

Effect of partial substitution of wheat flour with *Capparis Scabrida* and *Punica Granatum* peel flour on sensory acceptance of bread

Caldas Canales, Lizbeth Yajahira¹, Gavidia Saldivar, Francisco¹, and Silva-Chuquipoma, Diego Honorato¹
¹ Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú.
n00057552@upn.pe, n00085975@upn.pe, diego.silva@upn.edu.pe

Abstract– *In the present study, the nutritional conditions and characteristics of a bread made from wheat flour, partially replaced with Capparis Scabrida flour and Punica Granatum peel flour, are reported. For which 07 treatments were carried out where the Completely Random Block Diagram (DBCA) was used, to choose the best treatments, it was presented to 10 judges specialized in baking and to measure the quality with respect to flavor, smell, color and appearance, the Tukey method was used through analysis of variance (ANOVA). Finally, treatment 07 (95% Wheat Flour, 2.5% Capparis Scabrida Flour and 2.5% Punica Granatum Husk Flour), presented the best nutritional and sensory characteristics, with results of 51.07% in fiber and 34.08mg Eq. Ac. Gallic/100g in total phenols, which according to the National Institute of Health (INS), are optimal characteristics for the food industry. Likewise, the addition of additives is suggested for water retention and, therefore, compliance with the moisture content established by the Technical Health Standard No. 088-MINSA/DIGESA.*

Keywords– *Bread, partial substitution, fiber, total phenols.*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Effect of partial substitution of wheat flour with *Capparis Scabrida* and *Punica Granatum* peel flour on sensory acceptance of bread

Caldas Canales, Lizbeth Yajahira¹, Gavidia Saldivar, Francisco¹, and Silva-Chuquipoma, Diego Honorato¹
¹ Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú.
n00057552@upn.pe, n00085975@upn.pe, diego.silva@upn.edu.pe

Resumen– En el presente estudio se da a conocer las condiciones nutricionales y las características de un pan elaborado a base de harina de trigo, parcialmente sustituida con harina de *Capparis Scabrida* y harina de cáscara de *Punica Granatum*. Para lo cual se llevó a cabo 07 tratamientos donde se utilizó el Diagrama de Bloques Completamente al Azar (DBCA), para la elección de los mejores tratamientos, se presentó a 10 jueces especializados en panificación y para medir la calidad con respecto al sabor, olor, color y apariencia se utilizó el método de Tukey mediante el análisis de varianza (ANOVA). Finalmente, el tratamiento 07 (95% Harina de trigo, 2.5% Harina de *Capparis Scabrida* y 2.5 Harina de cáscara de *Punica Granatum*), presentó las mejores características nutricionales y sensoriales, con resultados del 51.07 % en fibra y 34.08mg Eq. Ac. Gálico/100g en fenoles totales, que de acuerdo con el Instituto Nacional de Salud (INS), son características óptimas para la industria alimentaria. Así mismo, se sugiere la adición de aditivos para la retención de agua y, por ende, el cumplimiento del contenido de humedad establecidos por la Norma Técnica de Salud N°088-MINSA/DIGESA

Palabras clave– pan, sustitución parcial, fibra, fenoles totales.

I. INTRODUCCIÓN

Al norte del Perú, en las regiones de Lambayeque, La libertad, Piura, Tumbes, Cajamarca y Ancash, existen cerca de 3 millones 600 mil hectáreas de bosques secos [1], donde podemos encontrar los zapotales que producen un fruto denominado zapote perro (*Capparis Scabrida*), que resulta importante ya que contiene ácidos orgánicos, taninos, calcio, magnesio, proteínas [2] siendo los compuestos fenólicos de más interés, ya que según [3] el fruto contiene entre 46.73 y 51.37 mg de ácido gálico/100 g. Sin embargo, el problema es que este fruto no es aprovechando y no es conocido por los consumidores [3].

Otro problema se ha percibido durante la producción de jugo de granada (*Punica Granatum*), ya que se genera aproximadamente un 78 % cáscara y un 22 % a la semilla, ocupando grandes espacios en las plantas industriales, generando malos olores y gases durante su descomposición. Estos subproductos resultan importantes por su contenido de fibra y compuestos fenólicos (1043 mg de ácido gálico/100 g) [4]; sin embargo, parte de estos subproductos son desechados y otra utilizada para alimentos de animales.

Por otro lado, el pan, como elemento esencial en la dieta diaria, experimenta fluctuaciones en su consumo debido al alto costo de su principal ingrediente, la harina de trigo. Esta situación motiva la exploración de alternativas para la

producción de pan. En la actualidad, se están creando diversos productos alimenticios dirigidos a niños, reconocidos por su fortificación y contenido nutricional. Estos incluyen opciones de panificación que emplean harinas provenientes de tubérculos, cereales o granos autóctonos en lugar de la harina de trigo. Esta sustitución no solo mejora el valor nutricional de los productos, sino que los convierte en elecciones particularmente idóneas para los niños, especialmente teniendo en cuenta su importancia en el desayuno [5].

