

SENSORY CHARACTERISTICS OF A CAKE ADDED WITH FENOGRECO (*Trigonella foenum-graecum* L.) SEED FLOUR.

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE UNA TORTA ADICIONADA CON HARINA DE SEMILLA DE FENOGRECO (*Trigonella foenum-graecum* L.)

PEÑA G, K. J.¹; HERERA L, D. Z.²; SOTO T, E. P.³;
CABALLERO P, L. A.⁴

¹**Kelly Johanna Peña García.**

Programa de Ingeniería de alimentos, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 (ext. 140) e-mail: Kelly.penakelkel@unipamplona.edu.co.

²**Dayana Zaray Herrera Leal.**

Programa de Ingeniería de alimentos, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 (ext. 140) e-mail: dayana.herreraday@unipamplona.edu.co.

³**M.Sc. Erika Paola Soto Toloza.**

Programa de Ingeniería de alimentos, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 (ext. 140) e-mail: erika.soto@unipamplona.edu.co.

⁴**PhD. (c) M.Sc. Luz Alba Caballero Pérez.**

Programa de Ingeniería de alimentos, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Tel: 5685303 e-mail: luzcaballero@unipamplona.edu.co.

Universidad de Pamplona

Ciudadela Universitaria. Km1 Via Bucaramanga, Departamento de Alimentos, Ingeniería de Alimentos, 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: Kelly.penakelkel@unipamplona.edu.co,

dayana.herreraday@unipamplona.edu.co, erika.soto@unipamplona.edu.co,

luzalbacaballero@unipamplona.edu.co

Recibido: 17/07/2023 / Aceptado: 28/11/2023

Resumen

La evaluación sensorial se posiciona como una herramienta fundamental en el control de calidad de los alimentos. Para llevar a cabo el análisis de atributos sensoriales, resulta imperativo contar con jueces sensoriales seleccionados y debidamente entrenados. Este proceso de selección y capacitación se torna crucial, ya que garantiza la obtención de resultados altamente confiables. El propósito de esta investigación fue llevar a cabo la evaluación sensorial de tres formulaciones de torta (0.5%, 1% y 1.5%) adicionadas con harina de fenogreco. Se llevó a cabo el reclutamiento de jueces sensoriales, a quienes se les proporcionó entrenamiento en sabores básicos, visión,

olores y texturas. Para la evaluación sensorial, se aplicó una prueba afectiva de preferencia por ordenamiento y una prueba descriptiva con una escala de cinco puntos. La prueba descriptiva se realizó por triplicado con el fin de establecer diferencias estadísticamente significativas entre las muestras mediante el análisis de varianza de un factor y la prueba Tukey. Los atributos evaluados incluyeron el aspecto externo, el perfil de sabor y olor, así como la textura. Se observó que las tres formulaciones no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la percepción de los atributos sensoriales de sabor, olor, aroma, textura y aspecto externo. Sin embargo, se obtuvo una diferencia significativa ($p < 0.05$) en cuanto a la preferencia de la formulación del 0.5% en comparación con las demás. En última instancia, la torta enriquecida con harina de fenogreco generó una impresión global positiva entre los panelistas.

Palabras clave: Evaluación sensorial, fenogreco, colorimetría, perfil descriptivo, torta.

Abstract

Sensory evaluation is positioned as a fundamental tool in food quality control. To carry out the analysis of sensory attributes, it is imperative to have selected and properly trained sensory judges. This selection and training process becomes crucial, since it guarantees obtaining highly reliable results. The purpose of this research was to carry out the sensory evaluation of three cake formulations (0.5%, 1% and 1.5%) added with fenugreek flour. The recruitment of sensory judges was carried out, who were provided with training in basic flavors, vision, smells and textures. For the sensory evaluation, an affective test of preference by ordering and a descriptive test with a five-point scale were applied. The descriptive test was performed in triplicate in order to establish statistically significant differences between the samples using one-way analysis of variance and the Tukey test. Attributes evaluated included external appearance, flavor and odor profile, as well as texture. It was observed that the three formulations did not present significant differences ($p > 0.05$) in the perception of the sensory attributes of flavor, smell, aroma, texture and external appearance. However, a significant difference ($p < 0.05$) was obtained in terms of the preference of the 0.5% formulation compared to the others. Ultimately, the fenugreek flour-enriched cake generated a positive overall impression among the panelists.

Keywords: Sensory evaluation, fenugreek, colorimetry, descriptive profile.

1. INTRODUCCIÓN

La Agenda 2030 de las Naciones Unidas ha establecido objetivos específicos para América Latina y el Caribe en relación con Hambre Cero y Salud y Bienestar. Estas metas buscan lograr una transición nutricional que garantice una alimentación saludable, nutritiva y adecuada, con un equilibrio calórico adecuado, con el objetivo de reducir la tasa de mortalidad asociadas a las ECNT (Naciones Unidas, 2018; FAO et al., 2020)

La situación alimentaria en América Latina y el Caribe es preocupante, dado que esta región exhibe la tasa más elevada de sobrepeso y obesidad a nivel global. Según las estadísticas, el 91.1% de la población mayor de 18 años presenta un exceso de peso. Esta problemática es aún más alarmante al considerar un aumento en el sobrepeso infantil del 6.2% al 7.5% en el mismo período, superando la media global. Estos datos subrayan la urgencia de abordar de manera efectiva y sostenible los desafíos relacionados con la alimentación en la región (Naciones Unidas, 2018b).

