

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE TISANAS ELABORADAS CON *Justicia spicigera*, *Aloysia citriodora* y *Chrysactinia mexicana*

MICROBIOLOGICAL AND SENSORY EVALUATION OF HERBAL TÉ MADE WITH *Justicia spicigera*, *Aloysia citriodora* and *Chrysactinia Mexicana*

Hernández-Morales S.¹, Gobeia-Hernández V.², Olvera-Torres F.¹, Sierra-Moctezuma J.²

¹Estudiante del Programa de Maestría en Ingeniería, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco. C. Heliotropo 1201, Vista Hermosa, 74210 Atlixco, Pue. Teléfono: (244) 44 62212.

²Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Prolongación Reforma 168 Barrio de Santiago Mihuacan, C. P. 74420 Izúcar de Matamoros Pue. Teléfono: (243) 4363896.

³Instituto Tecnológico Superior de Atlixco.

³Instituto Tecnológico Superior de Atlixco. C. Heliotropo 1201, Vista Hermosa, 74210 Atlixco, Pue. Teléfono: (244) 44 62212.

*Autor de correspondencia: mi230028@itsatlixco.edu.mx,

Recibido: 15/05/2025

Aceptado: 01/julio/2025

RESUMEN

Se evaluó la calidad microbiológica y sensorial de tisanas elaboradas con tres especies medicinales tradicionales de México: muicle (*Justicia spicigera*), cedrón (*Aloysia citriodora*) y calanca (*Chrysactinia mexicana*). Los análisis microbiológicos se realizaron conforme a las normas NOM-092, NOM-111, NOM-112 y NOM-218, considerando bacterias mesófilas aerobias, mohos, levaduras y coliformes totales. Se aplicó una prueba sensorial a 60 consumidores no entrenados, quienes evaluaron olor, color y sabor mediante una escala hedónica de 9 puntos. Se estableció como límite de aceptación un puntaje promedio ≥ 6.0 . Los datos fueron analizados mediante ANOVA de un factor y prueba de Tukey HSD ($p < 0.05$). Las tisanas de muicle (140 UFC/g) y cedrón (120 UFC/g) cumplieron con los límites microbiológicos establecidos, mientras que calanca mostró una elevada carga de mesófilos (160,000 UFC/g), mohos (1300 UFC/g) y levaduras (4400

UFC/g). En la evaluación sensorial, cedrón fue la más aceptada (olor: 6.7; color: 7.0; sabor: 7.0), seguida de calanca (6.5; 6.6; 6.8). Muicle destacó únicamente en color (7.4), pero no alcanzó la aceptación en olor (5.7) ni sabor (5.8). El análisis estadístico confirmó diferencias significativas entre muestras ($p < 0.05$), especialmente en sabor y olor. Se concluye que la tisana de cedrón presenta el mayor potencial para su comercialización, mientras que muicle y calanca requieren ajustes en formulación y manejo higiénico de su materia prima sanitario, respectivamente. Este trabajo representa un primer acercamiento que deberá complementarse con estudios de estabilidad, análisis de contaminantes y validación con consumidores objetivo.

Palabras clave: *Tisanas herbales, Inocuidad microbiológica, Escala hedónica, Plantas medicinales, Control de calidad.*

