±4,12 ^A

Estos datos son similares a los reportados por Kahraman *et al.*, (2022), quienes encontraron que la luminosidad en los panes sin gluten con harina de garbanzo disminuía significativamente, pero para las coordenadas a* y b* los valores fueron similares y no se presentó diferencia.

Además, se vio un aumento en las tonalidades amarillas para los panes con harina de garbanzo en comparación con la muestra control (Ver tabla 5).

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica

CARACTERIZACIÓN FISCOQUIMICA DE PANES DE BOLA				
FORMULACIONES	% Humedad	%Acidez	pH	Cenizas
F1	29,06±0,05 ^A	0,55±0,02 ^A	7,15±0,03 ^A	9,26±0,02 ^A
F2	23,44±0,04 ^B	0,82±0,02 ^{AB}	7,04±0,03 ^B	5,95±0,22 ^B
F3	23,03±2,11 ^B	0,57±0,05 ^{BC}	7,07±0,03 ^B	6,15±0,08 ^C
F4	23,39±0,05 ^B	0,70±0,02 ^{CD}	7,26±0,05 ^{BC}	7,96±0,025 ^D
F5	23,56±0,26 ^B	0,58±0,08 ^{DE}	7,31±0,03 ^{CD}	7,01±0,12 ^{DE}
F6	23,76±0,38 ^B	0,57±0,02 ^E	7,22±0,04 ^{DE}	6,41±0,07 ^{EF}
F7	23,22±0,40 ^B	0,78±0,05 ^E	7,34±0,07 ^{EF}	6,06±0,17 ^F
F8	20,84±0,34 ^C	0,66±0,05 ^E	7,51±0,07 ^F	6,38±0,10 ^F

PRUEBA SENSORIAL DESCRIPTIVA

Aspecto externo

De acuerdo con los atributos de aspecto externo para el pan de bola, la uniformidad en la forma no presento diferencias significativas ($p>0,05$) entre las formulaciones (ver figura 3). Por otro lado, el atributo de color característico mostro diferencia significativa entre la F3 y las demás formulaciones destacando un color mas llamativo con respecto a las demás. En cuanto a la humedad del pan, se presentaron diferencias significativas entre las formulaciones F1, F5 y F8,

donde F8 fue percibida con mas humedad lo que indica mayor retención de agua en la miga. Respecto a la rugosidad en la superficie hubo diferencias entre la F1 y F5, resaltando que F5 presento mayor uniformidad en comparación con F1. Finalmente, la grasosidad superficial no presento diferencias significativas, reflejando una percepción homogénea de este atributo entre todas las formulaciones.