La tendencia actual en la demanda de alimentos apunta hacia la preferencia por opciones más saludables, buscando que su composición nutricional satisfaga los requerimientos esenciales para mantener una dieta equilibrada. Este enfoque responde a uno de los desafíos principales de la industria agroalimentaria: la creación de productos que aborden las necesidades nutricionales de los consumidores, contribuyendo así a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.

Según una investigación llevada a cabo a nivel global por Rivas Estany & de la Noval García (2021), e examinó la problemática de la obesidad en Cuba y otras partes del mundo, así como los impactos de medidas preventivas para mejorar la salud pública. Esta investigación se basó en un Panel de Expertos sobre Obesidad y Salud Pública, el cual reveló que, según las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud para el año 2016, más de 1900 millones de adultos mayores de 18 años padecían de sobrepeso, y de ellos, más de 650 millones eran obesos. Además, se observó que alrededor del 13% de la población adulta mundial (11% de los hombres y 15% de las mujeres) sufría de obesidad, cifra que se había triplicado en comparación con los datos de hace 40 años. Por otro lado, se evidenció que el exceso de peso contribuyó a 4 millones de muertes en todo el mundo, siendo el 70% de estas muertes por enfermedades cardiovasculares (40% en personas con sobrepeso). En cuanto a la región latinoamericana, se reportaron 360 millones de personas con sobrepeso (58%) y 140 millones con obesidad (23%) en el año mencionado. Además, en Estados Unidos se prevé un aumento del 50% en la prevalencia de la obesidad en los próximos 10 años.

A nivel nacional, disponemos de los datos recopilados por la Encuesta Nacional de Situación Nutricional del año 2015, la cual evalúa los problemas relacionados con la nutrición en la población colombiana. Destaca el aumento del sobrepeso en todas las etapas de la vida en comparación con los resultados obtenidos en la encuesta de 2010. Según estas estadísticas, se observa un incremento del 1.4% en el sobrepeso en la etapa de primera infancia (0 a 4 años), un 1.3% en los niños en edad escolar (5 a 12 años), un 5.9% en adolescentes (13 a 17 años) y un 5.2% en la población joven y adulta (Gobierno de Colombia, 2015).

La alimentación saludable, entendida como un modelo de dieta variada, debe comenzar con la ingesta adecuada de porciones de alimentos que se ajusten a los requerimientos específicos según la edad, el género y el nivel de actividad física de cada individuo. Es fundamental que esta dieta esté compuesta por alimentos ricos en fibra, vitaminas, minerales, fitoquímicos y proteínas. Entre estos alimentos se encuentran las hortalizas, verduras, frutas, cereales integrales, leguminosas verdes y secas, carnes magras y productos lácteos bajos en grasa (Cediel *et al.*, 2022)

El fenogreco, una planta conocida por sus múltiples beneficios, ha sido tradicionalmente utilizada en la medicina. En una revisión sistemática realizada por Agüero & Díaz (2021), se examinaron varias fuentes científicas para evaluar cómo el consumo de fenogreco (*Trigonella foenumgraecum*) afecta ciertos aspectos bioquímicos del metabolismo en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2. Los hallazgos indicaron que dosis de 0.05 a 20 gramos

diarios de fenogreco, administradas durante 30 a 90 días, produjeron una notable disminución en los niveles de glucosa en sangre, colesterol, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (LDL), además de un aumento en los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL).

Las semillas y las hojas verdes del fenogreco son tanto comestibles como medicinales, y han comenzado a ser empleadas para realzar el sabor y el color, así como para modificar la textura de los alimentos. Además, este grano se distingue por sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antidiabéticas y antitumorales (Carrillo *et al.*, 2022; Wani & Kumar, 2018; Huang *et al.*, 2016).

Huang *et al.*, 2016), examinaron la composición del fenogreco, descubriendo que esta planta posee aproximadamente un 28% de mucílago, alrededor del 2% de alcaloides como la trigonelina y la colina, un 5% de un aceite fijo con un aroma amargo más pronunciado, un 22% de proteínas y una sustancia colorante amarilla presente en el tallo. Además, determinaron que las semillas contienen entre un 23% y un 26% de proteína, un 6% a un 7% de grasa y un 58% de carbohidratos, de los cuales aproximadamente el 25% es fibra dietética. Asimismo, el fenogreco es una fuente significativa de hierro, con un contenido de 33mg/100g de peso seco.

Más adelante, en su estudio de 2019, Llavata *et al.*, señalaron que el fenogreco exhibe un contenido notablemente superior de aminoácidos esenciales en comparación con ciertas harinas, como la de soja, que destaca especialmente por su alta concentración de lisina. Esto lo posiciona como un ingrediente prometedor

para la creación de nuevos productos con un perfil proteico óptimo.

Desde una perspectiva toxicológica, los efectos adversos más comunes del fenogreco se presentan únicamente en dosis muy elevadas. Estos efectos incluyen trastornos gastrointestinales debido a su alto contenido de fibra, lo que puede provocar flatulencia, distensión abdominal y diarrea. Además, la alta concentración de isoleucina, valina y leucina en el fenogreco puede causar irritación en la piel, lo que resulta en un olor característico a jarabe de arce en la orina. Otros efectos adversos pueden manifestarse como alergias, que se manifiestan con estornudos, tos, rinitis, lagrimeo, rinorrea, asma, sibilancias persistentes e incluso desmayos (Solórzano Cruz, 2019).

Respecto a las características sensoriales del fenogreco a tener en cuenta durante la evaluación sensorial, según Cárdenas (2020) se espera un sabor y olor agradable en cuanto a la presencia de la semilla en el ponqué, con un sabor residual amargo ligero y tolerable al paladar como característica importante de esta semilla.