ABSTRACT

This study evaluated the microbiological and sensory quality of herbal teas prepared using three traditional medicinal species from Mexico: muicle (*Justicia spicigera*), lemon verbena (*Aloysia citriodora*), and calanca (*Chrysactinia mexicana*). Microbiological analyses were carried out according to NOM-092, NOM-111, NOM-112, and NOM-218, including aerobic mesophilic bacteria, molds, yeasts, and total coliforms. A sensory evaluation was conducted with 60 untrained consumers, who assessed the odor, color, and flavor using a 9-point hedonic scale. A mean score of ≥ 6.0 was considered the acceptance threshold. Data were analyzed using one-way ANOVA and Tukey's HSD test ($p < 0.05$). The muicle (140 CFU/g) and lemon verbena (120 CFU/g) teas complied with microbiological limits, while calanca showed high counts of mesophilic bacteria (160,000 CFU/g), molds (1300 CFU/g), and yeasts (4400 CFU/g). In the sensory evaluation, lemon verbena had the highest acceptance (odor: 6.7; color: 7.0; flavor: 7.0), followed by calanca (6.5; 6.6; 6.8). Muicle was appreciated for its color (7.4), but did not reach the acceptance threshold in odor (5.7) or flavor (5.8). Statistical analysis confirmed significant differences among the samples ($p < 0.05$), particularly in terms of flavor and odor. It is concluded that lemon verbena tea has the greatest potential for commercialization. In contrast, muicle requires sensory reformulation and calanca needs improved hygienic handling. This study represents an initial approach that should be complemented by stability assessments, contaminant analyses, and consumer validation to ensure the safety and acceptability of these herbal teas.

Keywords: *Herbal teas, Microbiological quality, Hedonic scale, Medicinal plants, Quality control.*

INTRODUCCIÓN

El consumo de tisanas herbales ha mostrado un crecimiento sostenido a nivel mundial, impulsado por el interés del consumidor en alternativas naturales que promuevan la salud y el bienestar (Rico y Martín-Diana, 2023). En este contexto, el desarrollo de infusiones a base de plantas medicinales tradicionales representa una oportunidad para diversificar la oferta de productos funcionales con valor agregado, especialmente en comunidades donde existe un conocimiento ancestral sobre sus propiedades terapéuticas (García, 2023).

En México, especies como el muicle (*Justicia spicigera*), el cedrón (*Aloysia citriodora*) y la calanca (*Chrysactinia mexicana*) han sido empleadas en la medicina tradicional para tratar diversas afecciones gastrointestinales, respiratorias, nerviosas y metabólicas (Esquivel-Gutiérrez et al., 2013). Estudios previos han reportado propiedades biológicas como actividad antioxidante, antimicrobiana o ansiolítica asociadas a estas especies (Steller-Navarro, 2024; Cárdenas-Ortega et al., 2005). No obstante, su transformación en productos comercializables como tisanas requiere validar científicamente distintos parámetros de calidad.

En particular, es indispensable garantizar la inocuidad microbiológica como criterio básico de seguridad alimentaria, evaluando la presencia de microorganismos indicadores que permitan detectar riesgos potenciales para la salud pública (Organización Mundial de la Salud, 2022). Así mismo, la aceptación sensorial es un factor clave para la introducción exitosa en el mercado, ya que influye directamente en la decisión de compra del consumidor (Meilgaard et al., 2016).

Este estudio evalúa de manera preliminar la calidad microbiológica (a través de indicadores como bacterias mesófilas, mohos, levaduras y coliformes) y la percepción sensorial (olor, sabor y color) de tisanas elaboradas con muicle, cedrón y calanca. No se pretende establecer de forma concluyente que estos productos son “seguros y aceptables”, ya que dicha afirmación requiere una caracterización más amplia que incluya análisis de micotoxinas, metales pesados, residuos de pesticidas, pruebas de estabilidad y estudios sensoriales dirigidos a poblaciones objetivo.

Por lo tanto, el presente trabajo busca generar evidencia preliminar que permita identificar fortalezas y áreas críticas en el proceso de elaboración de estas infusiones, como base para futuras investigaciones que profundicen en los requisitos necesarios para su potencial desarrollo comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de muestras

Las hierbas de muicle (*Justicia spicigera*) y cedrón (*Aloysia citriodora*) se adquirieron frescas en el mercado Santa Rita de Atlixco, Puebla, en ramilletes de aproximadamente 250 y 270 g, respectivamente. La calanca (*Chrysactinia mexicana*) se obtuvo deshidratada, en tres porciones de 120 g cada una. Las hierbas frescas se lavaron tres veces con agua potable y se escurrieron manualmente.