Los compuestos fenólicos que contienen tanto el *Capparis Scabrida* como la cáscara de *Punica Granatum* son importantes porque juegan un papel importante en los organismos humanos, ya que influyen en actividades como el metabolismo, reproducción, crecimiento, y defensa contra las infecciones causadas por microorganismos. Estos compuestos por su poder antioxidante brindan beneficios para la salud, previniendo enfermedades como la diabetes, cáncer, inflamaciones, envejecimiento de las células, alergia, osteoporosis y problemas cardíacos [6].

La solución a los problemas mencionados se ha dado de alguna manera; [3] propuso obtener harina de la pulpa, cáscara y semillas del *Capparis scabrida*, indicando que el nivel de compuestos fenólicos se mantiene después del proceso en cantidades mayores a 46.73 y 51.37 mg de ácido Gálico/100 g, materias primas utilizadas en la industria. Por otra parte, [7] utilizaron las semillas del *Capparis scabrida* para producir aceite, indicando que tiene 31.5% de lípidos, de los cuales 52.8% mg de ácido oleico. Se encontró ácido eicosapentaenoico (EPA), que es poco común en el reino vegetal y contenido fenólico total con valores de 150 mg de ácido gálico/kg.

Por último, [7] básicamente realizaron un análisis fisicoquímico del aceite y pulpa de semilla del zapotal, asimismo, [8] determinó el contenido fenólico y capacidad antioxidante de Guaba y Zapote. Al hacer una búsqueda minuciosa de producción científica, se evidencia escasos estudios respecto al uso industrial del *Capparis scabrida*.

Respecto a la solución del desperdicio de la cáscara de *Punica granatum*, [9] propusieron usar la materia prima en polvo para enriquecer nutricionalmente las galletas, obteniendo un producto con 0,32–1,96 g / 100 g de fibra y 90,7–161,9 mg GAE / 100 g de fenoles totales. Así mismo, [10] utilizaron la harina de cáscara de *Punica granatum* para el enriquecimiento del pan de trigo el cual tuvo una calidad sensorial aceptable.

La solución que buscaron los autores de esta investigación consiste en utilizar el *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum* en la producción de pan, es decir sustituir parcialmente la harina de trigo como materia prima por la harina producida a partir de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum*. Se consideró en la producción pan ya que es un alimento altamente consumido por población [11] [12]

El pan es uno de los alimentos más consumidos a nivel mundial, [13] afirma que el consumo per cápita anual de pan tradicional en el Perú es de 35 kg, mientras que el pan integral, comúnmente dicho que es más saludable por el alto precio en las panaderías, es de 2 kg [14].

Sin embargo, en la solución que se propone se desconoce a nivel científico la cantidad de harina de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum* que se tendría que utilizar en la sustitución parcial de la harina de trigo para que se produzca pan con alto contenido de fenoles totales de capacidad antioxidante y, sobre todo, con propiedades sensoriales aceptables. Es por ello por lo que se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la cantidad de harina de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum* que se tendría que utilizar en la sustitución parcial de la harina de trigo para que se produzca pan con propiedades sensoriales aceptables y alto contenido de fibra y fenoles totales?

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum* en la aceptación sensorial de pan y el alto contenido de fibra y fenoles totales. Así mismo, se plantearon como objetivos específicos: i) Caracterizar mediante un análisis proximal y fenoles totales a la harina de *Capparis scabrida*, ii) Caracterizar mediante un análisis proximal y fenoles totales a la harina de cáscara de *Punica granatum*, iii) Realizar una evaluación sensorial por atributos para determinar la cantidad de harina de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum* con mayor aceptación, iv) Caracterizar mediante un análisis proximal y fenoles totales al pan desarrollado con mayor aceptación.

II. MÉTODOS

A. Muestra y objeto de estudio

En esta investigación, el objeto de estudio o unidad experimental es el pan elaborado con variadas proporciones de harina de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum*, en reemplazo parcial de la harina de trigo. De acuerdo con el diseño experimental planteado, que contempla 7 tratamientos, y tomando en cuenta a los 10 jueces evaluadores, se manejaron 70 unidades experimentales. Esto significa que la muestra de estudio coincidió con el total de la población. Esta configuración se basa en lo señalado por [15] acerca de las unidades bajo estudio en contextos experimentales. Es relevante mencionar que se empleó harina de *Capparis*

scabrida originaria de Ascope y harina de cáscara de *Punica granatum* suministrada por la empresa Stevida de Trujillo.