La evaluación sensorial emplea como instrumento de medición al ser humano, buscan su respuesta ante los estímulos percibidos. no se puede realizar mediante aparatos de medida; ya que no existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana. Según Púa *et al.*, 2022 y Soto y Pérez (2021), la evaluación sensorial juega un papel crucial tanto en el ámbito tecnológico como en el económico dentro de la industria alimentaria. Estas pruebas no solo son esenciales para evaluar la calidad de los productos, sino que también

pueden determinar el éxito o el fracaso de los avances e innovaciones en la tecnología alimentaria. Estos investigadores emplearon diversas pruebas para entrenar a panelistas sensoriales, con el propósito de desarrollar y optimizar el uso de los cinco sentidos humanos: sabor, olfato, oído, vista y tacto. Su objetivo fue enseñar a los panelistas a utilizar de manera efectiva y consciente sus órganos sensoriales.

Como objetivo de esta investigación, se planteó estudiar las características sensoriales de una torta adicionada con harina de fenogreco (*Trigonella foenum-graecum L.*), con el fin de innovar en la industria alimentaria mediante alimentos funcionales que suplan y proporcionen al consumidor una dieta balanceada, diversa y equilibrada, incluyendo (como en este caso) alimentos que comúnmente no se aprovechan y que traen consigo múltiples beneficios con su consumo, siguiendo el ideal de Moreno & Martín en el 2019.

2. METODOLOGIA

Los diferentes procesos de reclutamiento y entrenamiento de jueces sensoriales, así como la elaboración del producto y la evaluación sensorial, fueron realizados en diversos ambientes de la Universidad de Pamplona sede Villa del Rosario, laboratorio de química de Ingeniería de Alimentos, laboratorio de sensorial de la Facultad de ingenierías y arquitectura.

2.1 Materiales y Equipos

Durante el proceso de entrenamiento de los jueces sensoriales en sabor, se utilizaron diversas sustancias de laboratorio, como el cloruro de sodio, el ácido cítrico, la

sacarosa, la cafeína y el glutamato monosódico. Asimismo, para el entrenamiento en olores y visión, se emplearon aromas y colorantes de tipo alimentario. La elaboración de las diferentes formulaciones del ponqué, con la adición de harina de semillas de fenogreco, se llevó a cabo utilizando materias primas de grado alimentario, siguiendo las metodologías descritas por Soto & Pérez en el 2021.

I. Elaboración de la torta con adición de harina de semilla de fenogreco

Se comenzó con la definición de las formulaciones a abordar, lo cual requirió llevar a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva. Esta investigación permitió establecer los rangos iniciales tanto para las materias primas como para las condiciones de procesamiento de las tortas.

Se partió de una formulación base para la elaboración de las tortas con adición de harina de semilla de fenogreco, la cual se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Formulación base para la elaboración de las tortas definidas.

Materia Prima	% en masa
Azúcar	15%*
Margarina industrial	19%*
Huevo entero	12%*
Leche	27%*
Bicarbonato de sodio	2%*
Sabor artificial a vainilla	1%
Harina de trigo	100%

* % con respecto a la harina

Nota: adaptado de Solórzano (2019).

Con tal información, ajustes realizados por ensayo y error, se obtuvieron tres formulaciones con distintas adiciones de harina de semilla de fenogreco. Las

formulaciones trabajadas se aprecian en la tabla 2.

Tabla 2. Formulaciones con los porcentajes de adición definidas.

Formulación	F1	F2	F3
Fenogreco (%)	0.5	1	1.5

F1: Formulación 1
F2: Formulación 2
F3: Formulación 3

Nota: adaptado de Solórzano (2019).

El proceso de elaboración de las tortas se realizó siguiendo la metodología descrita por Solórzano Cruz, (2019). Las materias primas y aditivos fueron sometidas inicialmente a una operación unitaria de mezclado, seguida por el moldeado, horneado y enfriamiento. El horneado se realizó por convección, a una temperatura de 180°C por 45 minutos y el enfriamiento se realizó a temperatura ambiente (33°C) por 30 minutos.

II. Reclutamiento de jueces sensoriales

El reclutamiento de jueces sensoriales se llevó a cabo siguiendo el método propuesto por Soto & Pérez (2021) y por Parada *et al.*, (2020), con adaptaciones. Se comenzó seleccionando participantes entre 18 y 30 años de edad, de ambos géneros, quienes eran estudiantes de la Universidad de Pamplona. Mayormente, los participantes eran jóvenes de ambos sexos, con edades comprendidas entre 18 y 25 años. Antes de comenzar la sesión, se les ofreció una charla informativa sobre la evaluación sensorial de productos de panificación.

Seguidamente se llevó a cabo una encuesta con el fin de recopilar datos específicos de los individuos para reclutar a los candidatos. Esta encuesta incluyó preguntas sobre hábitos, disponibilidad de tiempo, dirección, número de teléfono,

horarios de comidas, preferencias alimentarias y disposición para participar.

III. Entrenamiento de jueces sensoriales

Los candidatos elegidos para el entrenamiento de jueces sensoriales fueron aquellos que, durante la entrevista, indicaron estar libres de problemas de salud que pudieran afectar sus sentidos, además de disponer del tiempo necesario para el entrenamiento y mostrar disposición para participar en las distintas sesiones de formación del panel sensorial. (Soto & Pérez, 2021; Parada *et al.*, 2020; Camargo *et al.*, 2022).