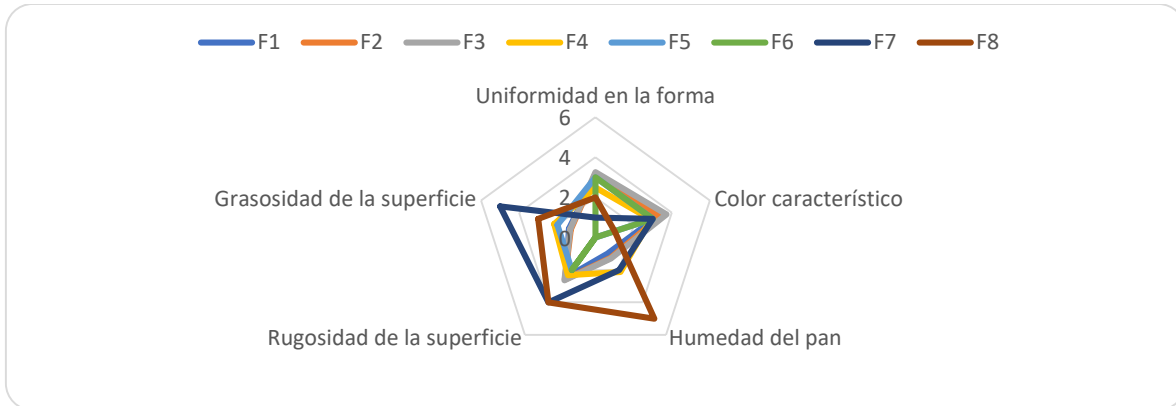


Figura 3. Atributo aspecto externo

Atributos del olor

En cuanto a los atributos de olor a tostado, vainilla, dulce, salado y el aroma en general no se encontraron diferencias significativas (ver figura 4). Sin embargo, el atributo de olor a garbanzo mostro diferencias significativas entre varias formulaciones, destacando la F6 y F7 con la intensidad de este olor. El olor a ahumado presento diferencia significativa entre todas las formulaciones destacando la F8 con la mayor puntuación. En cuanto

el olor a huevo se encontraron diferencias significativas entre las F1, F2 y F3 y las demás formulaciones, donde estas se percibió mayor olor. De manera similar el olor a mantequilla resalto en las F4, F5 y F6. Asimismo, el olor a trigo presento diferencia significativa entre las formulaciones, reflejando la influencia de los sustitutos de la harina de trigo. Por ultimo el olor a canela presento diferencias entre F1 y F5, donde F5 presento la mayor intensidad de este aroma.

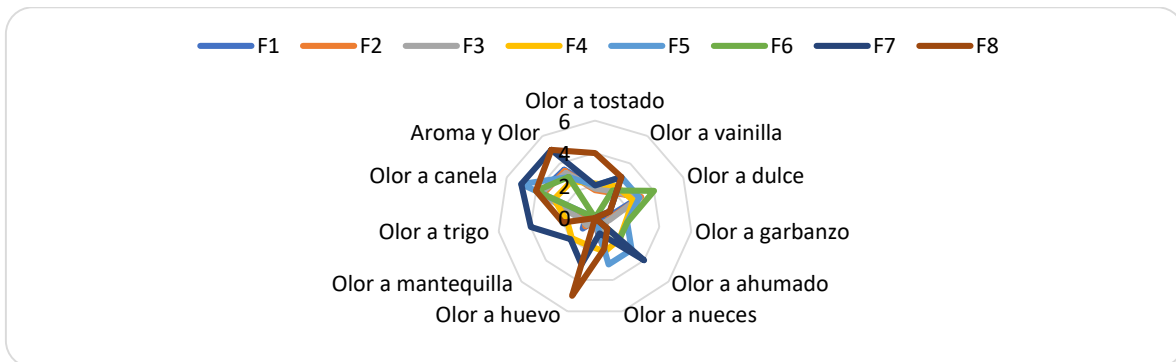


Figura 4. Atributo del olor

Atributo del sabor

Respecto al sabor, no se encontraron diferencias significativas para los atributos de sabor a tostado, vainilla, avena, trigo, canela y dulce. Sin embargo, el sabor

ahumado presento diferencia significativa entre F1, F2 y las formulaciones F5, F7 y F8, siendo estas ultimas percibidas con una mayor intensidad. El sabor amargo y acido mostraron diferencias estadísticamente significativas entre F4 y F8 en comparación con F1 y F3,

presentando la mayor intensidad para F4 y F8. Asimismo, el sabor a huevo y mantequilla presentaron mayor intensidad en las formulaciones F4 y F8 en comparación con las demás. El sabor a garbanzo presento mayor intensidad en las formulaciones F4, F5, F6 y F7

diferenciándose de las formulaciones F1 y F2. Finalmente, el sabor general mostro diferencia entre F2 y F3 frente a F6, y entre F3 frente a F7 y F8 siendo estas ultimas percibidas con mayor intensidad de sabor (ver figura 5).