B. Análisis físicoquímicos

El laboratorio de servicios a la comunidad e investigación de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI) realizó la caracterización proximal utilizando los siguientes métodos: para proteínas el método de Kjeldahl, para lípidos el método de Soxhlet, para el cálculo de kcal se utilizó el método de Atwater, para humedad, fibra y ceniza el método gravimétrico y finalmente el cálculo de carbohidratos se realizó aplicando la siguiente fórmula:

Porcentaje de Carbohidratos = 100% - (Porcentaje de Proteínas + Porcentaje de Humedad + Porcentaje de Fibra + Porcentaje de Ceniza) y para contenido de fenoles totales el método de Folin.

C. Diseño experimental

Para realizar el análisis de los resultados en esta investigación que llevaron a probar la hipótesis planteada o responder la pregunta, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) que tiene la siguiente ecuación estadística y arreglo correspondiente:

$$Y_{ij} = U + A_i + b_j + E_{ij} \quad (1)$$

Donde:

Y_{ij} : representa la medición de sabor, color, aroma, apariencia, humedad, proteínas, carbohidratos, lípidos, cenizas, fibra y fenoles totales

U: media global del experimento

A_i : efecto de la cantidad de harina a sustituir

b_j : variable bloque (panelistas)

E_{ij} : efecto del error experimental

TABLA I
DIAGRAMA DEL DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR

Tratamientos (j)	Jueces (i)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Y1, 1	Y2, 1	Y3, 1	Y4, 1	Y5, 1	Y6, 1	Y7, 1	Y8, 1	Y9, 1	Y10, .1
2	Y1, 2	Y2, 2	Y3, 2	Y4, 2	Y5, 2	Y6, 2	Y7, 2	Y8, 2	Y9, 2	Y10, .2
3	Y1, 3	Y2, 3	Y3, 3	Y4, 3	Y5, 3	Y6, 3	Y7, 3	Y8, 3	Y9, 3	Y10, .3
4	Y1, 4	Y2, 4	Y3, 4	Y4, 4	Y5, 4	Y6, 4	Y7, 4	Y8, 4	Y9, 4	Y10, .4
5	Y1, 5	Y2, 5	Y3, 5	Y4, 5	Y5, 5	Y6, 5	Y7, 5	Y8, 5	Y9, 5	Y10, .5
6	Y1, 6	Y2, 6	Y3, 6	Y4, 6	Y5, 6	Y6, 6	Y7, 6	Y8, 6	Y9, 6	Y10, .6
7	Y1, 7	Y2, 7	Y3, 7	Y4, 7	Y5, 7	Y6, 7	Y7, 7	Y8, 7	Y9, 7	Y10, .7

Para este trabajo se realizaron 7 tratamientos, utilizando diferentes variaciones de harina, los cuales se describen a continuación:

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

- T1: 0 % H. de zapote de perro, 0 % H. de cáscara de granada, 100 % H. de trigo
 - T2: 10 % H. de zapote de perro, 0 % H. de cáscara de granada, 90 % de H. de trigo
 - T3: 0 % H. de zapote de perro, 10 % H. de cáscara de granada, 90 % de H. de trigo
 - T4: 5 % H. de zapote de perro, 5 % H. de cáscara de granada, 90 % de H. de trigo
 - T5: 5 % H. de zapote de perro, 0 % H. de cáscara de granada, 95 % de H. de trigo
 - T6: 0 % H. de zapote de perro, 5 % H. de cáscara de granada, 95 % de H. de trigo
 - T7: 2.5 % H. de zapote de perro, 2.5 % H. de cáscara de granada, 95 % de H. de trigo
- Bloques: 10 jueces especializados en panificación

Es fundamental destacar que los niveles de porcentaje (%) de las harinas de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum* se determinaron considerando las tendencias innovadoras en productos de panadería. Este enfoque se basó en el análisis de 10 casos previos que sustituyeron la harina de trigo con diversas alternativas: [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23] y [24]. Además, se tuvo en cuenta que las glutaminas presentes en la harina de trigo desempeñan un papel crucial al aportar elasticidad a la masa de pan, permitiendo que recupere su forma original al estirarse, lo que dificulta la sustitución completa de la harina de trigo en un 100% [25].

D. Elaboración de las muestras

Los tratamientos de pan se elaboraron en Trujillo y se prepararon utilizando el proceso de elaboración de pan propuesto por [26] con algunas modificaciones. La masa de pan se preparó mezclando 1 kg de harina, 590 g de agua, 40 g de azúcar, 30 g de manteca, 12 g de sal y 10 g de levadura seca. Las operaciones que se realizaron fueron: recepción de materia prima, pesado, mezcla por 5 min, reposo inicial de 10 min a 20°C, moldeado en porciones de 20 g, fermentación en una cámara de fermentación por 70 min a 40 °C y 85% de humedad relativa, horneado a 200 °C por 10 min y enfriado a temperatura ambiente por 1 hora.

