

Evaluación sensorial de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes* transformados en harina para pastas en la región de Santiago Sacatepéquez

Sensory evaluation of Pleurotus ostreatus y Lentinula edodes transformed into flour for pastas in Santiago Sacatepequez

Karla R. Cordón-Arrivillaga ¹, Sandra B. Morales-Pérez ¹, Cecilia Liska ¹, Ruth de León-Chocoj², Maria A. Urizar-Marroquín ³, Mónica A. Corado-Ortega ³, William Fagiani ⁴, Eileen Fabián-Rivera ⁵

¹UNISAN, Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

²Planta Productora de Hongos Comestibles Guatemala, S.A., Santiago Sacatepéquez, Guatemala.

³Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

⁴Área de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, Escuela de Ingeniería Química (INDETEIQ), Universidad de San Carlos de Guatemala.

⁵Centro de Estudios en Sensoriopatías, Senectud e Impedimentos y Alteraciones Metabólicas (CESSIAM)

*Autor al que se dirige la correspondencia: cordon.karla@usac.edu.gt

Recibido: 23 de febrero 2021 / Revisión: 12 de mayo 2023 / Aceptado: 07 de junio 2023

Resumen

En Guatemala, la pobreza y desnutrición son problemáticas recurrentes que dificultan alcanzar la seguridad alimentaria. Con el objetivo de promover el consumo de hongos comestibles como opción nutritiva para las comunidades más vulnerables, se evaluó la aceptabilidad de los atributos de sabor, olor y textura de las formulaciones de harinas para pasta de los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes* en la población adulta de Sacatepéquez. Los hongos se deshidrataron y pulverizaron, formando una harina para pasta con proporciones de harina de trigo: harina de hongo 90:10, 80:20, 70:30 y 50:50. Para la prueba de aceptabilidad por escala hedónica se realizó un análisis de varianza con su respectiva prueba no paramétrica de Friedman con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = .05$) para cada uno de los atributos evaluados. Se obtuvo que las formulaciones más aceptadas y preferidas por los jueces para la mezcla de harina de trigo y *P. ostreatus* fueron las 90:10 y 80:20, con puntuación para escala hedónica media (DE) de 4.19 (1.41) y 3.97 (1.54) para sabor, 3.90 (0.97) y 4.16 (1.09) para textura, 3.81 (1.04) y 3.94 (1.10) para olor, respectivamente, existiendo significancia en el atributo de sabor. En el caso de la prueba de aceptabilidad de todas las formulaciones de harina de trigo y *L. edodes* los atributos fueron aceptables, encontrándose la media (DE) arriba de 3.45 (1.41) el atributo de sabor, de 3.66 (1.51) el atributo de textura y de 3.59 (1.31) el atributo de olor; sin significancia.

Palabras clave: escala hedónica, hongo ostra, shiitake, harinas compuestas, panel de consumidores

Abstract

In Guatemala, poverty and malnutrition are recurring problems that make it difficult to achieve food security. With the objective of promoting the consumption of edible mushrooms as a nutritional option for the most vulnerable communities, the acceptability of the flavor, smell and texture attributes of the flour formulations for pasta of the fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* in the adult population of Sacatepéquez. The mushrooms were dehydrated and pulverized, forming a pasta flour with proportions of wheat flour: mushroom flour 90:10, 80:20, 70:30 and 50:50. For the acceptability test by hedonic scale, a variance analysis was performed with its respective non-parametric Friedman test with a significance level of 5% ($\alpha = .05$) for each of the evaluated attributes. It was found that the formulations most accepted and preferred by the judges for the mixture of wheat flour and *P. ostreatus* were 90:10 and 80:20, with a mean hedonic scale score (SD) of 4.19 (1.41) and 3.97 (1.54) for flavor, 3.90 (0.97) and 4.16 (1.09) for texture, 3.81 (1.04) and 3.94 (1.10) for odor, respectively, with significance in the flavor attribute. In the case of the acceptability test of all the formulations of wheat flour and *L. edodes*, the attributes were acceptable, with the mean (SD) being above 3.45 (1.41) for the flavor attribute, and 3.66 (1.51) for the quality attribute. texture and 3.59 (1.31) the odor attribute; without importance.

Keywords: hedonic scale, oyster mushroom, shiitake, composite flours, consumer panel



Introducción

Los hongos comestibles han adquirido un alto valor para la población debido a su diversidad y propiedades únicas. Este estudio se centró en el uso de la harina de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.L Fr.) Kumm y la harina de *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, ya que son dos especies populares en el mercado mundial, con un alto contenido de nutrientes que pueden enriquecer alimentos de consumo habitual como la harina de trigo. Además, estos hongos ofrecen múltiples beneficios para la salud humana (Pineda Insuas et al., 2015; Roncero Ramos, 2015). Según Sánchez & Royse (2017), la producción anual mundial de hongos comestibles cultivados es aproximadamente de 34 millones de toneladas. China es el mayor productor y exportador, cubriendo el 80% del mercado mundial, mientras que Estados Unidos y América representan aproximadamente el 10% de la producción global. Las especies pertenecientes al género *Pleurotus*, especialmente *P. ostreatus*, también conocido como hongo ostra, representan el 27% de la producción mundial anual de hongos, equivalente a más de 6 millones de toneladas. En el caso de *L. edodes*, conocido comúnmente como shiitake, representa el 17% de la producción total de hongos (Mleczek et al., 2020), además es considerado el hongo líder cultivado a nivel mundial, y Japón es su mayor productor (Cano-Estrada & Romero-Bautista, 2016; Hajdú et al., 2022).