Figura 5. Atributo de sabor

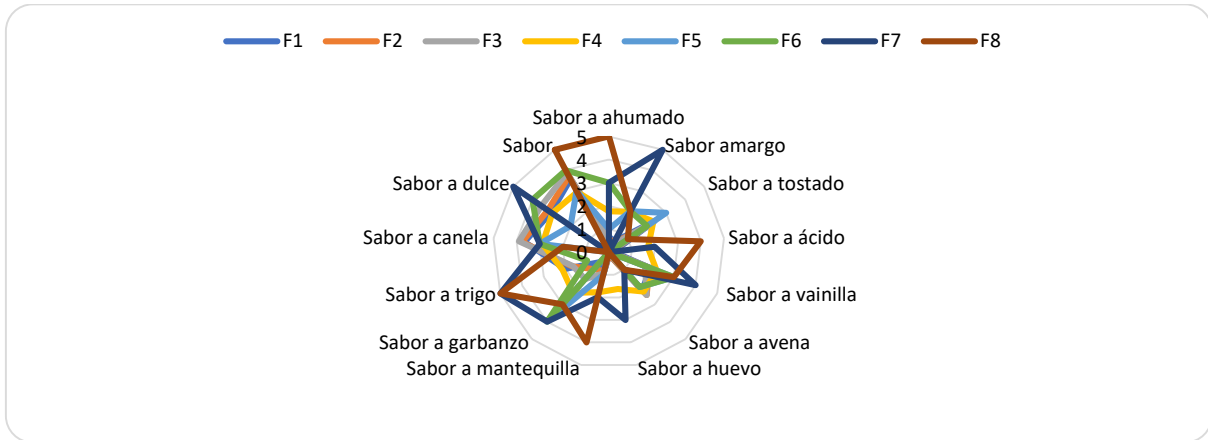


Figura 5. Atributo de sabor

Atributo de textura

En cuanto a los atributos de textura, la dureza fue el único atributo que presento diferencias estadísticamente significativas, donde las formulaciones F1, F2 y F3 fueron percibidas con la mayor dureza respecto a las demás formulaciones (ver figura 6).

Por otro lado, la fragilidad, adhesividad y granularidad no mostraron diferencias estadísticamente significativas, reflejando una textura uniforme para estos atributos. La masticabilidad presento diferencia significativa entre F3 y F4, siendo F4 la que presento una miga más suave y una cohesión en la estructura del pan.

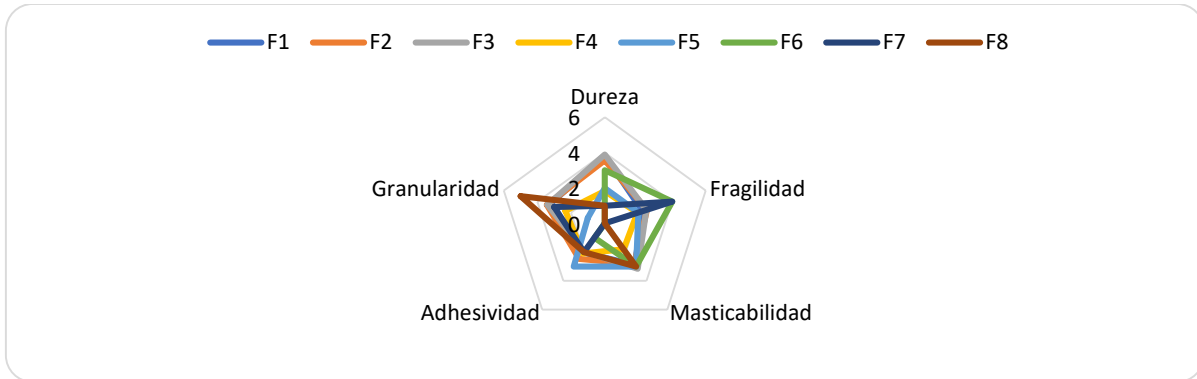


Figura 6. Atributos de textura

Atributo de sabor residual.

Respecto a los atributos de sabor residual se presento diferencia significativa en el sabor a garbanzo siendo percibido con mayor intensidad en las formulaciones F4 y F8 en comparación con F1 y F3. El sabor residual a ahumado presento diferencia significativa en la formulación F5, diferenciándose de las formulaciones F1, F2 y F3, siendo F5 la muestra donde

mas se percibió el amargo. En contraste el sabor residual a tostado no presento diferencias significativas, indicando una percepción uniforme de ese atributo en el producto final (ver figura 7).