Se inició con una prueba de identificación y reconocimiento de sabores básicos, las concentraciones trabajadas durante esta prueba se aprecian en la tabla 3.

Tabla 3. Concentraciones definidas de sustancias de referencia

Sustancia de referencia	Concentración (g/L)
Ácido cítrico	1.0
Cafeína	0.5
Cloruro de sodio	5.0
Sacarosa	16.0
Glutamato monosódico	2.0

Nota: adaptado de(Soto & Pérez, 2021; Parada *et al.*, 2020)

Seguidamente, se aplicó una prueba de sensibilidad de sabores a través de un test de ordenamiento de acuerdo a la intensidad de los sabores, junto con un test de detección de un estímulo (Soto & Pérez, 2021; Parada *et al.*, 2020). Las concentraciones trabajadas se aprecian en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Concentraciones definidas para test de ordenamiento

Sabor	Compuesto	Concentración (% p/v)
Dulce	Sacarosa	10
		5
		2
		1

		0,5
		10
Ácido	Ácido Cítrico	5
		2
		1
		0,5
		10
Salado	Cloruro de sodio	5
		2
		1
		0,5
		0,1
Amargo	Cafeína	0,05
		0,02
		0,01
		0,005
		0,1
		0,05
Umami	Glutamato Mono sódico	0,02
		0,01
		0,005
		0,005

Nota: adaptado de(Soto & Pérez, 2021; Parada *et al.*, 2020)

Tabla 5. Concentraciones definidas para el test de detección de un estímulo

Sustancia de referencia	Concentración (g/L)
Ácido cítrico	0.60
Cafeína	0.27
Cloruro de sodio	2.0
Sacarosa	12.0
Glutamato monosódico	3.0

Nota: adaptado de(Soto & Pérez, 2021; Parada *et al.*, 2020)

Durante el proceso de entrenamiento en visión, se emplearon tanto el test de Ishihara como el test de ordenamiento basado en la intensidad del color. En cuanto al adiestramiento en identificación de olores, se llevó a cabo una serie de ejercicios centrados en la exposición a olores específicos, con el propósito de familiarizar al juez sensorial con la metodología requerida para discernir y reconocer diversas percepciones y sensaciones olfativas y gustativas. Esta capacitación buscaba no solo desarrollar las competencias y habilidades individuales necesarias para identificar y cuantificar los atributos sensoriales, sino también mejorar la sensibilidad y la memoria sensorial de los participantes (Soto & Pérez, 2021).

En el entrenamiento para la prueba descriptiva, los jueces designados recibieron un riguroso entrenamiento centrado en los atributos de olor, aroma,

textura y color que se esperaba encontrar en las tortas. Durante este proceso, se les proporcionaron especificaciones detalladas para cada atributo, junto con una escala de medición correspondiente.

IV. Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial se aplicó una prueba de tipo descriptiva y una prueba de tipo afectiva de aceptabilidad por ordenamiento, de acuerdo a la metodología descrita por Parada *O et al.*, (2020) y Soto & Pérez (2021)

Inicialmente, se reclutaron 20 jueces sin experiencia previa en evaluación sensorial del tipo consumidor para participar en un estudio sobre preferencia de tortas con diferentes concentraciones de harina de semilla de fenogreco (0.5%, 1.0% y 1.5%). A los participantes se les encomendó la tarea de probar las distintas variaciones de torta y ordenarlas según su preferencia, con la condición de que no asignaran la misma posición a dos o más muestras. Para analizar los resultados de esta prueba, se utilizó la tabla de Kramer de categorías totales, necesaria para alcanzar una significación del 5% (Pineda y González, 2022).

En la prueba descriptiva, se analizaron diversas características, incluyendo aspectos externos, aroma, sabor, textura y sensación residual. En términos de los atributos externos, se evaluaron la uniformidad en la forma, el color característico, la humedad en la torta, así como la rugosidad y la grasosidad de la superficie. Respecto a los atributos de aroma y sabor, se llevó a cabo una evaluación detallada, resaltando las notas de especias, vainilla, dulzura, naranja,

hierbas aromáticas y amargura. La textura se examinó teniendo en cuenta aspectos como la dureza, la adhesividad, la masticabilidad y la fragilidad. Por último, al considerar el perfil de sensación residual, se prestaron atención a atributos específicos como el sabor amargo y las especias.

Un conjunto de 10 jueces sensoriales semientrenados fue sometido a la prueba descriptiva, la cual se aplicó por triplicado a cada uno. Estos individuos recibieron instrucción previa por parte del equipo de evaluación sensorial de la Universidad de Pamplona, ubicada en Villa del Rosario, durante el semestre académico 2022-2. Durante la ejecución de esta prueba, se utilizó una escala de 5 puntos, cuyas especificaciones se describen en la tabla 6.

Tabla 6. Escala puntuación para prueba descriptiva

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

Nota: adaptado de (Parada O *et al.*, 2020)

Con el propósito de profundizar en la investigación sobre el color característico de las tortas que incluyen semillas de fenogreco, se llevó a cabo un análisis colorimétrico. Este análisis evaluó la colorimetría de una muestra de referencia comercial y de diferentes formulaciones de tortas que contenían harina de semilla de fenogreco en diferentes proporciones (0.5%, 1% y 1.5%). Se utilizó una escala CIE Lab* para medir las coordenadas de color, utilizando la aplicación Color Grab, asistido por un teléfono celular Samsung S20 (Enriquez *et al.*, 2020; Talens, 2017).