En Guatemala, existe una gran diversidad de hongos comestibles silvestres. Hasta 2001, se habían reportado alrededor de 60 especies, la mayoría de ellas documentadas en los mercados de las cabeceras departamentales y en algunos municipios como San Juan Sacatepéquez, Chipotón, Sumpango Sacatepéquez, Todos Santos Cuchumatán, San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, Tecpán, Guatemala y Chimaltenango (Bran et al., 2003). El cultivo de hongos comestibles comenzó en 1955 con la producción de *Agaricus bisporus* (champiñón), y en 1983 se inició el cultivo de *P. ostreatus* a nivel de laboratorio (de León-Chocooj et al., 1988). En el país, las especies de hongos comestibles cultivadas a escala comercial son *A. bisporus*, *A. bitorquis*, *P. ostreatus*, *P. eryngii* y *L. edodes* (R. de León, comunicación personal 2020). Estas especies son importantes para la industria de alimentos y tienen grandes perspectivas, ya que algunas de ellas se pueden cultivar en pulpa de café, un desecho agrícola que se genera en grandes cantidades en Guatemala (Sommerkamp & Guzman, 1990).

El consumo de hongos comestibles ha prevalecido en la dieta humana debido a su sabor, textura y aroma característicos. En los últimos años, el interés por estos hongos ha aumentado debido a su composición nutricional, especialmente su aporte de proteínas que contienen los nueve aminoácidos esenciales, lo que los hace atractivos (Cano-Estrada & Romero-Bautista, 2016; García Rincón et al., 2014; Martínez-Flores et al., 2009; Rivera et al., 2017). Además, algunos hongos comestibles tienen propiedades medicinales, lo que impulsa su desarrollo en el mercado (Belloso et al., 2015; Martínez-Carrera et al., 2007). *P. ostreatus* es un hongo con una composición nutricional que incluye aminoácidos, vitaminas y minerales como leucina, isoleucina, valina, triptófano, lisina, treonina, fenilalanina, metionina, histidina, arginina, tiamina, niacina, riboflavina, ácido ascórbico, calcio, fósforo, potasio, hierro y sodio, y bajo contenido de grasa (Pineda Insuas et al., 2015). Por otro lado, *L. edodes* es un hongo con alto contenido de fibra, bajo contenido calórico y una cantidad elevada de proteínas, vitaminas del grupo B y minerales como hierro, zinc y magnesio (Roncero Ramos, 2015). Además, se considera un hongo medicinal en China y Japón debido a sus propiedades antioxidantes, antitumorales y antimicrobianas (Melgarejo, 2015; Nieto-Ramírez et al., 2012). El hongo ostra, debido a su concentración de ácidos grasos insaturados (omega) y diversos compuestos bioactivos, también puede ayudar a reducir los niveles de triglicéridos y colesterol en humanos (Benavides Calvache et al., 2015).

En Guatemala el consumo de estos hongos está estrechamente relacionado con las tradiciones culturales y sociales de los pueblos mayas, que se transmiten de generación en generación, hasta la actualidad. En las regiones de Sacatepéquez, los hongos comestibles se preparan de diversas formas, como el pulique, asados con sal, el cherebán, el chirmol y el caldo (Morales et al., 2002). Estos hongos pueden aprovecharse para el desarrollo de productos alimenticios debido a sus múltiples propiedades, lo que fomenta su consumo, contribuye significativamente a la seguridad alimentaria y brinda alternativas para mejorar las condiciones de vida de la población vulnerable del país (Cruz et al., 2010; Jaramillo et al., 2011).

Es por lo anterior que, se busca promover el consumo de hongos comestibles mediante el desarrollo de harinas para pastas, uno de los productos básicos en la dieta familiar (Astaiza et al., 2010). Actualmente, la harina de trigo es ampliamente utilizada en la elabo-

ración de pastas, pero su contenido nutricional puede mejorarse mediante la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de hongos, como han demostrado otros estudios que analizan la composición proximal y evalúan la aceptabilidad sensorial de pastas con sustitución parcial de la harina de trigo por hongos comestibles (Jamangapé et al., 2019; dos Reis Correia et al., 2017; Nordiana et al., 2019;). Los cuerpos fructíferos de estas especies de hongos son fáciles de cultivar y no requieren una infraestructura altamente especializada. Para las comunidades de bajos recursos, el cultivo de estos hongos puede convertirse en una buena opción para el consumo propio, ya que son una fuente muy rica de proteína no animal y son muy versátiles en su forma de preparación.