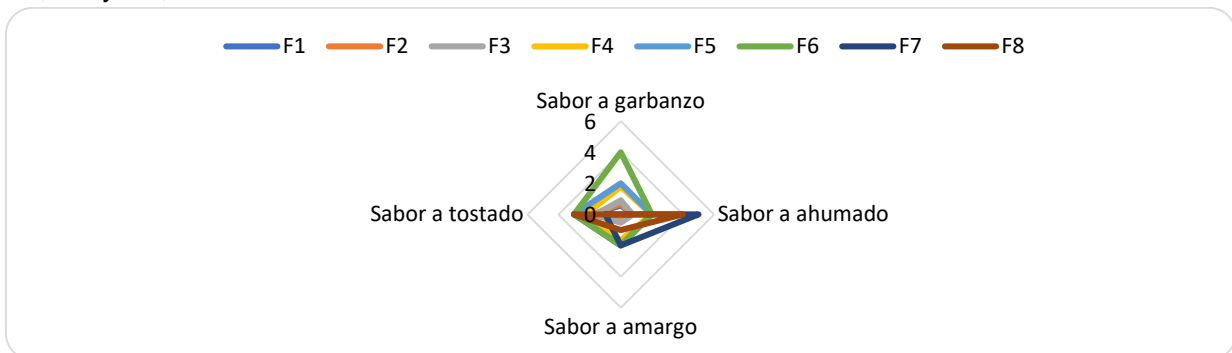


Figura 7. Atributo del sabor residual

PRUEBA SENSORIAL AFECTIVA

Los resultados de la prueba sensorial afectiva demuestran que es viable desarrollar productos de panificación saludables que generen aceptación por parte del consumidor (ver figura 8). En particular, la formulación 5 fue la que más gusto de las 8 formulaciones, evidenciando que, con una formulación adecuada, es posible obtener un pan con

un buen perfil nutricional y características sensoriales agradables. Aunque las demás formulaciones no hayan generado rechazo, ubicándose en un nivel neutro de aceptación (Ni me disgusta ni me gusta), permite la idea de incorporar harina de garbanzo y avena sin comprometer aceptación sensorial. Esto es importante ya que el pan es un alimento básico en la dieta de la población mundial y lo convierte en un vehículo ideal para

mejorar su calidad nutricional y por ende la alimentación en general.

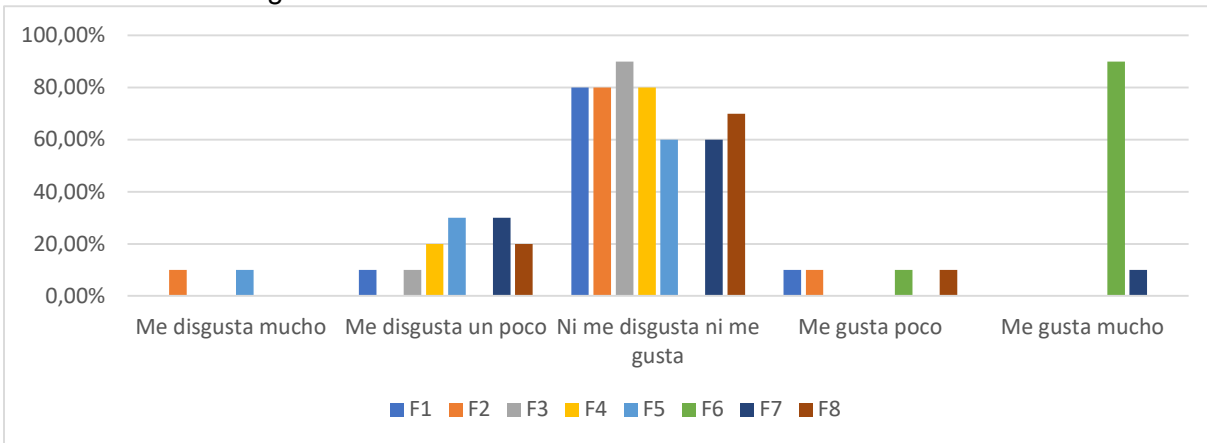


Figura 8. Prueba sensorial afectiva

4. CONCLUSIONES

La harina de garbanzo presentó características fisicoquímicas ideales en comparación con las harinas comerciales que se usan en la panificación, lo que favoreció su inclusión en la matriz alimentaria de un producto de panificación.