L^* = representa la diferencia entre la luz (L^*100) y oscuridad (L^*0).

a^* = representa la diferencia entre el verde ($-a^*$) y el rojo ($+a^*$).

b^* = representa la diferencia entre el azul ($-b^*$) y el amarillo ($+b^*$).

V. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de la prueba descriptiva fueron evaluados utilizando el software estadístico EXCEL, en su versión 2016. Se realizó un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA) con un nivel de significancia del 95%. Luego, se aplicó la prueba de Tukey para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras examinadas.

3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante esta investigación se detallan a continuación.

I. Elaboración de la torta con adición de harina de semilla de fenogreco

Las tortas fueron elaboradas siguiendo las pautas detalladas en la sección de metodología, con la inclusión de harina de semilla de fenogreco en concentraciones del 0.5%, 1.0% y 1.5%. Durante el proceso productivo, se logró un rendimiento general del 95%, siendo las pérdidas de humedad durante el horneado la principal causa del 5% restante. La cocción se llevó a cabo mediante convección a 180°C durante 45 minutos, seguida de un período de enfriamiento a temperatura ambiente (33°C) durante 30 minutos.

Las mermas del proceso (5%) se atribuyen a la pérdida de humedad durante el horneado. Melgar *et al.*, (Melgar, 2014) obtuvo resultados similares al evaluar las mermas en la elaboración de queques fríos y secos en una panadería, encontrando una pérdida del 6.82 ± 1.92 % durante el horneado, lo que evidencia la pérdida de humedad durante esta operación unitaria (Bonilla *et al.*, 2022).

II. Reclutamiento y entrenamiento de jueces sensoriales

El proceso de reclutamiento de jueces sensoriales facilitó la recopilación de información individual de las 10 personas necesarias para desempeñarse como jueces sensoriales semientrenados en la evaluación sensorial descriptiva de la torta con harina de semillas de fenogreco añadida. Este proceso permitió filtrar a aquellos que carecían de interés en actuar como jueces sensoriales o que no contaban con la disponibilidad de tiempo necesaria.

El 100% de los aspirantes afirmaron estar sanos y que no fumaban, el 90% aseguró que no consumían habitualmente alimentos bastante condimentados, el 95% manifestó consumir alcohol, sin embargo, aclararon que lo hacían de manera esporádica, y el 100% aceptó participar y colaborar con el trabajo de la indagación y la capacitación para ser juez sensorial, lo que equivalía a 10 personas.

Después de llevar a cabo la entrevista correspondiente, se procedió con el entrenamiento en la percepción del sabor. En la evaluación de los sabores básicos realizada posteriormente, se observó que el 90% de los jueces sometidos a este proceso identificaron correctamente los

sabores ácido y salado, mientras que el 80% logró detectar tanto el sabor amargo como el umami. Además, se constató que el 100% de los participantes reconocieron el sabor dulce.

Tras analizar los resultados obtenidos, se determinó que los jueces elegidos cumplieron de manera satisfactoria con los estándares establecidos en la Guía Técnica Colombiana, GTC 280 de 2017 para el análisis sensorial. Esta guía proporciona directrices para la selección, capacitación y seguimiento de evaluadores sensoriales seleccionados y expertos. Según esta guía, para aprobar la selección de jueces sensoriales, es imperativo que identifiquen al menos el 80% de los sabores definidos.

Los resultados del entrenamiento en visión, en relación con el test de Ishihara y el test de ordenamiento según la intensidad del color, resultaron altamente satisfactorios. Se obtuvo un índice de aciertos del 96.5%, según la evaluación realizada por el conjunto de jueces sensoriales participantes. Este dato sugiere que los jueces no presentaban limitaciones significativas en lo que respecta al reconocimiento e identificación de colores.

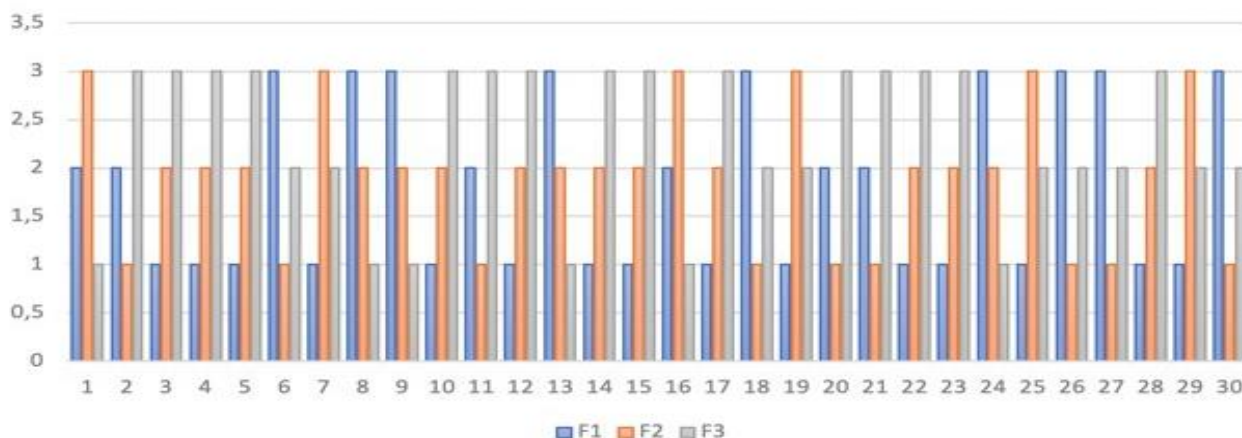
Los jueces reclutados que alcanzaron una precisión de al menos el 80% en las pruebas de entrenamiento fueron clasificados como jueces semientrenados. A quienes se les proporcionó una formación especializada para identificar con exactitud características como sabor, color, textura y olor, siguiendo las recomendaciones de Parada *et al.*, (2020) y Soto & Pérez (2021).