El impacto esperado de este estudio es contribuir a mejorar la situación de seguridad alimentaria y nutricional del país mediante el desarrollo de alternativas de productos alimenticios que fomenten el consumo de hongos comestibles en la población guatemalteca debido a su composición nutricional y su aporte de proteínas. Para lograr esto, se desarrollaron ocho formulaciones de mezcla de harina de trigo y harina de hongos en diferentes proporciones, para promover su consumo y el objetivo de la investigación fue evaluar la aceptabilidad de los atributos de sabor, olor y textura de las formulaciones de harinas de pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* en la población adulta de la región de Sacatepéquez, el estudio fue aplicativo con elementos exploratorios, experimentales y explicativos, se estableció el procedimiento más adecuado para transformar los hongos comestibles. Es importante seguir desarrollando investigaciones en tecnología e innovación alimentaria para el mercado de los hongos comestibles, como *P. ostreatus* y *L. edodes*, y evaluar la aceptabilidad y preferencia de las características sensoriales para medir las percepciones de los consumidores, como han hecho otros autores al desarrollar nuevos productos en el mercado de los hongos comestibles (Canale Guerrero & López Rivera, 2018; Guiné et al., 2019; Jaramillo et al., 2011;).

Materiales y Métodos

El enfoque de la investigación fue cuantitativo con un alcance de carácter aplicativo, que conllevó varios elementos de exploración, experimentación y explicación.

Determinación de la unidad de análisis

La unidad de análisis para la transformación de setas en harinas para pastas estuvo constituida por los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y *L. edodes* con una edad de madurez de 6 a 10 días, con un diámetro del sombrero aproximado de 2 cm.

La cepa de *P. ostreatus* fue donada en 1992 a la Planta Productora de Hongos Comestibles de Guatemala, por el Dr. Joseph Poppe, investigador de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Gent, Bélgica. En el caso de la cepa de *L. edodes* fue adquirida en 2015 a la empresa Mycelia, proveniente de Bélgica. Ambas cepas son comerciales y son cultivadas desde que se adquirieron en el cepario de la planta, y están registradas como PB y LEB, respectivamente.

La cantidad de muestra que se utilizó fue de 50 kg de cuerpos fructíferos frescos para cada especie y fue obtenida de la Planta Productora de Hongos Comestibles de Guatemala, S.A. ubicada en Santiago Sacatepéquez.

Selección de jueces para análisis sensorial

Se definió la muestra para la evaluación sensorial con base en un panel interno de consumidores y una prueba piloto como plantea Ruiz Vásquez y Soriano Colchado (2014), Ellis (1961), Ureña Peralta y colaboradores (1999), Rosenthal (1999), Velásquez y colaboradores (2014) y Caipo y colaboradores (2015), la cual estuvo constituida por 31 panelistas para la evaluación sensorial de las preparaciones de hongo ostra y 29 para las preparaciones de shiitake pertenecientes a la organización y consumidores habituales de este tipo de setas de la población de Sacatepéquez. Los panelistas fueron divididos en tres grupos cada uno, los cuales se citaron en horas diferentes para evitar aglomeraciones y asegurar el distanciamiento social, guardando la salud de cada uno de los jueces. La muestra fue definida según los criterios de inclusión y exclusión de los jueces que participaron de forma voluntaria en el panel interno por medio de la firma de un consentimiento informado. Los criterios de inclusión fueron: Edad entre 18 - 45 años, gusto por la pasta, pertenecientes a la organización, compradores habituales de los hongos comestibles, consumidores habituales de los hongos comestibles, jueces no entrenados. Los criterios de exclusión utilizados para la selección fueron: intolerantes al gluten, jueces especializados y alérgicos a alguno de los hongos comestibles del estudio.

El tipo de muestreo fue probabilístico para la unidad de análisis empleada para el desarrollo de las ocho formulaciones, cumpliendo con los criterios de calidad especificados con anterioridad. Para la selección de panelistas que participaron en las pruebas de aceptabilidad, con base en un panel interno de consumidores, el muestreo fue no probabilístico.

Preparación de las formulaciones

El diseño de la evaluación sensorial fue el diseño de bloques aleatorios completos, donde cada juez es un bloque y cada preparación de las formulaciones de los hongos en el estudio (*P. ostreatus* y *L. edodes*), fue un tratamiento. La preparación de las formulaciones de la mezcla de harinas y de las muestras para el análisis sensorial se llevó a cabo con método estandarizado de la receta para asegurar que los jueces recibieran el mismo tipo de muestra. Las formulaciones de harina se realizaron en cumplimiento de los requisitos del RTCA.67.01.15:07 y el RTCA 67.04.50:08 con relación a criterios microbiológicos y fisicoquímicos relacionados con humedad y tamaño de la partícula. Las formulaciones evaluadas se presentan en la Tabla 1.

Siendo que la proporción 90:10 fue 90% harina de trigo y 10% harina del respectivo hongo comestible, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones.