El secado se realizó en un deshidratador de flujo vertical a 40 °C durante 4 h. Posteriormente, las muestras se enfriaron durante 1 h a temperatura ambiente (~25 °C). Las hojas secas se molieron en una licuadora industrial MAPISA y se tamizaron con malla #16. La mezcla pulverizada se envasó en sobres especiales de papel de 1 g, que fueron almacenados en bolsas opacas de plástico resellables para protegerlas de la luz solar directa. Las tisanas se conservaron a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) y humedad relativa promedio de 60–70%.

Análisis microbiológico.

Se realizaron análisis microbiológicos de microorganismos indicadores como, determinación de bacterias mesófilas aerobias, mohos y levaduras, y determinación de coliformes mediante la técnica del número más probable, siguiendo las indicaciones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, respectivamente: NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa, NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Los resultados se compararon con las especificaciones de la Norma NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con

caféina. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Basándose en el apartado 8.4.2 para polvos utilizados en bebidas no alcohólicas, donde se establece que los límites máximos permisibles no deben superar 5000 UFC/g de bacterias mesófilos aerobios, mientras que, para los coliformes totales el límite máximo establecido es de <10 NMP/g.

Evaluación sensorial

Se aplicó una prueba de preferencia sensorial a un panel de 60 consumidores no entrenados (25% hombres, 75% mujeres), con edades entre 20 y 55 años.

Las tisanas se identificaron mediante codificación ciega:

- Muicle: 123
- Cedrón: 456
- Calanca: 789

Cada participante evaluó tres muestras, una por especie, en dos tipos de pruebas:

- a. Prueba de preferencia

Se pidió a los participantes que ordenaran las muestras de mayor a menor agrado (1 = más agradable, 3 = menos agradable) en función del sabor (ver Figura 1).

Figura 1. Formato de encuesta para determinar la preferencia de muestras.

Encuesta de Evaluación Sensorial para Determinar la Preferencia de Distintas Muestras

Nombre: _____

Rango de edad: 15 a 23; 24 a 30; 31 a 50; más de 51.

Frente a usted se presentan tres muestras de tisanas, por favor pruebe cada una de ellas. Asigne el valor de 1 a la que tenga un sabor más aceptable, el 2 a la que le siga; y el 3 a la que tenga el sabor menos aceptable. Evite asignar el mismo número a dos muestras.

Código	Rango asignado
123	
456	
789	

¡Gracias por su colaboración!

Fuente: elaboración propia.

- b) Prueba de aceptación por atributos

Se aplicó una prueba utilizando una escala hedónica de 9 puntos (1= me desagrada extremadamente; 9 = me agrada extremadamente) Cada consumidor evaluó los atributos de olor, color y sabor (ver Figura 2). Para fines de análisis, se estableció como límite de aceptación sensorial un puntaje promedio ≥ 6 en cada atributo, de acuerdo con criterios previamente utilizados en análisis de preferencia de infusiones herbales (Meilgaard et al., 2016). Cualquier calificación inferior se considera indicativa de una aceptación sensorial insuficiente.

Figura 2. Formato de encuesta para determinar la aceptación de muestras.

Formato de Evaluación Sensorial para Determinar la Aceptación de Productos

Nombre: _____

Rango de edad: 15 a 23; 24 a 30; 31 a 50; más de 51.

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de tisanas. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas. Indique el grado en que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo con el puntaje por categoría escribir el numero correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo		
	OLOR	COLOR	SABOR
123			
456			
789			

¡Gracias por su colaboración!

Fuente: elaboración propia.

Análisis Estadístico

Los datos de aceptación sensorial fueron procesados mediante análisis estadístico inferencial. Para cada atributo sensorial (olor, color, sabor), se calcularon los valores promedio y desviación estándar. Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza de un factor (ANOVA de una vía) por atributo, con un nivel de significancia de $p < 0.05$, para identificar diferencias estadísticas entre las tisanas.