III. Evaluación sensorial y análisis estadístico.

Del conjunto de jueces reclutados, el 96.5% logró cumplir con el porcentaje de aciertos establecido. Este grupo específico, denominado “*jueces semientrenados*”, fue capacitado en los atributos específicos relacionados con las tortas a evaluar, los cuales se detallan en la sección de metodología.

✓ **Prueba afectiva de preferencia por ordenamiento.** Treinta jueces

Figura 1. Nivel de preferencia de las tortas adicionadas con harina de semillas de fenogreco



En la Figura 1, se aprecia el nivel de preferencia indicado por cada juez sensorial. Seguidamente, se aplicó el análisis de datos de una prueba de categorías utilizando la Prueba de Kramer de categorías totales, con un nivel de significancia del 5%. Se identificó que el valor crítico para una prueba con 30 panelistas y 3 productos es de 18.2. Por lo tanto, se concluyó que la formulación con un 0.5% de harina de semilla de fenogreco fue más preferida por los jueces consumidores que las formulaciones con 1.0% y 1.5% de harina de fenogreco. Sin embargo, el nivel de preferencia entre las formulaciones con 1.0% y 1.5% de harina

sensoriales, todos ellos consumidores habituales de la Universidad de Pamplona – Sede Villa del Rosario, participaron en la prueba afectiva de preferencia por ordenamiento. El propósito de este estudio fue identificar la formulación que obtendría mayor aceptación entre los consumidores, centrándose en los atributos sensoriales del sabor de la torta. Los resultados de esta prueba se muestran en la figura 1.

de fenogreco fue igual para los jueces sensoriales.

Estos resultados destacan que, desde una perspectiva sensorial, los productos de panificación enriquecidos con harina de semilla de fenogreco resultan agradables en concentraciones inferiores al 0.5% en atributos de sabor. Estos hallazgos son coherentes con los obtenidos por Llavata *et al.*, (2019), quienes evaluaron la aceptación sensorial de pastas frescas sin gluten con adición de fenogreco, Descubriendo que las sustituciones por encima del 5% reflejaban una baja aceptación debido a la alta intensidad del atributo amargor.

Resultados similares fueron encontrados por Solórzano Cruz (2019), quien elaboró productos a base de fenogreco, incluyendo panqueques, y observó que a medida que aumentaba el porcentaje de fenogreco en la formulación, disminuía la preferencia por parte de los consumidores.

✓ Prueba descriptiva

Se realizó una evaluación descriptiva con un conjunto de diez jueces designados como "jueces semientrenados". En la Figura 2 se presenta el perfil sensorial de los atributos externos para la formulación 1 (0.5%), formulación 2 (1.0) y la formulación 3 (1.5%).

La evaluación de los atributos externos de las tortas abarcó aspectos tales como la uniformidad en la forma, el color característico, la humedad, la rugosidad y la grasosidad de la superficie.

Se pudo observar que el promedio de uniformidad se mantuvo constante en un rango de 2.9 puntos en las tres formulaciones (0.5%, 1.0% y 1.5%), lo que sugiere que todas las muestras presentaron un nivel medio de uniformidad. En relación a la textura superficial, las formulaciones demostraron ser ligeramente húmedas, suaves y con una sensación casi imperceptible de grasa.

En lo concerniente al color distintivo, se pudo observar un tono amarillento con matices naranjas y verdosos en las tres formulaciones examinadas. Con el objetivo de ampliar el estudio sobre el matiz característico de las tortas elaboradas con la inclusión de harina de fenogreco, se llevó a cabo un análisis colorimétrico por triplicado de dichas formulaciones en

comparación con un bizcochuelo tradicional de venta comercial. Los resultados del análisis colorimétrico se detallan en la tabla 7.

Figura 2. Perfil descriptivo atributos externos de tortas elaboradas

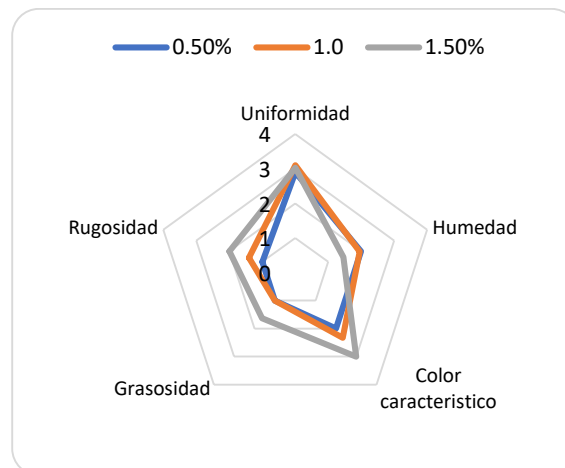


Tabla 7. Resultados del análisis del color de las tortas

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Patrón	69,8	1,4	55	3949,5
F1	54,4	8,2	43,3	2450,745
F2	48,7	5,3	43,8	2159,11
F3	51	4,7	47,3	2430,19

Los resultados obtenidos sugieren que el incremento en el porcentaje de harina de semillas de fenogreco está asociado con una disminución en la luminosidad de la torta. Además, se observa que a medida que aumenta este porcentaje, las tonalidades rojas (a^*) en el producto tienden a disminuir y aumentan las tonalidades verdes, mientras que predominan las tonalidades amarillas (b^*) en relación con las tonalidades azules. Esta tendencia podría explicarse por el contenido de carotenoides y otros pigmentos presentes en la harina de fenogreco, los cuales la hacen más oscura que la harina de trigo (Llavata *et al.*, 2019).