Evaluación sensorial

Se llevó a cabo en dos sesiones, una sesión para evaluar los atributos de color, sabor y textura de las cuatro pastas elaboradas con la mezcla de harina de trigo y harina de hongo *P. ostreatus* y la otra sesión para evaluar los mismos atributos para las cuatro pastas elaboradas con la mezcla de harina de trigo y harina de *L. edodes*. Se contó con la participación de 31 panelistas para la evaluación sensorial de las preparaciones de hongo *P. ostreatus* y 29 para las preparaciones de *L. edodes* pertenecientes a la organización y consumidores habituales de este tipo de setas, originarios de Sacatepéquez. Según Ruiz Vásquez y Soriano Colchado (2014) para las pruebas de aceptabilidad se utilizan escalas hedónicas categorizadas validadas, que pueden tener diferente número de categorías, que van desde “me gusta muchísimo” - “no me gusta ni me disgusta” - “me disgusta muchísimo”. Por lo que para este estudio se utilizó una escala hedónica de 5 categorías que brindó una respuesta de tipo ordinal.

Análisis de datos

Los datos derivados de la evaluación sensorial fueron procesados en Jamovi versión 2.3.21.0. Para la prueba de aceptabilidad por escala hedónica se realizó una prueba de análisis de varianza con su respectiva

Tabla 1

Formulaciones evaluadas por medio de análisis sensorial

Tipo de mezcla/ No. Mezcla	Código Mezcla	Formulación <i>P. ostreatus</i> (FO)	Tipo de mezcla/ No. Mezcla	Código Mezcla	Formulación <i>L. edodes</i> (FS)
FO1	7128	90:10	FS1	1012	90:10
FO2	4225	80:20	FS2	6358	80:20
FO3	1292	70:30	FS3	3375	70:30
FO4	5236	50:50	FS4	9563	50:50

prueba no paramétrica de Friedman con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = .05$) para cada uno de los atributos evaluados, sabor, olor y textura. Para la interpretación de las medias de los atributos se emplearon los criterios de 3.0-5.0 para aceptación; 2.1-2.9 como inferencia y de 0-2.0 para rechazo.

Resultados

Se definió la muestra para la evaluación sensorial con base en un panel interno de consumidores y una prueba piloto constituida por 60 panelistas.

En la Tabla 2 refleja el análisis de varianza con su respectiva prueba no paramétrica de Friedman de la aceptabilidad por escala hedónica, donde el atributo de sabor de la pasta de la harina de trigo: *P. ostreatus* la formulación 90:10 es aceptable, obteniendo una media (DE) de 4.19 (1.41). En cuanto a la formulación 80:20 de las pastas de la harina de trigo: *P. ostreatus* es aceptable en los atributos de textura y olor, obteniendo una media (DE) 4.16 (1.09) y de 3.94 (1.10) respectivamente. Ninguna de las formulaciones fue rechazada, sin embargo, la puntuación más baja de aceptabilidad la obtuvo la formulación 50:50 en los tres atributos con una media (DE) por debajo de 3.68 (1.14). Para las cuatro pastas de harina de trigo: *L. edodes* la formulación 70:30 fue la más aceptable en los atributos de olor, sabor y textura, obteniendo una media (DE) de 3.90 (1.47), 4.07 (1.27) y 3.97 (1.30), respectivamente. Ninguna de las formulaciones fue rechazada, sin embargo, la puntuación más baja de aceptabilidad la obtuvo la formulación 50:50 en los tres atributos con una media (DE) por debajo de 3.69 (1.61).

La prueba detecta una variación significativa para los atributos de olor, sabor y textura evaluados en las muestras de la pasta de la harina de trigo: *P. ostreatus*, con grados de libertad de 3, estadístico (χ^2) = 14.10, 30.46 y 8.43 y $p = .28$, $< .0001$ y $.0379$, respectivamente. En el caso de las muestras de la pasta de la harina de trigo: *L. edodes* no existe una variación significativa entre los atributos evaluados.

En la Figura 1 se muestra el análisis de aceptabilidad por escala hedónica para los atributos de sabor, textura y olor de las cuatro muestras de pasta de la harina de trigo y *P. ostreatus* según test de Tukey, en ella se aprecia en términos globales que la formulación con mayor calificación es la 80:20 (4225) de la harina de trigo y *P. ostreatus* con significativa similitud con la 90:10 (7128) pasta de la harina de trigo y *P. ostreatus*.

La Figura 2 muestra el análisis estadístico de la aceptabilidad por escala hedónica para los atributos de sabor, textura y olor de las cuatro formulaciones de la pasta de harina de trigo y *L. edodes* según test de Tukey, donde las medias indican que la formulación con mayor calificación es la 70:30 (3375) de la harina de trigo y *L. edodes*, con significativa similitud con la 80:20 (6358).

Discusión

La pasta es un alimento consumido comúnmente por la población guatemalteca debido a su bajo costo, su fácil preparación, sus agradables propiedades sensoriales, su larga vida anaquel y su sabor muy aceptable (dos Reis Correia et al., 2017). Por otro lado, los hongos son consumidos habitualmente, aunque no forman parte de los alimentos que integran la canasta básica de la población, aun siendo tan ricos nutricionalmente.

A lo largo de las últimas décadas se han realizado estudios como el de Canale Guerrero y López Rivera (2018), en el que evaluaron sensorialmente una barra nutritiva como alimento funcional y opción práctica de alimento rápido a partir de avena, cacahuete, amaranto, mantequilla, miel de abeja y hongo ostra deshidratado, con jueces consumidores empleando una escala hedónica de 5 puntos para calificar los atributos de sabor, color, olor y textura. Es por lo anterior que se realizó la evaluación sensorial de las harinas compuestas, como un alimento novedoso para fomentar el consumo de hongos comestibles.