Esta prueba fue seleccionada debido a que permite comparar más de dos grupos (en este caso, tres formulaciones de tisana) respecto a una variable cuantitativa continua (calificación sensorial en una escala hedónica de 9 puntos). En los casos donde el ANOVA indicó diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD (*Honest Significant Difference*) como análisis *post hoc*, con el fin de identificar entre qué pares de muestras se encontraban dichas diferencias. El análisis ANOVA y la prueba de Tukey HSD se realizaron utilizando el software JASP. Versión 0.19.3. (Netherlands).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de la calidad higiénica de tisanas herbales se basa en la realización de análisis microbiológicos que determinen su inocuidad y cumplimiento con normas sanitarias. Así mismo, para determinar la evaluación sensorial se realizaron pruebas de preferencia para identificar cual de las tres especies herbales agradaba más a los consumidores no entrenados. La prueba de aceptación permitió identificar mediante atributos como olor, color y sabor el agrado de estas tres tisanas. A continuación, se describen los resultados obtenidos:

1. Resultados de análisis microbiológicos de las tisanas.

El recuento de bacterias mesófilas aerobias es un indicador de calidad general, por otra parte, mohos y levaduras pueden indicar mal almacenamiento o contaminación de la materia prima con residuos orgánicos, polvo o tierra, mientras que, coliformes totales pueden ser indicador de contaminación con materia orgánica reciente o contaminación fecal (Inungaray, & Reyes, 2013). Dentro de los análisis microbiológicos realizados, se incluye la determinación de bacterias mesófilas aerobias, mohos y levaduras y coliformes por número más probable (NMP) de las tres tisanas herbales. Los análisis microbiológicos mostrados en el Cuadro 1 fueron comparados con las especificaciones establecidas en la norma oficial mexicana NOM-218-SSA1-2011.

Los resultados del Cuadro 1 muestran que las tisanas de muicle y cedrón cumplieron con los límites establecidos por la NOM-218-SSA1-2011 para bacterias mesófilas aerobias (≤ 5000 UFC/g) y coliformes totales (< 10 NMP/g), lo que indica una adecuada higiene en la manipulación posterior al secado. En cambio, la tisana de calanca presentó un recuento elevado de bacterias mesófilas

(160,000 UFC/g), lo que representa un incumplimiento normativo y un posible riesgo microbiológico.

Cuadro 1. Resultados de los análisis microbiológicos de las tisanas.

Recuento Microbiano	Tisana herbal			Especificaciones de NOM	Observaciones
	Muicle	Cedrón	Calanca		
BMA (UFC/g)	140	120	160000	5000	Muicle y cedrón cumplen. Calanca excede especificaciones.
Mohos (UFC/g)	10	300	1300	NA	----
Levaduras (UFC/g)	70	130	4400	NA	----
Coliformes (NMP/g)	< 0.09	< 2.3	3.6	<10	Todas cumplen con las especificaciones.

Nota. *Las unidades se expresan en UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia/gramo y en NMP/g= Número más probable/gramo, NA= No Aplica. La NOM-218 no establece límites específicos para mohos ni levaduras. Fuente: elaboración propia.

El nivel de contaminación en calanca también se refleja en los valores de mohos (1300 UFC/g) y levaduras (4400 UFC/g), que, si bien no tienen límites establecidos en esta norma específica, representan indicadores de deterioro, posiblemente derivados de una deficiente limpieza y almacenamiento del material seco. Estas condiciones pueden estar asociadas a factores como:

- El porte bajo de la planta (mayor contacto con el suelo).
- La adquisición en estado seco (sin control previo de procesamiento).
- Ausencia de tratamiento desinfectante previo al secado.

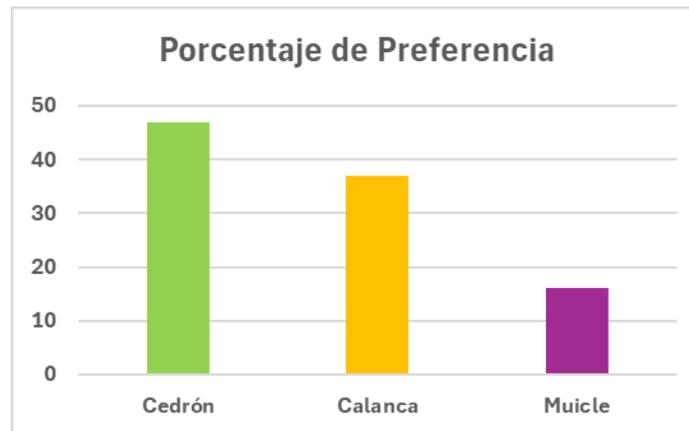
Se recomienda estandarizar un protocolo de limpieza más riguroso, como el uso de hipoclorito de sodio al 0.5% durante 5 minutos (Carballo et al., 2002), además de asegurar condiciones de almacenamiento controladas (FAO, 2003).