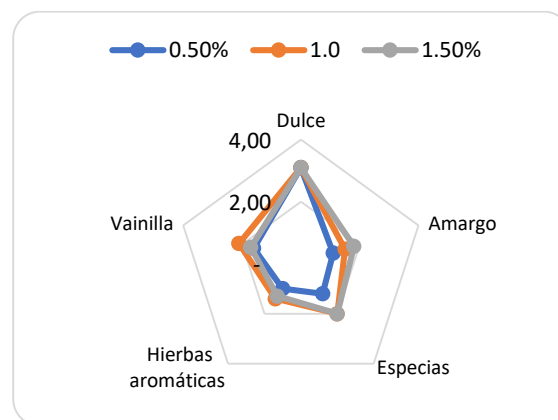
En cuanto a las coordenadas a^* y b^* , el aumento en las tonalidades verdes-amarillas se relaciona con las características intrínsecas de las semillas de fenogreco, que presentan tonalidades amarillas o pardas amarillentas con matices verde oliva y oscuros (Solórzano Cruz, 2019). Estos hallazgos apuntan a una influencia significativa del contenido de harina de fenogreco en las propiedades de color de la torta, lo que sugiere que este ingrediente puede ser clave en la modulación del aspecto visual del producto final.

En cuanto al análisis estadístico de los atributos externos de las tortas con adición de harina de fenogreco, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la uniformidad y el color ($p \geq 0,05$). Sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los atributos de humedad, rugosidad y grasosidad entre las muestras ($p \leq 0,05$), con un nivel de confianza del 95%. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Solórzano (2019), quien investigó diversos productos elaborados con fenogreco y encontró diferencias significativas entre las muestras que contenían este ingrediente.

El perfil descriptivo de aromas y sabores se representa en la figura 3. En cuanto al sabor dulce y los aromas a hierbas aromáticas y especias en las tres formulaciones desarrolladas, se observó un nivel de dulzura moderado, acompañado de un incremento en el sabor amargo y en la fragancia de hierbas aromáticas y especias a medida que se incrementaba el porcentaje de adición de harina de fenogreco.

El análisis estadístico de las características de aroma y sabor de las tortas reveló diferencias estadísticamente notables ($p < 0,05$) en la percepción del dulzor y amargor, así como en la presencia de fragancias herbales y especiadas, conforme se incrementaba el nivel de inclusión de harina de semilla de fenogreco. Los resultados obtenidos podrían atribuirse a la presencia de cantidades mínimas de aceites esenciales en las semillas de fenogreco. Entre estos compuestos, destaca la sotolona como el principal, responsable de conferir los aromas predominantes y un cierto matiz dulce, acompañado de un distintivo color amarillo brillante. Sin embargo, es importante señalar que estos aceites esenciales también pueden contribuir a un olor desagradable y un sabor amargo en el fenogreco (Solórzano (2019).

Figura 3. Perfil descriptivo de aromas y sabores de las tortas elaboradas

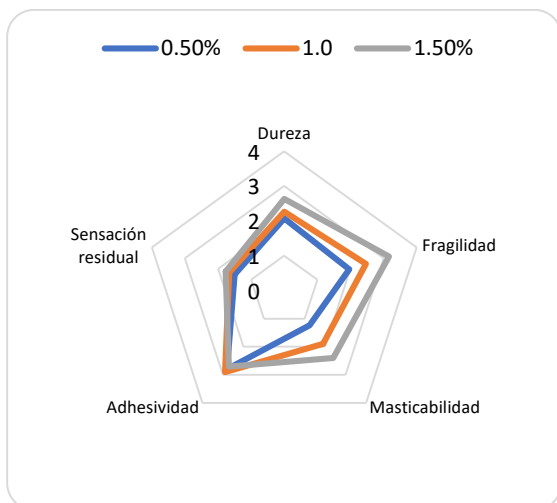


En la figura 4 se presenta el perfil de textura de las tortas con adición de semilla de fenogreco. La textura de las tortas con adición de harina de fenogreco (0.5%, 1.0% y 1.5%) se caracterizaron por ser firmes, medianamente frágiles, con masticabilidad

baja, ligera adhesividad y una sensación residual ligera a amargo.

El análisis estadístico del perfil de textura reveló que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) en cuanto a la adhesividad y sensación residual a amargo. Sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en los atributos de masticabilidad, dureza y fragilidad. Estos hallazgos coinciden con los de Solórzano Cruz (2019), quien al desarrollar diversos productos a base de fenogreco también encontraron diferencias estadísticamente significativas. Además, destacó que aspectos a mejorar en estos productos incluyen los atributos de textura y sabor, probablemente debido al alto contenido de fibra y aceites esenciales presentes en las semillas de fenogreco.

Figura 4. Perfil de la textura en las tortas elaboradas



4. CONCLUSIONES

Las tortas elaboradas con adición del 0,5 % de harina de fenogreco tuvieron buena aceptación por parte de los jueces semi entrenados, logrando contrarrestar el sabor

amargo que presenta de forma natural la semilla de fenogreco.