Después de obtener las formulaciones de las harinas compuestas, y de la estandarización del proceso de preparación de muestras para el análisis sensorial, se procedió a realizar una prueba de aceptabilidad por escala hedónica. Los resultados de la aceptabilidad por escalada hedónica de los atributos de sabor, textura y olor de las ocho formulaciones de las harinas compuestas por análisis de varianza con su respectiva prueba no paramétrica de Friedman se muestran en la Tabla 2, en ella se observa que la formulación 90:10 y la 80:20 de hongo ostra y harina de trigo son las que obtuvieron una ponderación mayor en el atributo olor, sabor y textura siendo estas las que fueron mayormente aceptadas. Lo que concuerda con Canale Guerrero y López Rivera (2018) en la evaluación sensorial de una barra de cereales con *P. ostreatus*, donde ubicaron una mayor puntuación de aceptabilidad en la textura debido su consistencia fibrosa y crujiente. En cuanto a la potencialización de sabor del producto, Canale Guerrero

Tabla 2

Análisis de aceptabilidad por escala hedónica para los atributos de sabor, textura y olor de las cuatro muestras de pasta de la harina de trigo: P. ostreatus y harina de trigo:L. edodes según análisis de varianza y su respectiva prueba no paramétrica de Friedman

<i>P. ostreatus*</i>				
Atributo olor				
Formulación (Código)	90:10 (7128)	80:20 (4225)	70:30 (1292)	50:50 (5630)
Media (DE)	3.81 (1.04)	3.94 (1.10)	3.74 (1.04)	3.35 (1.21)
x ²	14.10			
p**	0.0028			
Atributo sabor				
Formulación (Código)	90:10 (7128)	80:20 (4225)	70:30 (1292)	50:50 (5630)
Media (DE)	4.19 (1.41)	3.97 (1.54)	3.55 (1.27)	3.19 (1.20)
x ²	30.46			
p**	< 0.0001			
Atributo textura				
Formulación (Código)	90:10 (7128)	80:20 (4225)	70:30 (1292)	50:50 (5630)
Media (DE)	3.90 (0.97)	4.16 (1.09)	3.71 (1.01)	3.68 (1.14)
x ²	8.43			
p**	0.0379			
<i>L. edodes*</i>				
Atributo olor				
Formulación (Código)	90:10 (1012)	80:20 (6358)	70:30 (3375)	50:50 (9563)
Media (DE)	3.59 (1.31)	3.83 (1.13)	3.90 (1.47)	3.69 (1.61)
x ²	2.96			
p	0.3978			
Atributo sabor				
Formulación (Código)	90:10 (1012)	80:20 (6358)	70:30 (3375)	50:50 (9563)
Media (DE)	3.97 (1.41)	3.72 (1.18)	4.07 (1.27)	3.45 (1.41)
x ²	5.71			
p	0.1266			
Atributo textura				
Formulación (Código)	90:10 (1012)	80:20 (6358)	70:30 (3375)	50:50 (9563)
Media (DE)	3.69 (1.38)	3.93 (1.26)	3.97 (1.30)	3.66 (1.51)
x ²	2.26			
p	0.5195			

Nota. Siendo que la proporción 90:10 sería 90% harina de trigo y 10% harina de cuerpos fructíferos del *P. ostreatus* o *L. edodes*, y así para cada uno de los casos en las distintas formulaciones.

Número de panelistas para la prueba de aceptabilidad de las muestras de pasta de harina de trigo y *P. ostreatus*: 31.

Número de panelistas para la prueba de aceptabilidad de las muestras de pasta de harina de trigo y *L. edodes*: 29.

DE: Desviación estándar, x²: estadístico de la prueba de Friedman.

*Grados de libertad (gl): 3

**Existe diferencia significativa ($p < .05$), La prueba de Friedman ($\chi^2 = 30.463$, $v = 3$) indica que el factor de la formulación tiene un efecto significativo sobre la calificación, con un 95% de confianza para el criterio sabor, textura y olor en el caso de las cuatro muestras de pasta de la harina de trigo: *P. ostreatus*.

Criterios: 3.0-5.0 para aceptación. 2.1-2.9 como inferencia y de 2.0-0 para rechazo

Figura 1

Análisis de aceptabilidad por escala hedónica para los atributos de sabor, textura y olor de las cuatro muestras de pasta de la harina de trigo y P. ostreatus según test de Tukey