2. Resultados de la evaluación sensorial

a) Preferencia general

De acuerdo con los resultados de la prueba de preferencia (ver Figura 3) la tisana de cedrón fue la más apreciada por los participantes (47%), seguida de calanca (37%) y muicle (16%). Estos datos reflejan la tendencia de los consumidores hacia sabores y aromas más familiares y suaves, como los del cedrón, ampliamente reconocido por su perfil cítrico y calmante (Cotrina-Flores, 2025).

Figura 3. Resultados de preferencia de tisanas de las tres especies herbales



Fuente: elaboración propia.

b) Aceptación por atributos: olor, color y sabor

En la evaluación sensorial (ver Cuadro 2), la tisana de cedrón fue la más aceptada en general, con promedios superiores a 6 en todos los atributos evaluados (olor, color y sabor), lo que indica una buena aceptación por parte de los consumidores.

La tisana de calanca también alcanzó valores aceptables (≥ 6) en todos los atributos, aunque ligeramente inferiores al cedrón. Su sabor fue calificado con 6.8, lo que sugiere que, a pesar de sus problemas microbiológicos, tiene potencial desde el punto de vista organoléptico, siempre y cuando se mejoren sus condiciones sanitarias.

En contraste, la tisana de muicle solo superó el umbral en el atributo de color (7.4), destacando visualmente entre las muestras. Sin embargo, no alcanzó el nivel mínimo de aceptación (≥ 6) en olor (5.7) ni en sabor (5.8), lo que indica una percepción desfavorable en atributos clave de

consumo. Este resultado sugiere que el muicle, aunque atractivo a la vista, puede presentar sabores o aromas intensos o amargos poco familiares para el consumidor general, lo que ha sido documentado en estudios previos (Steller-Navarro, 2024).

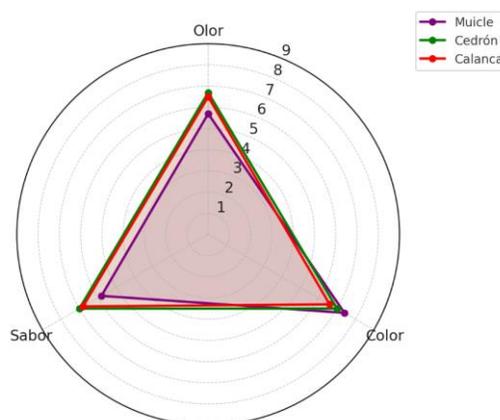
Cuadro 2. Resultados de aceptación por atributos

Tisana	Olor (Media)	Color (Media)	Sabor (Media)	Aceptación global (Promedio)
Muicle	5.7	7.4	5.8	6.3
Cedrón	6.7	7.0	7.0	6.9
Calanca	6.5	6.6	6.8	6.6
Promedio	6.3	7.0	6.5	—
Límite de aceptación	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0	—

Fuente: Elaboración propia

Se evaluaron los atributos de olor, color y sabor mediante una escala hedónica de 9 puntos. El gráfico radar muestra los promedios obtenidos para cada atributo sensorial por especie (Figura 4). Se puede identificar que cedrón presenta un perfil equilibrado y superior en los tres atributos, lo que respalda su recomendación como la tisana con mayor aceptación sensorial. Muicle destaca en color, pero cae notablemente en olor y sabor. Calanca mantiene una buena aceptación sensorial general, especialmente en sabor, aunque ligeramente inferior al cedrón.