- Las formulaciones de panes de bola evaluadas presentaron características fisicoquímicas dentro de los rangos establecidos para productos de panificación. Asimismo, se evidenció un incremento en el contenido de proteína en comparación con el pan blanco tradicional. Estos resultados indican que la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de garbanzo y avena pueden aportar un mejor perfil nutricional al producto y cumplir con parámetros fisicoquímicos para su aceptación y comercialización.
- La prueba sensorial descriptiva evidenció que se presentaron diferencias en varios atributos relacionados con el color, olor, rugosidad y parámetros de

textura. Estos resultados indican que la sustitución de harinas afecta ciertas características sensoriales, lo que permite un punto de partida para el desarrollo de formulaciones con perfiles específicos según lo que se requiera en el producto final.

- En cuanto a la determinación de pH, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas, lo que indica que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de avena y garbanzo no alteró de forma relevante la acidez o basicidad del producto final. Esto es favorable, ya que un pH estable contribuye a mantener las propiedades fisicoquímicas del pan y a limitar el desarrollo de microorganismos indeseables.
- Respecto a la determinación de cenizas, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, siendo aquellas con mayor contenido de harina de garbanzo las que presentaron valores más altos. Esto se debe al elevado contenido mineral de esta leguminosa, lo cual representa un valor

añadido desde el punto de vista nutricional. La variabilidad en el contenido de cenizas demuestra la influencia directa de las materias primas utilizadas en la composición mineral del pan de trigo, el cual aporta las proteínas responsables del desarrollo del gluten.

- Finalmente, en la determinación de humedad se encontraron diferencias notables entre las formulaciones, siendo las que contenían mayor proporción de harina de garbanzo las que retuvieron más agua. Esta característica podría influir en la vida útil del producto, ya que un mayor contenido de humedad puede favorecer el crecimiento microbiano, aunque también mejora la percepción de frescura del pan.
- En el análisis de acidez titulable, también se identificaron diferencias significativas, observándose que las formulaciones con menor contenido de gluten tendieron a presentar menores niveles de acidez. Esto se relaciona con la menor capacidad fermentativa del sistema panario al reducirse el contenido.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arise, A. K., Nwosu, C., & Tanimowo, A. Z. (2025). Nutritional attributes and acceptability of gluten-free cookies from composite flour of oats, sweet potato and chickpea. *Food and Humanity*, 5, 100643. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100643>
- Asker, G. A., & Mousa, M. M. H. (2021). Processing Gluten- Free Noodles Fortified with Chickpea Flour. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 12(9), 203-209. <https://doi.org/10.21608/jfds.2021.89545.1025>
- Bayomy, H., & Alamri, E. (2022). Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101833. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101833>
- Bayona Buitrago, Camilo Andrés; Cepeda, María Fernanda; León Castrillo, Lexy Carolina. (2022). Aprovechamiento de los subproductos agroindustriales de la cadena productiva de la yuca (Manihot esculenta): Una Revisión, *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 20 N° 1. Pp. 111 – 131. <https://doi.org/10.24054/limentech.v20i1.1658>
- Bazán. (2019). Optimización del proceso de elaboración de pan celiaco utilizando harina de arroz, maíz y garbanzo. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/a638a89c-2cd3-4192-8b6d-118b5dafa4fb>
- Biduski, B., Maçãs, M., Vahedikia, N., O'Connor, P. M., Hussey, K., Simpson, J. C., Mysior, M. M., & Gallagher, E. (2024). Dough rheology and internal structure of bread produced with wheat flour partially substituted by buckwheat flour: A step towards enhancing nutritional value. *Food Structure*, 39, 100364. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2023.100364>
- Castellanos-González Leónides, Vera-Peña Mariam S. Calderón-Gutiérrez Jefferson A. (2023) Enfermedades fúngicas en mora (Rubus spp.) en los municipios de Pamplona Y Pamplonita Norte De Santander” *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología*

- Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125
ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen
21 N° 1. Pp: 69 -84.
<https://doi.org/10.24054/limentech.v21i2.2628>
- Cappa, C., Ozen, B., Tokatli, F., Imeneo, V., Aguiló-Aguayo, I., Sahan, Y., Togay, S. O., Shelef, O., Basheer, L., & Alamprese, C. (2025). Legume and nut flours from the Mediterranean area: Proximate compositions, techno-functionalities, and spectroscopy patterns as a function of species, origin, and treatment. *LWT*, 223, 117770.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117770>
- De Pasquale, I., Pontonio, E., Gobbetti, M., & Rizzello, C. G. (2020). Nutritional and functional effects of the lactic acid bacteria fermentation on gelatinized legume flours. *International Journal of Food Microbiology*, 316, 108426.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108426>
- Handayani, A., Singaram, N., & Aun, C. (2025). Physicochemical Properties of Semolina-Based Pasta Incorporated with Chickpea Flour and Dried Moringa Leaves. 146-152.
<https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0009982001460152>
- Huamán Espinoza, M. K. (2025). Granulometría, propiedades físicas y funcionales de las harinas de cereales, pseudocereales y legumbres de mayor consumo en la región Apurímac, 2024. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1574>
- Jahan, E., Nupur, A. H., Majumder, S., Chandra Das, P., Aunsary, L., Aziz, M. G., Islam, Md. A., & Rahman Mazumder, Md. A. (2023). Physico-chemical, textural and sensory properties of breads enriched with date seed powder. *Food and Humanity*, 1, 165-173.
<https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.05.012>
- Kahraman, G., Harsa, S., Casiraghi, M. C., Lucisano, M., & Cappa, C. (2022). Impact of Raw, Roasted and Dehulled Chickpea Flours on Technological and Nutritional Characteristics of Gluten-Free Bread. *Foods*, 11(2), Article 2.
<https://doi.org/10.3390/foods11020199>
- Kardile, N. B., Nema, P. K., & Thakre, S. M. (2023). Características físico-térmicas y cinética de hidratación de las hendiduras de garbanzos: Un ingrediente esencial para la preparación de Puran. *Food and Humanity*, 1, 1010-1017.
<https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.08.021>
- Kaur, R., & Prasad, K. (2023). Process optimization for the development of traditionally roasted chickpea flour for meal replacement beverages. *Food Chemistry Advances*, 3, 100452.
<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100452>
- Khuku, T. K., Mazumdar, S., Uddin, B., & Syduzzaman, Md. (2025). Evaluation of Nutritional and Functional Characteristics of Noodles Formulated with Chickpea Flour and Moringa Leaf Powder. *Applied Food Research*, 101062.
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101062>
- Korem, T., Zeevi, D., Zmora, N., Weissbrod, O., Bar, N., Lotan-Pompan, M., Avnit-Sagi, T., Kosower, N., Malka, G., Rein, M., Suez, J., Goldberg, B. Z., Weinberger, A., Levy, A. A., Elinav, E., & Segal, E. (2017). Bread Affects Clinical Parameters and Induces Gut