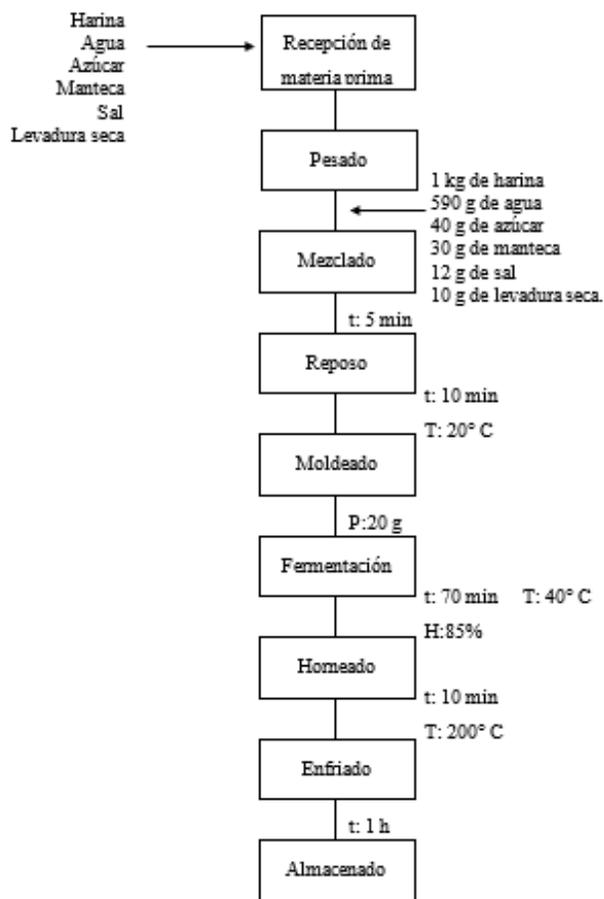


Fig. 1 Diagrama de flujo de elaboración de pan.

E. Análisis sensorial

Se seleccionaron jueces entrenados para integrar el panel, quienes han recibido formación tanto teórica como práctica en evaluaciones sensoriales específicas de panificación, estos jueces han llevado a cabo pruebas sensoriales con regularidad. El número de jueces entrenados fue de 10, siguiendo la recomendación de [27] quien establece que el mínimo requerido de este tipo de jueces es 7 y el máximo 15. Además, se consideró la sugerencia de [28] quienes indican que se debe contar con al menos 10 personas para obtener resultados significativos. Para garantizar la uniformidad y eliminar las variaciones, los tratamientos del producto se alistaron de forma consistente. Se realizó en el horario de 8:00 am a 9:00 am donde se les entregó a los panelistas una boleta de evaluación sensorial y se les instruyó sobre el uso de la escala hedónica de 5 puntos, desarrollada por [29] y [30]. Cada panelista degustó y evaluó los tratamientos individualmente, documentando sus impresiones y otorgando una puntuación basada en la escala proporcionada. Entre cada tratamiento, se ofreció agua para refrescar el paladar y prevenir el agotamiento sensorial. Tras finalizar las pruebas de todos los

panelistas, se recogieron y tabularon los resultados de las evaluaciones.

F. Análisis estadístico

El Análisis de Varianza (ANOVA) realizado a los resultados del experimento, permitió aceptar una de las hipótesis estadísticas mencionadas, lo cual llevó a aceptar o rechazar la hipótesis de investigación planteada. En otras palabras, esto significa que el experimento complementado con el ANOVA ha permitido comparar los tratamientos ensayados.

Luego para responder a la pregunta de investigación respecto a la cantidad de harina de *Capparis scabrada* y cáscara de *Punica granatum* que se tendría que utilizar en la sustitución parcial de la harina de trigo para que se produzca pan con propiedades sensoriales aceptables y tomando en cuenta el DBC mencionado anteriormente, se procesaron los resultados del experimento con la prueba de Tukey para comparar los efectos entre los tratamientos.

Como paso final, se procedió a la caracterización proximal y al análisis del contenido de fenoles totales en el tratamiento que tuvo mayor aceptación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Tabla 2 se observa los resultados de la caracterización proximal y fenoles totales de harina de *Capparis scabrada* y de cáscara de *Punica granatum*, donde se puede apreciar las grandes cantidades de nutrientes aportantes por las muestras elegidas, de igual manera la cantidad de fenoles totales, valores importantes para la sustitución parcial de trigo en la elaboración de pan, debido a que no afectaría en la nutrición de los consumidores.

TABLA II
CARACTERIZACIÓN PROXIMAL Y DE CONTENIDO DE FENOLES TOTALES EN HARINA DE *CAPPARIS SCABRIDA* Y *PUNICA GRANATUM*

Parámetro	<i>Capparis scabrada</i>	<i>Punica granatum</i>
Humedad (%)	8.58	11.05
Proteína (%)	11.37	9.56
Carbohidratos (%)	70.3	73.65
Lípidos (%)	5.09	2.07
Cenizas (%)	4.66	3.67
Energía (Kcal)	372.49	351.47
Fibra (%)	35.18	46.25
mg Ac. Gálico/100g de fenoles totales	47.32	38.55

Los niveles de proteína y humedad de la harina de *Capparis scabrada* difieren de los de la harina de trigo. La harina de *Capparis scabrada* exhibe un contenido de proteínas del 11.37%, superando al 10.5% de la harina de trigo. A pesar de esto, la humedad de la harina de *Capparis scabrada* es menor, con un 2.22% menos que la harina de trigo, lo que

podría prevenir el apelmazamiento y el crecimiento de microorganismos [31].