Figura 4. Comparación sensorial de tisanas herbales



Fuente: elaboración propia.

3. Resultados del Análisis Estadístico

Para identificar si existían diferencias significativas entre las tres tisanas en los atributos sensoriales evaluados (olor, color y sabor), se aplicó un análisis de varianza de un factor (ANOVA de una vía) para cada atributo, con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Esta prueba permitió comparar las medias de calificación asignadas por los consumidores para determinar si al menos una muestra era estadísticamente diferente de las otras. Cuando el ANOVA indicó diferencias significativas, se procedió a realizar una prueba *post hoc* de comparaciones múltiples de Tukey HSD (*Honest Significant Difference*) para identificar específicamente entre qué pares de muestras se encontraban dichas diferencias. Todos los análisis fueron realizados en el software JASP versión 0.19.3 (Netherlands).

1. Atributo: Color

El atributo color fue mejor evaluado en la tisana de muicle (ver Cuadro 4), con una media de 7.4, seguido de cedrón (7.0) y calanca (6.6). Los resultados del análisis de varianza para el color, que se muestran en el cuadro 3, indican diferencias estadísticamente significativas en las medias de color ($p = 0.015$).

Cuadro 3. Análisis ANOVA de un factor para el atributo de color.

Caso	Suma de cuadrados	GI	Cuadrados medios	F	p
Muestra	22.533	2	11.267	4.286	0.015
Residuo	465.267	177	2.629		

Nota: Suma de cuadrados tipo III. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos de la evaluación del color

Muestra	N	Media	DE	EE	Coefficiente de variación
Calanca	60	6.533	1.855	0.239	0.284
Cedrón	60	6.967	1.426	0.184	0.205
Muicle	60	7.400	1.554	0.201	0.210

Fuente: elaboración propia

La prueba de Tukey identificó una diferencia significativa entre muicle y calanca ($p = 0.011$), mientras que muicle y cedrón no difirieron de forma significativa (ver Cuadro 5). Esto sugiere que

el intenso color de la tisana de muicle resultó visualmente atractivo para los consumidores, independientemente de su menor desempeño en olor y sabor.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para el atributo de color

Comparación	Diferencia de Medias	EE	GI	t	pTukey
Calanca - Cedrón	-0.433	0.296	177	-1.464	0.311
Calanca - Muicle	-0.867	0.296	177	-2.928	0.011
Cedrón - Muicle	-0.433	0.296	177	-1.464	0.311

Nota: Análisis post hoc, estándar (HSD), comparaciones post hoc: muestra; valor-p ajustado para la comparación de una familia de 3 estimaciones. Fuente: elaboración propia.

2. Atributo de Sabor:

En la Cuadro 7, se observan los resultados del análisis de sabor, se identificaron diferencias más marcadas entre muestras. La tisana de cedrón obtuvo la media más alta (7.03), seguida por calanca (6.76) y muicle (5.76), ver Cuadro 7. El ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0.001$), ver Cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis ANOVA de un factor para el atributo de sabor.

Caso	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado medio	F	P
Muestra	53.511	2	26.756	8.202	< 0.001
Residuo	577.400	177	3.262		

Nota: suma de cuadrados tipo III. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7. Estadísticos descriptivos de la evaluación del Sabor

Muestra	N	Media	DE	EE	Coefficiente de variación
Calanca	60	6.767	1.798	0.232	0.266
Cedrón	60	7.033	1.529	0.197	0.217
Muicle	60	5.767	2.053	0.265	0.356

Fuente: elaboración propia

La prueba de Tukey indicó que muicle difiere significativamente de cedrón ($p < 0.001$) y también de calanca, mientras que no hubo diferencias significativas entre cedrón y calanca (ver Cuadro 8).

Este resultado confirma que la tisana de muicle presenta una menor aceptación en sabor, probablemente por su perfil amargo, como se ha reportado previamente para *Justicia spicigera* (Steller-Navarro, 2024).

Cuadro 8. Prueba de Tukey para el atributo de sabor.