- Microbiome-Associated Personal Glycemic Responses. *Cell Metabolism*, 25(6), 1243-1253.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.05.002>
- Lin, H., Fei, T., Liu, X., Lin, X., & Wang, L. (2025). Avena (*Avena sativa* L.) fermentada por microorganismos grado GRAS: Desde la mejora de la calidad, las propiedades y los beneficios para la salud, la evaluación de la seguridad hasta las posibles aplicaciones industriales. *Trends in Food Science & Technology*, 160, 105020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105020>
- Lu, L., He, C., Liu, B., Wen, Q., & Xia, S. (2022). La incorporación de harina de garbanzo a galletas mejora las propiedades fisicoquímicas y la digestibilidad in vitro del almidón. *LWT*, 159, 113222. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113222>
- Luna-García, Nidia; Rueda-Paéz, Elsy; Rodríguez-N. Alexandra. (2024). Determinación De Las Propiedades Nutricionales, Fisicoquímicas Y Sensoriales De Mermelada Light A Partir De Gulupa Endulzada Con Stevia. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN Impreso 1692-7125 - ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 22 N° 2. Pp: 5 – 17. <https://doi.org/10.24054/limentech.v22i2.3195>
- Lund, P. A., De Biase, D., Liran, O., Scheler, O., Mira, N. P., Cetecioglu, Z., Fernández, E. N., Bover-Cid, S., Hall, R., Sauer, M., & O'Byrne, C. (2020). Understanding How Microorganisms Respond to Acid pH Is Central to Their Control and Successful Exploitation. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.556140>
- Martinez, M. M., Li, C., Okoniewska, M., Mukherjee, I., Vellucci, D., & Hamaker, B. (2018). Slowly digestible starch in fully gelatinized material is structurally driven by molecular size and A and B1 chain lengths. *Carbohydrate Polymers*, 197, 531-539. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.06.021>
- Montemurro, M., Perri, G., Verni, M., Pontonio, E., & Rizzello, C. G. (2025). Application of a sourdough type-II fermentation model to gelatinized legume flours: Starter robustness, technological and nutritional implications, potential of the bread and pasta fortification. *Applied Food Research*, 5(1), 100725. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100725>
- Nkurikiye, E., Pulivarthi, M. K., Bhatt, A., Siliveru, K., & Li, Y. (2023). Bulk and flow characteristics of pulse flours: A comparative study of yellow pea, lentil, and chickpea flours of varying particle sizes. *Journal of Food Engineering*, 357, 111647. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111647>
- Orisa et al., (2019). (PDF) Proximate and Mineral Compositions of Noodles Made from *Triticum durum*, *Digitaria exilis*, *Vigna unguiculata* Flour and *Moringa oleifera* Powder. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/336850654_Proximate_and_Mineral_Compositions_of_Noodles_Made_from_Triticum_durum_Digitaria_exilis_Vigna_unguiculata_Flour_and_Moringa_oleifera_Powder

- Orus, A. (2024). Trigo: Consumo mundial per cápita con fines alimenticios 2000-2023 [Informativo]. <https://es.statista.com/estadisticas/1312396/consumo-per-capita-de-trigo-para-fines-alimenticios-a-nivel-mundial/>
- Păcularu-Burada, B., Ceoromila (Cantaragiu), A.-M., Vasile, M. A., & Bahrin, G.-E. (2022). Novel insights into different kefir grains usefulness as valuable multiple starter cultures to achieve bioactive gluten-free sourdoughs. *LWT*, 165, 113670. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113670>
- Parada O, M., Caballero P, L., & Rivera, M. (2020). Selección y entrenamiento en jueces de cata de café. @limentech, *Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 18(1), 104–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.24054/limentech.v18i2.996>
- Parenti, O., Assaf, N., Alinovi, M., Rinaldi, M., Caligiani, A., & Chiavaro, E. (2024a). Physico-chemical characterisation of whole meal flours from three wild chickpea varieties and their technological performance in Gluten Free Bread. *Current Research in Food Science*, 9, 100816. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100816>
- Parenti, O., Assaf, N., Alinovi, M., Rinaldi, M., Caligiani, A., & Chiavaro, E. (2024b). Physico-chemical characterisation of whole meal flours from three wild chickpea varieties and their technological performance in Gluten Free Bread. *Current Research in Food Science*, 9, 100816. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100816>
- Parvin, R., Farzana, T., Mohajan, S., Rahman, H., & Rahman, S. S. (2020). Quality improvement of noodles with mushroom fortified and its comparison with local branded noodles. *NFS Journal*, 20, 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.07.002>
- Ponce Rosas, F. C. (2018). Características fisicoquímicas, sensoriales y bioactivas del pan de trigo sustituido parcialmente con harina de cáscara de plátano (*musa paradisiaca* L.). Universidad Nacional Federico Villarreal. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2389>
- Púa Rosado Amparo Luz; Torregrosa Romero Carolina; Torres Barraza Eiverling; Barreto Rodríguez Genisberto Enrique; Marsiglia Fuentes Ronald. (2022). Propiedades reológicas de un producto de galletería a base de harina de quinua (*Chenopodium quinua*). *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 20 N° 2. Pp: 24 -40. <https://doi.org/10.24054/limentech.v20i2.2287>
- Rehm C. D., Goltz, S. R., Katcher, J. A., Guarneiri, L. L., Dicklin, M. R., & Maki, K. C. (2023). Trends and Patterns of Chickpea Consumption among United States Adults: Analyses of National Health and Nutrition Examination Survey Data. *The Journal of Nutrition*, 153(5), 1567-1576. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.03.029>
- Sánchez C., Mónica Alejandra y Caballero P. Luz Alba. (2019). Uso de cristales de aloe vera (*aloe barbadensis miller*) en