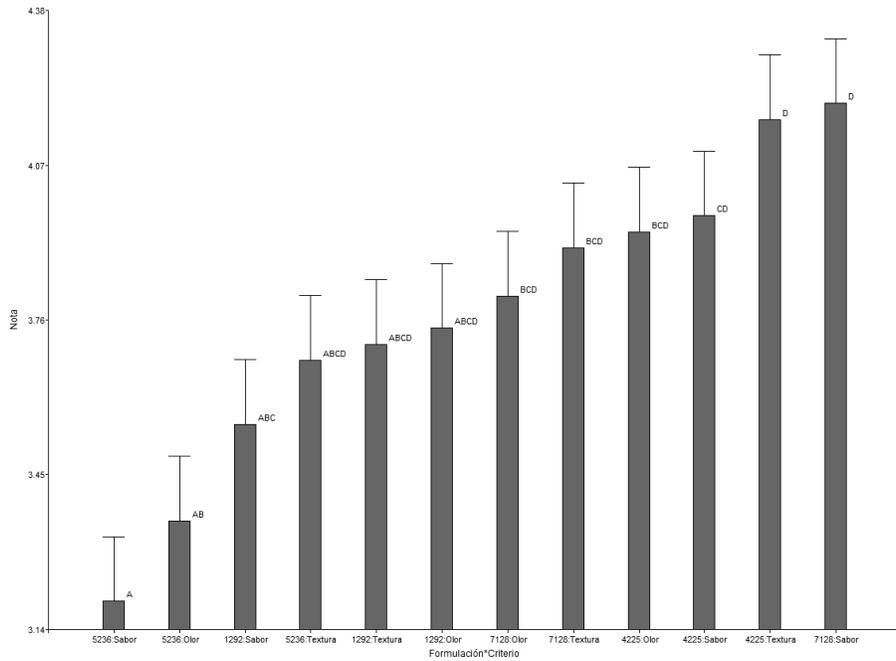
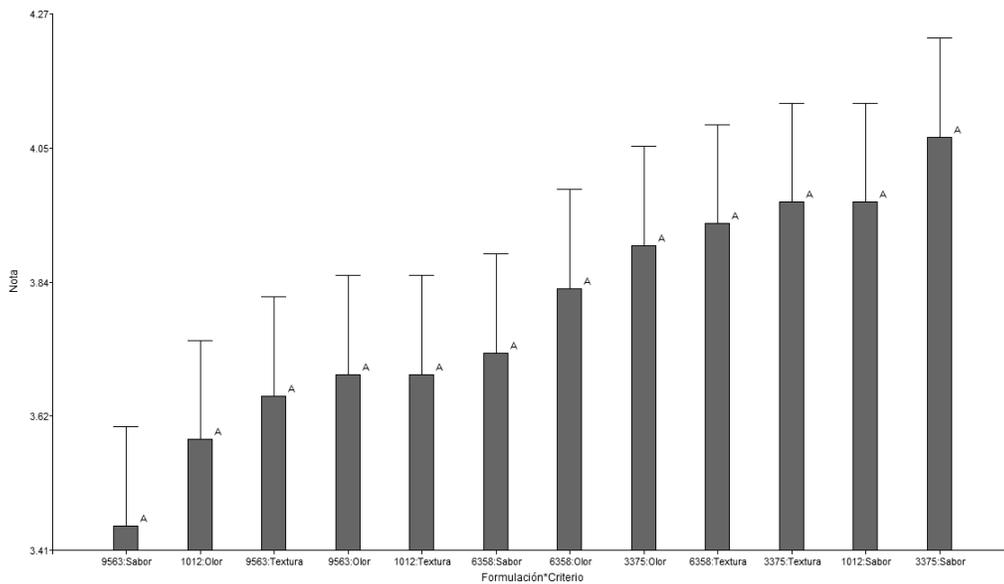


Figura 2

Análisis de aceptabilidad por escala hedónica para los atributos de sabor, textura y olor de las cuatro muestras de pasta de la harina de trigo y L. edodes según test de Tukey



y López Rivera (2018) hacen mención del aumento de la proporción de *P. ostreatus* en la barra, por otro lado, dos Reis Correia y colaboradores (2017) indica que a mayor sustitución de hongo se aumenta el sabor, pero disminuyen las características de textura como la adhesividad, los parámetros de firmeza y rigidez, tanto en las pastas frescas como cocidas. Sin embargo, en el presente estudio, ninguna de las formulaciones fue de disgusto para los panelistas, ya que ningún atributo obtuvo una ponderación menor o igual a 2.1. Existe una diferencia significativa en la aceptabilidad del sabor entre las formulaciones, siendo más aceptable la muestra 90:10.

En la Figura 1, que muestra los resultados del test de Tukey, también se observa que, al evaluar las combinaciones de atributos o criterios organolépticos y formulaciones, el sabor de la formulación 90:10 es la calificación máxima, sin embargo, los tres criterios de la formulación 80:20 se equiparan con ella. Tal como lo indica el estudio de Jamangapé y colaboradores (2019) en la evaluación sensorial de pasta fetuccinie con sustitución parcial de harina de setas *P. ostreatus*, es probable que el hongo ostra proporciona un sabor característico (umami), siendo un indicador de proteína que la persona identifica como un nutriente importante para sobrevivir.

Se determina que las formulaciones 90:10 y 80:20 fueron las mejor aceptadas mientras que las 70:30 y 50:50 presentaban mayores variaciones en los atributos de sabor y olor, más no en textura. Esto se relaciona con los resultados del estudio de Nordiana y colaboradores (2019) en el efecto de la incorporación de harina de hongos ostra (*Pleurotus sajor-caju*) en la calidad fisicoquímica y aceptabilidad sensorial de la pasta en el cual mostraron que el tiempo óptimo de cocción, la elasticidad, la firmeza y el trabajo de corte disminuyeron con el aumento de los niveles de harina de hongo ostra, mientras que no hubo diferencias significativas en dureza o adhesividad entre las muestras, sin embargo en la evaluación sensorial, la pasta fortificada con hasta un 10% de sustitución de harina de hongo ostra fue generalmente bien aceptada por los panelistas sensoriales.