Al comparar la harina de *Capparis scabrada* con otras opciones para sustituir parcialmente la harina de trigo, se observa que tiene un contenido de proteínas del 11.37%, lípidos del 5.09%, y fibra del 35.18%. Estas cifras superan a las de la harina de algarrobo, que tiene un 8.11% de proteínas, 2.51% de lípidos y 11.62% de fibra. Aunque las proteínas son similares a otra harina (12.93%), la fibra es menor (44.31%) según [32] y [33]. Además, la harina de *Capparis scabrada* registra un contenido de fenoles totales de 47.32 mg Ac. Gálico/100g, dentro del rango reportado por [3].

En cuanto a la harina de cáscara de *Punica granatum*, su contenido de proteínas (9.56%) es inferior al de la harina de trigo, pero la humedad (11.05%) es mayor, aunque sigue estando dentro del límite del 15.5% establecido por la FAO en el Codex Alimentarius. Así mismo, presenta un contenido de fibra del 46.25%, superior al 18.1% reportado por [10]. A pesar de tener menos proteínas y lípidos que lo encontrado por [10], la harina de cáscara de *Punica granatum* exhibe un elevado contenido de fenoles totales de 38.55 mg Ac. Gálico/100g, siendo considerablemente más alto que los valores indicados por [34] y [35] para distintos subproductos de frutas.

TABLA III
RESULTADOS PROMEDIOS Y ESTADÍSTICOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DESARROLLADO A PARTIR DE DIFERENTES CANTIDADES DE HARINA *CAPPARIS SCABRIDA* Y CÁSCARA DE *PUNICA GRANATUM* EN SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO.

Tratamientos	Puntajes Promedios			
	Sabor	Color	Aroma	Apariencia
T1	4± 0.94	3.2± 1.23	3.7± 1.16	3± 1.05
T2	1.4± 0.69	2.1± 1.10	2.8± 1.23	1.9± 0.88
T3	3.3± 1.25	2.6± 0.84	3± 1.15	2.4± 1.17
T4	2.7± 1.16	2.4± 1.07	2.5± 1.08	2.1± 1.20
T5	2.7± 0.82	2.9± 0.74	3± 0.82	2.8± 0.42
T6	3.6± 1.17	3± 1.15	3.1± 1.20	2.9± 0.88
T7	3.7± 0.82	3.1± 0.88	3.4± 0.70	3± 0.82
p - valor	0.0322516	0.000103	0.0000481	0.0026824

En la Table 3 se muestran los resultados promedios y estadísticos de la evaluación del sabor, color, aroma y apariencia del pan desarrollado a partir de diferentes cantidades de harina *Capparis scabrada* y cáscara de *Punica granatum* en sustitución parcial de harina de trigo. Se puede observar que para los atributos evaluados: sabor, color, aroma y apariencia; existen diferencias significativas al 95% de confianza. Posteriormente se realizó la prueba de Tukey obteniendo los resultados a continuación.

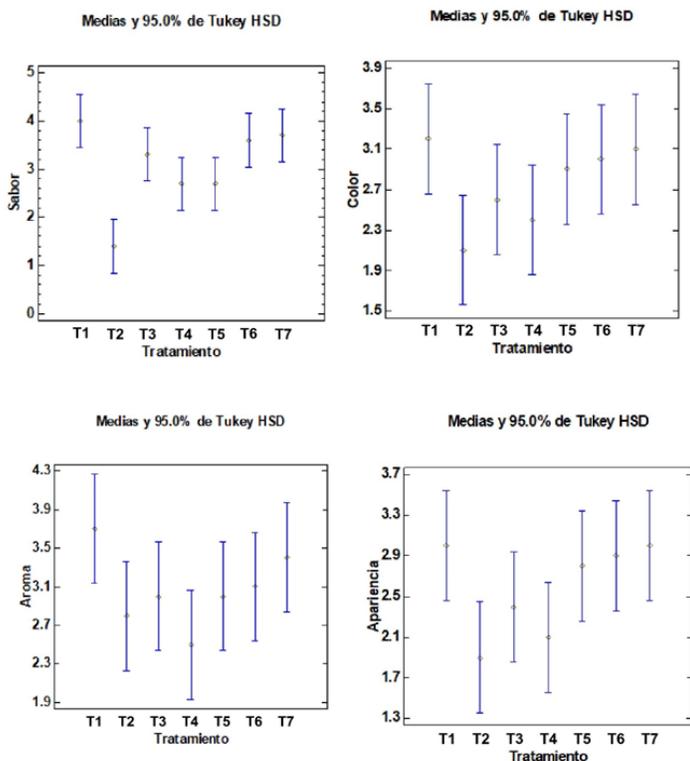


Fig. 2 Prueba de Tukey realizado para los atributos de sabor, color, aroma y apariencia en los 7 tratamientos.