- la elaboración de un relleno líquido para bombón de chocolate. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN 1692-7125. Volumen 17 N° 1. Pp: 80 - 93. <https://doi.org/10.24054/limentech.v17i1.331>
- Seluhinga, N. S., & Philip, D. (2021). The influence of geographical concentration of firms on performance of small agro food processing enterprises in Tanzania. *Journal of Agriculture and Food Research*, 6, 100220. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100220>
- Summo, C., De Angelis, D., Ricciardi, L., Caponio, F., Lotti, C., Pavan, S., & Pasqualone, A. (2019). Nutritional, physico-chemical and functional characterization of a global chickpea collection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84, 103306. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103306>
- Taranova, E. S., Zenina, E. A., Mel'nikov, A. G., Kryuchkova, T. E., Skorokhodov, E. A., & Ileneva, S. V. (2021). Use of chickpea flour in food production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 845(1), 012120. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/845/1/012120>
- Tarón Dunoyer Arnulfo; Barros Portnoy Israel; Mercado Camargo, Jairo. (2022). Caracterización de ácidos grasos y fenoles totales con actividad antioxidante de la semilla de durazno (*Prunus persica*). *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 20 N° 1. Pp: 77 - 91. <https://doi.org/10.24054/limentech.v20i1.1667>
- Wang, J., Li, Y., Li, A., Liu, R. H., Gao, X., Li, D., Kou, X., & Xue, Z. (2021). Constituyente nutricional y beneficios para la salud del garbanzo (*Cicer arietinum* L.): Una revisión. *Food Research International*, 150, 110790. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110790>
- Wetterauw, K., Spitzer, M., Nafingah, R., Wilms, P., Boom, R., Venema, P., & Schutyser, M. (2024). Dry fractionation of chickpea flour: Impact of de-oiling and flow aids. *Powder Technology*, 446, 120180. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2024.120180>
- Wu, Y., Fan, S., Sun, J., Yao, K., Yang, Y., Jiang, Q., Zhang, J., Wu, X., Zhang, M., Du, S., Li, H., & Shao, B. (2025). Improved ovalbumin accurate quantitative performance in processed foods by full-length isotope-labeled protein. *Food Chemistry*, 470, 142676. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142676>
- Xing, J.-J., Jiang, D.-H., Guo, X.-N., Yang, Z., & Zhu, K.-X. (2021). Effect of dough mixing with slightly acidic electrolyzed water on the shelf-life and quality characteristics of fresh wet noodles. *Food Control*, 124, 107891. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107891>
- Zambrano, S. A. L. (2020). Proceso De Obtención De Harina De Garbanzo (*Cicer Arietinum* L.) Y Su Utilización En La Elaboración De Pan De Molde. *tecnologica equinnocia*.
- Zhao, F., Li, Y., Li, C., Ban, X., Cheng, L., Hong, Y., Gu, Z., & Li, Z. (2021). Co-supported hydrocolloids improve the structure and texture quality of gluten-



free bread. LWT, 152, 112248.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112248>
48