La formulación preferida contenía un 0,5% de harina de semilla de fenogreco, se caracterizó por su ligera humedad y suavidad, moderadamente uniforme y un color amarillo con tonalidades verdes oscuras, presentando un sabor ligeramente amargo, una textura firme, ligeramente pegajosa y una baja intensidad de masticación.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Pamplona por sus espacios para profundizar en la investigación y así contribuir al cumplimiento de las metas de los objetivos de desarrollo sostenible, buscando satisfacer las necesidades nutricionales de la población.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguero Gonzales, D. C., & Díaz Ortega, J. L. (2021). *Facultad de ciencias de la salud escuela profesional de nutrición*. Universidad César Vallejo.
- Bonilla, C. A., Cely Calixto, N. J. y Bonilla, S. A. (2022). Diagnóstico y recomendaciones de mitigación de patologías en las estructuras hidráulicas de los acueductos en Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(1). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2717/3790>
- Cárdenas Pita, J. D. (2020). Análisis del Fenogreco (*Trigonella foenum-graecum*) y su aplicación en cocina caliente. In 2020. Universidad de Guayaquil.
- Carrillo, O. S., Castellanos, C. y Céspedes, N. (2022). Alternativas biológicas para el manejo de enfermedades fúngicas radicales y producción más limpia

- de la fresa. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(1). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2721/3794>
- Camargo, L., Medina, B. y Gómez, J. (2022). Prototipo electrónico IoT para el seguimiento de variables ambientales. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2723/3796>
- Cediell, G., Pérez Tamayo, E. M., González Zapata, L., & Gaitán Charry, D. (2022). Current perspectives on food: from nutritionism to healthy, supportive, and sustainable food. *Revista Facultad de Medicina*, 70(3). <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v70n3.94252>
- Enriquez Valencia, A. L., Ordoñez Santos, L. E., Arana, A. C., & Henao, E. R. (2020). Colorimetry characterization for banana accessions of the Germplasm Bank System in Colombia. *Acta Agronomica*, 69(1), 7–13. <https://doi.org/10.15446/acaq.v69n1.73256>
- FAO, FIDA, OPS, WFP, & UNICEF. (2020). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Seguridad alimentaria y nutricional para los territorios rezagados. In *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2020* (pp. 2–150). FAO, OPS, WFP and UNICEF. <https://doi.org/10.4060/cb2242es>
- Gobierno de Colombia. (2015). *Resultados generales-ENSIN-2015-preliminar- Chapters 3 and 4: Determinantes estructurales de la situación nutricional y Determinantes intermedios del estado nutricional*. <https://www.researchgate.net/publication/335754940>
- Huang, G., Guo, Q., Wang, C., Ding, H. H., & Cui, S. W. (2016). Fenugreek fibre in bread: Effects on dough development and bread quality. *LWT*, 71, 274–280. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.03.040>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2017). *Guía Técnica Colombiana GTC 280. Análisis sensorial. Directrices para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores sensoriales seleccionados y expertos* (ICONTEC, Ed.; Primera, Vol. 1). ICONTEC.
- Llavata, C. B., Martín, E. M. E., & Albors, S. A. M. (2019). *Efecto de la adición de fenogreco en pasta fresca sin gluten: propiedades físicas, químicas, aceptación sensorial e índice glicémico* [Trabajo Fin de Máster]. Universidad Politécnica de Valencia.
- Melgar, E. F. (2014). *Evaluación de mermas en el proceso de elaboración de queques fríos y secos, en la Panadería y Repostería El Hogar*.
- Moreno Aznar, M., & Martín Esparza, M. E. (2019). *Efecto de la incorporación de fenogreco en las propiedades reológicas y estructurales de formulaciones de pasta fresca sin gluten*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Naciones Unidas. (2018a). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*, Santiago. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Naciones Unidas, O. (2018b). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Parada, M., Caballero, P. L. A., & Rivera, M. (2020). Selección y entrenamiento de jueces en cata de café. *Revista @limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 18(1), 104–124.

- Parada O, M., Caballero P, L., & Rivera, M. (2020). Selección y entrenamiento en jueces de cata de café. *Revista @limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 18(1), 104–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.24054/limentech.v18i2.996>
- Pineda Zambrano, M. C. y González García, H. (2022). Bioactividad fungistática del extracto acuoso artesanal de *Azadirachta Indica* en hongos fitopatógenos asociados al cultivo de guanábana. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2730/3801>
- Púa Rosado Amparo Luz; Torregrosa Romero Carolina; Torres Barraza Elverling; 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.
- Rivas Estany, E., & de la Noval García, R. (2021). *Revista Ciencias Biomédicas*. Artículo de revisión. Obesidad en Cuba y otras regiones del Mundo. Consideraciones generales y acciones nacionales de prevención. *Anales de La Academia de Ciencias de Cuba*, 11(1), 1–5. <https://orcid.org/0000-0002-5484-6111ReinaldodelaNovalGarcía1><https://orcid.org/0000-0001-8992-9761>
- Solórzano Cruz, E. A. (2019). *Elaboración de productos a base de fenogreco (Trigonella foenum graecum) licenciado en gastronomía*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Soto Toloza, E. P., & Pérez Caballero, L. A. (2021). Evaluación de la calidad de café en taza de una muestra comercial de la región frente a una muestra comercial de alta calidad tipo exportación. *Revista @limentech Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 19(1), 17–35. <http://orcid.org/0000-0003-3591-5828>
- Talens Oliag, P. (2017). Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB. *Universidad Politécnica de Valencia*, 1–7.
- Wani, S. A., & Kumar, P. (2018). Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. In *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* (Vol. 17, Issue 2, pp. 97–106). King Saud University. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.01.007>