Comparación	Diferencia de Medias	EE	GI	t	pTukey
Calanca - Cedrón	-0.267	0.330	177	-0.809	0.698
Calanca - Muicle	1.000	0.330	177	3.033	0.008
Cedrón - Muicle	1.267	0.330	177	3.841	< .001

Nota: Análisis post hoc, estándar (HSD), comparaciones post hoc: muestra; valor-p ajustado para la comparación de una familia de 3 estimaciones. Fuente: elaboración propia.

3. Atributo: Olor

En el atributo olor, cedrón fue nuevamente el mejor evaluado (6.7), seguido de calanca (6.5) y muicle (5.7), ver Cuadro 10. El análisis estadístico ANOVA ($p = 0.006$) indica que existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción de este atributo, entre al menos dos de las muestras evaluadas ($p < 0.05$), ver Cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis ANOVA de un factor para el atributo de olor.

Caso	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado medio	F	p
Muestra	32.044	2	16.022	5.259	0.006
Residuo	539.237	177	3.047		

Nota: Suma de cuadrados tipo III. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 10. Estadísticos descriptivos de la evaluación del

Muestra	N	Media	DE	EE	Coefficiente de variación
Calanca	60	6.533	1.882	0.243	0.288
Cedrón	60	6.700	1.418	0.183	0.212
Muicle	60	5.733	1.894	0.245	0.330

Fuente: Elaboración propia.

La prueba *post hoc* de Tukey HSD indica que muicle difiere significativamente de las otras dos tisanas en cuanto al olor, siendo menos aceptada por los evaluadores. No existen diferencias

estadísticamente significativas entre calanca y cedrón, lo que sugiere que fueron percibidas de forma similar en olor (Cuadro 11). Estas diferencias en el gusto reflejan el carácter distintivo de cada planta, el cual puede estar asociado a compuestos volátiles particulares de esta especie, y pueden influir de manera decisiva en la aceptación del consumidor final.

Cuadro 11. Prueba de Tukey para el atributo de olor.

Comparación	Diferencia de Medias	EE	GI	t	pTukey
Calanca – Cedrón	-0.167	0.319	177	-0.523	0.860
Calanca – Muicle	800	0.319	177	2.510	0.034
Cedrón – Muicle	0.967	0.319	177	3.033	0.008

Nota: Análisis post hoc, estándar (HSD), comparaciones post hoc: muestra; valor-p ajustado para la comparación de una familia de 3 estimaciones. Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

El presente trabajo proporciona una evaluación preliminar de la calidad microbiológica y sensorial de tisanas elaboradas con *Justicia spicigera* (muicle), *Aloysia citriodora* (cedrón) y *Chrysactinia mexicana* (calanca), utilizadas tradicionalmente como infusiones medicinales en México. Los resultados obtenidos permiten identificar fortalezas y debilidades en cada formulación, aportando evidencia útil para el diseño de procesos más seguros y productos más aceptables para el consumidor.

Desde el punto de vista microbiológico, las tisanas de muicle (140 UFC/g) y cedrón (120 UFC/g) cumplieron con los límites establecidos por la NOM-218-SSA1-2011 para bacterias mesófilas aerobias (≤ 5000 UFC/g), así como con el límite de coliformes totales (< 10 NMP/g). En contraste, la tisana de calanca presentó un recuento de bacterias mesófilas de 160,000 UFC/g, superando en más de 30 veces el límite permitido, además de cargas elevadas de mohos (1300 UFC/g) y levaduras (4400 UFC/g). Este comportamiento coincide con lo documentado por Carballo et al. (2002), quienes señalaron que las plantas secas sin pretratamiento desinfectante pueden retener una elevada carga microbiana, afectando la inocuidad del producto final. Razón por la cual, se recomienda evaluar el efecto de desinfectantes como hipoclorito de sodio.