Para el sabor: se destaca que el tratamiento 1 (T1) cuenta con una aceptabilidad de sabor superior en comparación con los demás tratamientos. Sin embargo, no hay diferencias significativas al contrastarla con los tratamientos 3, 6 y 7. Esto implica que, al elaborar pan con cualquiera de estos tratamientos, se alcanzaría una aceptabilidad de sabor semejante. Por contraste, el tratamiento 2 resultó ser la menor aceptación en términos de sabor.

Para el color: se destaca que el tratamiento 7 (T7) sigue siendo la ganadora para industrializar el pan, pero, en cuanto al color no hay diferencias significativas de tratamiento, por lo que se podría utilizar cualquiera de los 7 tratamientos para ello.

Para el aroma: se destaca que el tratamiento 7 (T7) tiene mayor aceptabilidad del sabor que el resto, pero no representa diferencias significativas con las restantes, es decir, que si se quiere obtener pan con cualquiera de estos tratamientos se obtendría la misma aceptabilidad del aroma, y el tratamiento 2 y 4 son las que menos aceptabilidad obtuvieron.

Para la apariencia: se destaca que el tratamiento 7 (T7) tiene mayor aceptabilidad de apariencia que el resto de los tratamientos, pero no representa diferencias significativas con los tratamientos 1,3,5 y 6, lo cual quiere decir que si se quiere obtener pan con cualquiera de estos tratamientos se obtendría la misma aceptabilidad de apariencia, por otro lado, el tratamiento 2 y 4 son las que menos aceptabilidad obtuvieron.

La investigación resalta que al reemplazar parcialmente la harina de trigo con harinas de *Capparis scabrada* y *Punica granatum* en la elaboración de panes, se producen modificaciones en sus propiedades sensoriales. La inclusión del 2.5% de cada una de estas harinas ha resultado en un producto final bien aceptado. Según los resultados del tratamiento 7, de los 10 panelistas expertos en panificación, se obtuvieron las calificaciones más altas, alcanzando valores de 3.7, 3.1, 3.4 y 3 en sabor, color, aroma y apariencia, respectivamente. Además, en la prueba de Tukey, este tratamiento mostró la mínima diferencia con el tratamiento 1 en todos los atributos evaluados, además de ser enriquecido nutricionalmente.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la caracterización proximal realizada al tratamiento ganador (T7) en la experimentación, es decir al pan desarrollado con la sustitución parcial de harina de trigo por 2.5% de harina de *Capparis scabrada* y 2.5% de cáscara de *Punica granatum*, como se puede observar contiene: 4.7% de humedad, 15.72% de proteína, 74.64% de carbohidratos, 2.69% de lípidos, 2.25% de ceniza, 51.07% de fibra, 385.65 Kcal y 34.08 mg Ac. Gálico/100g de fenoles totales.

TABLA IV
CARACTERÍSTICAS PROXIMALES DEL TRATAMIENTO CON MAYOR ACEPTABILIDAD (95% HARINA DE TRIGO, 2.5% HARINA DE *CAPPARIS SCABRIDA* Y 2.5% HARINA DE CÁSCARA DE *PUNICA GRANATUM*).

Parámetro	Tratamiento 7 (T7)
Humedad (%)	4.7
Proteína (%)	15.72
Carbohidratos (%)	74.64
Lípidos (%)	2.69
Cenizas (%)	2.25
Energía (Kcal)	385.65
Fibra (%)	51.07
mg Ac. Gálico/100g de fenoles totales	34.08

El efecto de sustitución parcial realizada en el pan desarrollado en esta investigación es un alimento óptimo, según el Instituto Nacional de Salud (INS) en las tablas peruanas de composición de alimentos, la comparación de la composición nutricional promedio del pan ciabatta con el elaborado con mayor aceptación aumenta en 6,52 %, 19.64 %, 0.69%, 0.55 % y 48.57 % en parámetros de proteínas, carbohidratos, lípidos, cenizas y fibra respectivamente. Cabe destacar el valor de fenoles totales obtenidos (34.08 mg Ac. Gálico/100g) ya que son componentes que no forman parte de la composición nutricional promedio del pan ciabatta.

IV. CONCLUSIONES

Se logró caracterizar la harina de *Capparis scabrida* mediante análisis proximal y de fenoles totales, obteniendo resultados que indican un 8.58% de humedad, 11.37% de proteína, 70.3% de carbohidratos, 5.09% de lípidos, 4.66% de ceniza, 35.18% de fibra, 372.49 Kcal y 47.32 mg Ac. Gálico/100g de fenoles totales.