Por otro lado, en la Tabla 2 se evidencia la aceptabilidad de las formulaciones de la harina de trigo y *L. edodes* para los diferentes atributos, siendo la mezcla 70:30 la más aceptada por obtener los valores más altos en los atributos de sabor, textura y olor, sin diferencia estadísticamente significativa como se confirma en la Figura 2. El estudio de Guiné y colaboradores (2019) muestra una tendencia de aceptación global similar en

las características organolépticas de olor, sabor y textura de masa, relleno y producto final elaborado con *L. edodes*. Un factor que afecta la aceptabilidad de la textura de las pastas es la firmeza del fideo, la cual disminuye al aumentar la proporción de hongo en la mezcla, debido al alto contenido de fibra en ella. Estos resultados coinciden con un estudio realizado con pastas de *L. edodes*, el cual concluye que las características de textura y olor de la pasta son determinantes para la aceptación final por parte de los consumidores, también indica que la firmeza interna y externa de las pastas frescas disminuye con el aumento de la proporción de harina de *L. edodes*, y caso contrario las pastas de harina con menor proporción de hongo presentan una intensidad de olor menor (dos Reis Correia et al., 2017).

Se concluye que las cuatro formulaciones de las harinas para pasta producto de la transformación de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* y las cuatro formulaciones de *L. edodes* fueron aceptadas por la población adulta de la región de Sacatepéquez. Se recomienda ampliar la diversidad de productos alimenticios con sustitución parcial de setas comestibles, así como la cobertura de la evaluación sensorial a un número mayor de panelistas y de regiones a nivel país.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los participantes del panel interno de consumidores, a la Planta Productora de Hongos Comestibles Guatemala, S.A., al Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y a la Dirección General de Investigación. Esta investigación fue cofinanciada por DIGI-USAC 2020, proyecto código DES4-2020.

Contribución de los autores

Coordinación, elaboración y revisión del Documento: KRC-A, SBM-P, CL

Diseño de la recolección de datos o del trabajo en campo: KRC-A, SBM-P, CL, RL-C

Recolección o contribución de datos o realización del trabajo de campo: KRC-A, SBM-P, CL, RL-C, MAU-M, MAC-O

Limpieza, sistematización, análisis o visualización de datos: SBM-P, CL, WF, EF-R

Participación en análisis de datos, estructura y en la escritura del documento: KRC-A, SBM-P, CL, WF, EF-R

Materiales suplementarios

Este artículo no tiene archivos complementarios.

Referencias

- Astaíza, M., Ruíz, L., & Elizalde, A. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua y zanahoria. *Revista de Biotecnología y Agropecuaria*, 8(1), 43-52.
- Belloso, K., González, I., Suárez, R., & Cáceres, A. (2015). Actividad antioxidante de extracto de diez basidiomicetos comestibles en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 2(2), 119-126. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v2i2.65>
- Benavides Calvache, O. L., Cabrera Hidalgo, E. V., Villota Muñoz, A. O., & Perdomo, D. A. (2015). Ácidos grasos del hongo funcional *Pleurotus ostreatus* cultivado en residuos sólidos agroindustriales. *Producción + Limpieza*, 10(1), 73- 81.
- Bran, M.C., Morales, O., Cáceres, R., & Flores, R. (2003). Contribución al Conocimiento de los Hongos Comestibles de Guatemala. *Revista Científica*, 1(1), 05-24. <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.EdicionEspecial2003.232>
- Caipo, Y., Gutiérrez, A., & Julca, A. (2015). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) evaluada en niños. *Agroindustri Science*, 5(1), 61-67. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2015.01.06>
- Canale Guerrero, A., & López Rivera, D. J. (2018). Evaluación de la aceptación y caracterización de una barra de cereales y leguminosa adicionada con *Pleurotus ostreatus*. *E-CUCBA*, 4(7), 21-24. <https://doi.org/10.32870/e-cucba.v0i7.66>
- Cano-Estrada, A., & Romero-Bautista, L. (2016). Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), 75-80. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100011>
- Cruz, D., López de León, E., Pascual, L., & Battaglia, M. (2010). Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 104(3/4), 139-154.
- de León-Chocooj, R., Guzman, G., & Martínez-Carrera, D. (1988). Planta Productora de Hongos Comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en Guatemala. *Revista Mexicana de Micología*, 4, 297-301.
- dos Reis Correia, P. M., Esteves, S. A., & Ferreira Guiné, R. P. (2017). Effect of mushroom powder in fresh pasta development. En E. Straumite (Ed.), *Abstract Book and Conference Proceedings of 11th Baltic Conference on Food Science and Technology FOODBALT 2017*.
- García Rincón, P., Rodríguez Pérez, W., Chalarca Gómez, E. K., & Andrade Zambrano, A. (2014). Estudio microbiológico y fisicoquímico de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) frescos y deshidratados. *Ingenierías & Amazonia*, 7(1), 41-47.
- Guiné, R., Correia, P., Flornça, S., & Gonçalves, I. (2019). Development of products with Shiitake Mushroom: Chemical, physical and sensory characterization. *Chemistry Research Journal*, 4(2), 30-39.
- Hajdú, P., Abdalla, Z. F., El-Ramady, H., & Prokisch, J. (2022). Edible mushroom of *Lentinula spp.*: A case study of Shiitake (*Lentinula edodes* L.) cultivation. *Environment, Biodiversity & Soil Security*, 6(4), 41-49. <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2022.121848.1164>
- Jamangapé Ovando, R. G., Palacios Pola, G., Caballero Roque, A., Zea Caloca, S. G., Meza-Gordillo, P. I., & Álvarez Gutiérrez, P. E. (2019). Evaluación proximal y sensorial de pasta fettuccinie con sustitucion parcial con harina de setas *Pleurotus ostreatus*. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 8(19), 113-127. <https://doi.org/10.31644/IMASD.19.2019.a07>
- Jaramillo, D. I., Yepes, L. V., Hincapié Llanos, G. A., Velásquez, A. M., & Vélez A., L. M. (2011). Desarrollo de productos a partir de la orellana (*Pleurotus ostreatus*). *Revista Investigaciones Aplicadas*, 5(2), 82-91.
- Martínez-Carrera, D. P., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M., & Martínez, W. (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: El sistema de producción consumo de los hongos comestibles. En J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.), *El Cultivo de Setas Pleurotus spp. en México* (Cap. 6.1, pp. 209-224). ECOSUR-CONACYT.