En el caso de la harina de *Punica granatum*, la caracterización a través de análisis proximal y de fenoles totales reveló un contenido de 11.05% de humedad, 9.56% de proteína, 73.65% de carbohidratos, 2.07% de lípidos, 3.67% de ceniza, 46.25% de fibra, 351.47 Kcal y 38.55 mg Ac. Gálico/100g de fenoles totales.

Mediante la aplicación de diversos tratamientos que involucraron distintas proporciones de harina de *Capparis scabrida* y cáscara de *Punica granatum*, se logró determinar la cantidad óptima para obtener pan con características sensoriales aceptables, tales como sabor, olor, color y apariencia general. Entre los tratamientos evaluados, el tratamiento 7, que implica una sustitución del 2.5% de harina de *Capparis scabrida* y 2.5% de harina de *Punica granatum*, destacó como el más aceptado. Los resultados del tratamiento 7 revelaron que, de los 10 panelistas expertos en panificación, se obtuvieron los puntajes más altos, alcanzando 3.7, 3.1, 3.4 y 3 en sabor, color, aroma y apariencia, respectivamente. Además, en la prueba de Tukey, este tratamiento mostró la mínima diferencia con el tratamiento 1 en todos los atributos evaluados.

La composición química proximal del pan resultante de la sustitución con un 2.5% de harina de *Capparis scabrida* y 2.5% de harina *Punica granatum* fue la siguiente: 4.7% de humedad, 15.72% de proteína, 74.64% de carbohidratos, 2.69% de lípidos, 2.25% de ceniza, 51.07% de fibra, 385.65 Kcal y 34.08 mg Ac. Gálico/100g de fenoles totales. Estos valores indican que el pan resultante no solo posee propiedades sensoriales atractivas, sino que también ofrece beneficios nutricionales superiores en comparación con un pan convencional compuesto al 100% de harina de trigo, según los estándares establecidos por el Instituto de Nutrición. No obstante, se sugiere considerar la inclusión de aditivos como emulsionantes o estabilizadores para mejorar la retención de agua, dado el bajo porcentaje de humedad obtenido, que está por debajo de los límites establecidos por la Norma Técnica de Salud N°088-MINSA/DIGESA V.01.

REFERENCES

[1] Mongabay, "Perú: El bosque que lucha contra el olvido", 2017.
[2] J. A. Moscol, "Caracterización física-química para determinación del rendimiento y calidad de la goma exudada de la especie forestal Sapote *Capparis scabrida* HBK, en el área de conservación regional Angostura Faical", Universidad Nacional de Tumbes, 2018.
[3] M. L. Aspillaga Arrascue, "Determinación de la actividad antioxidante y fenoles totales en el fruto de Zapote Perro (*Capparis scabrida*) con potenciales usos agroindustriales", 2021.