- Martínez-Flores, H., Maya-Cortés, D., Figueroa-Cárdenas, J., Garnica-Romo, M., & Ponce-Saavedra, J. (2009). Chemical composition and physicochemical properties of shiitake mushroom and high fiber products. *CyTA-Journal of Food*, 7(1), 7-14. <https://doi.org/10.1080/11358120902850537>
- Melgarejo, E. (2015). Algunos usos de los hongos silvestres de Bolivia en el contexto sudamericano. *Kempffiana*, 11(1), 48-65.
- Mleczek, M., Budka, A., Siwulski, M., Mleczek, P., Gąsecka, M., Jasińska, A., Kalač, P., Sobieralski, K., Niedzielski, P., Proch, J., & Rzymiski, P. (2020). Investigation of differentiation of metal contents of *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* and *Pleurotus ostreatus* sold commercially in Poland between 2009 and 2017. *Journal of Food Composition and Analysis*, 90, Artículo 103488. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103488>
- Morales, O., Flores, R., Samayoa, B., & Bran, M. C. (2002). Estudio Etnomicológico de la cabecera municipal de Tecpán Guatemala, Chimaltenango. *Revista Científica*, 15(1), 10-20. <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v15i1.252>
- Nieto-Ramírez, I., Rojas-Luna, R., & Suarez, C. (2012). Evaluación del estípite de Shiitake como aportante de fibra y bioactivos con miras a su empleo en alimentos funcionales. *Vitea*, 19(Supl. 1), S331-S333.
- Nordiana, A. B., Wan Rosli, W. I., & Wan Amir Nizam, W. A. (2019). The effect of oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) flour incorporation on the physicochemical quality and sensorial acceptability of pasta. *International Food Research Journal*, 26(4), 1249-1257.
- Pineda Insuas, J., Soto Arroyave, C., Santiago Vispo, N. Ponce Vásquez, C., & Reyes Lara, G. (2015). Selección de cepas nativas ecuatorianas del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) con fines industriales. *Revista Bionatura*, 1(1), 29-32.
- Rivera, O. A., Albarracín, W., & Lares, M. (2017). Componentes bioactivos del Shiitake (*Lentinula edodes* Berk. Pegler) y su impacto en la salud. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 36(3), 67-71.
- Roncero Ramos, I. (2015). *Propiedades nutricionales y saludables de los hongos*. Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja. <https://www.coursehero.com/file/54470473/Informe-sobre-champi%C3%B1%C3%B3n-y-setaspdf/>
- Ruiz Vásquez, D. A., & Soriano Colchado, J. L. (2014). Efecto de proporción de pasta de cacao (*Theobroma Cacao L.*) y harina de plátano (*Musa paradisiaca aab*) en la aceptabilidad general de una mezcla alimenticia. *Cientifi-k*, 2(2), 33-43.
- Sánchez, J. E., & Royse, D. J. (2017). *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp.* Editorial ECOSUR.
- Sommerkamp, I., & Guzman, G. (1990). Hongos en Guatemala, II Especies depositadas en el herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Mexicana de Micología.*, (6), 179-197. <https://doi.org/10.33885/sf.1990.3.763>
- Ureña Peralta, M. O., D'Arrigo Huapaya, M., & Girón Molina, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos. Aplicación didáctica*. Editorial Agraria.
- Velásquez, L., Aredo, V., Caipo, Y., & Paredes, E. (2014). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao L.*). *Agroindustrial Science*, 4(1), 35-42. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2014.01.04>