[4] A. Torres, M. Lebed, P. L. Arcia Cabrera, A. Curutchet, and S. Cozzano, "De residuo industrial a ingrediente funcional: el potencial de la cáscara de granada", *INNOTEC*, pp. 76-96, 2019.
[5] A. Obregón, C. Eliana, A. Muñoz, R. Ayquipa, and W. Fernández, "Evaluación sensorial y fisicoquímica de panes con sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de maíz (*Zea mays*) y papas (*Solanum tuberosum*)", *Ciencia e Investigación*, vol. 16, no. 2, pp. 73-76, 2013.
[6] R. Abarca-Vargas, and V. L. Petricevich, "Bougainvillea genus: A review on phytochemistry, pharmacology, and toxicology. En Evidence-based Complementary and Alternative Medicine", Vol. 2018, 2018
[7] R. Abreu-Naranjo, W. N. Ramirez-Huila, J. J. Reyes Mera., D. V. Banguera, and M. León-Camacho, "Physico-chemical characterisation of *Capparis scabrida* seed oil and pulp, a potential source of eicosapentaenoic acid", *Food Bioscience*, vol. 36, 2020.
[8] C. De Los Ríos, "Contenido de Compuestos Fenólicos y Capacidad Antioxidante de *Inga edulis* "Guava" y *Pouteria sapota* "Zapote". *Universidad Cesar Vallejo*, 2019.
[9] T. Ismail, S. Akhtar, M. Riaz, and A. Ismail, "Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies", *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 65, no. 6, pp. 661-666, 2014.
[10] A. Moneim, E. Sulieman, S. Elhardallou, V. Veetil, E. Sulieman, W. A. M. Babiker, S. Elhardallou, E. Elkhalfa, and V. N. Veetil, "Influence of Enrichment of Wheat Bread with Pomegranate (*Punica granatum* L) Peels by-Products". *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 9-13, 2016.
[11] A. Cobos Intriago, "Evaluación bromatológica y sensorial del pan de trigo (*Triticum* spp), tipo enrollado, enriquecido con chia (*Salvia hispanica*)", 2020.
[12] D. Isserliyska, G. Karadjov, and A. Angelov, "Mineral composition of Bulgarian wheat bread". *European Food Research and Technology*, vol. 213, no. 3, pp.244-245, 2001.
[13] El Comercio. "Perú es el séptimo consumidor de pan en América Latina", 2019.
[14] H. Trocel, "Estudios: El pan integral gana terreno en el consumo diario", *América Retail*, 2021.
[15] H. Sampieri, R. Fernández Collado, and C. Baptista Lucio, C. "Metodología de la investigación", 2004.
[16] W. Aboshora, Z. Lianfu, M. Dahir, M. Qingran, A. Musa, M. Gasmalla, and K. Omar, "Influence of doum (*Hyphaene thebaica* L.) flour addition on dough mixing properties, bread quality and antioxidant potential". *Journal of food science and technology*, vol. 53, pp. 591-600, 2016.
[17] Al-Faris, and Al-Jobair. "Physico-chemical characteristics of pan and pita bread supplemented with the products of goat oggt", *International Food Research Journal*, vol. 24, no. 5, 2017.
[18] V. Andrade de Oliveira, G. da Costa, and S. de Sousa, "Chemical and microbial evaluation of bread and biscuits made from wheat flour substituted with cassava flour", *Nutrition and Food Science*, vol. 51, no. 5, pp. 792-807, 2020.
[19] E. De Souza Viana, A. Dos Santos De Souza, R. Reis, and V. Dos Santos De Oliveira, "Application of green banana flour for partial substitution of wheat flour in sliced bread". *Semina:Ciencias Agrarias*, vol. 39, no. 6, pp. 2399-2408, 2018.
[20] N. Dhen, I. Ben Rejeb, H. Boukhris, C. Damergi, and M. Gargouri, "Physicochemical and sensory properties of wheat- Apricot kernels composite bread", *LWT*, vol. 95, pp. 262-267, 2018.
[21] C. V. Ezeocha, and N. A. Onwuneme, "Evaluation of suitability of substituting wheat flour with sweet potato and tiger nut flours in bread making". *Open Agriculture*, vol. 1, no. 1, pp. 173-178, 2016.
[22] E. J. Henández, L. E. Ruiz, and F. A. Mendoza, "Adición de harina de yuca en masas de panificación", 2016.
[23] D. Mitiku, S. Abera, N. Bussa, and T. Abera, "Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flour", *British Food Journal*, vol. 120, no. 8, pp. 1764-1775, 2018.
[24] A. Wahyono, A. Tifania, E. Kurniawati, W. Kasutjjaningati, Kang, and S. Chung, "Physical properties and cellular structure of bread enriched with pumpkin flour". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 207, no. 1, 2018.

- [25] G. Espejo Catalán, “Elaboración de pan a diferentes porcentajes de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) y linaza (*Linum usitatissimum* L.)”, 2015.
- [26] X. Sui, P. Yap, and W. Zhou, “Anthocyanins During Baking: Their Degradation Kinetics and Impacts on Color and Antioxidant Capacity of Bread”, *Food and Bioprocess Technology*, vol. 8, no. 5, pp. 983–994, 2015.
- [27] E. Larmond, “Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food”, *Research Branch, Canada Dept. of Agriculture*, 1977.
- [28] X. H. Liu, Q. Yang, C. Wu, Y. Peng, H. L. Shang, and L. Zhou, “N₂O emissions from different biological nitrogen removal processes and factors affecting N₂O production”, *Acta Scientiae Circumstantiae*, vol. 26, no. 12, pp. 1940-1947, 2006.
- [29] N. Arcila, and Y. Mendoza, Y, “Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y su uso potencial en la alimentación humana”. *Rev. Fac. Agron.*, vol. 23, pp. 114–124, 2006.
- [30] B. Castañeda, R. Manrique, F. Gamarra, J. A. Muñoz, and F. Ramos, “Formulación y elaboración preliminar de un yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)”. *Medicina naturista*, vol. 1, 2009.
- [31] Innograin, “Calidad de harinas”, Innograin. <https://innograin.uva.es/2020/09/22/calidad-de-harinas-i/>
- [32] E. Dayana, A. Valverde Escuela, A. Panamericana, and Z. Honduras, “Desarrollo de un alimento complementario con harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) fortificado con hierro”, 2015.
- [33] E. Gonzales, and J. C. García, “Especies Forestales del Bosque Seco”, 2015.
- [34] R. Martínez, P. Torres, M. Meneses, J. G. Figueroa, J. A. Pérez-Álvarez, and M. Viuda-Martos, “Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate”, *Food Chemistry*, vol. 135, no. 3, pp. 1520–1526, 2012.
- [35] A. Ruales, A. Rojas, and C. Cardona, “Obtención de compuestos fenólicos a partir de residuos de uva isabella (*Vitis labrusca*)”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 15, pp. 72–79, 2017.