En la evaluación sensorial, cedrón fue la tisana con mayor aceptación, obteniendo promedios de 6.7 en olor, 7.0 en color y 7.0 en sabor, superando el umbral de aceptación establecido (≥ 6). Estos resultados coinciden con Cotrina (2025), quien reportó una alta preferencia por infusiones con perfiles cítricos y propiedades relajantes, como las de *Aloysia citriodora*. Calanca también fue aceptada sensorialmente (olor: 6.5, sabor: 6.8, color: 6.6), aunque su potencial comercial queda limitado por su perfil microbiológico.

Por otro lado, muicle presentó una media sensorial de 7.4 en color, lo que refleja su atractivo visual, pero obtuvo puntajes de 5.7 en olor y 5.8 en sabor, es decir, entre 0.2 y 0.3 puntos por debajo del umbral mínimo de aceptación establecido en 6.0, lo que indica una baja aceptación organoléptica. Esta percepción desfavorable podría explicarse por el sabor amargo e intenso reportado en estudios de extractos concentrados de *Justicia spicigera* (Steller-Navarro, 2024), lo cual también fue reflejado por los consumidores en este trabajo.

La tisana de muicle fue significativamente más aceptada en color que calanca, mientras que cedrón ocupó una posición intermedia sin diferencias significativas con ninguna de las otras dos. Este resultado indica una preferencia visual por la tisana de muicle, respaldada por el análisis ANOVA ($p = 0.015$) y la prueba de Tukey ($p = 0.011$ entre muicle y calanca).

Los resultados del ANOVA y la prueba de Tukey indican que el sabor de la tisana de muicle fue significativamente menos aceptado por los consumidores en comparación con las tisanas de calanca y cedrón, mientras que no se observaron diferencias significativas entre estas dos últimas.

En conjunto, los hallazgos demuestran que la calidad integral de una tisana depende tanto de su inocuidad microbiológica como de su perfil sensorial, y que ninguna de estas dimensiones puede ser ignorada en el desarrollo de productos comercializables. Se concluye que la tisana de cedrón es actualmente la alternativa más prometedora para su comercialización, mientras que muicle y calanca requieren ajustes específicos: en el caso de muicle, en su formulación para mejorar aroma y sabor; y en calanca, en su manejo higiénico y procesamiento previo al secado.

Finalmente, se recomienda que futuros estudios complementen esta evaluación preliminar con análisis más profundos que incluyan la detección de micotoxinas, residuos de pesticidas, metales pesados, estudios de estabilidad fisicoquímica y pruebas sensoriales dirigidas a poblaciones

objetivo-específicas. Solo mediante esta caracterización integral podrá asegurarse con mayor certeza la seguridad y aceptabilidad de estas tisanas herbales para su integración formal en el mercado de alimentos funcionales.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección del Programa Educativo de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, por permitirme la realización del presente trabajo. Así como al Mtro. Lorenzo Morales Morales por su apoyo y opiniones para el enriquecimiento del presente trabajo, y al Dr. Jorge Antonio Herrera Cárdenas por su paciencia, apoyo y comprensión para la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Cárdenas-Ortega, N. C., Zavala-Sánchez, M. A., Aguirre-Rivera, J. R., Pérez-González, C., & Pérez-Gutiérrez, S. (2005). Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Chrysactinia mexicana* Gray. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(11), 4347–4349. <https://doi.org/10.1021/jf0502607>.
- Carballo Guerra, C., Alfaro López, T., Palazón López, Z., Ramos Gálves, R., Rodríguez Ferrada, C. A., Cabezas Landrian, C., ... & Reyes Arias, M. (2002). Desinfección química de plantas medicinales II: *Plantago lanceolata* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 7(3), 0-0. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962002000300003&lng=es&tlng=es.
- Carbone, R., Caracciolo, F., Di Vita, G., D'Amico, M. y Spina, D. (2025). Consumer Trends in the Herbal Tea Market: A Systematic Literature Review. *Food Reviews International*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/87559129.2025.2493224>.
- Civille, G. V., & Oftedal, K. N. (2012). Sensory evaluation techniques—Make “good for you” taste “good”. (5th ed.). *Physiology & behavior*, 107(4), 598-605. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.04.015>

Cotrina Flores, J. (2025). Determinación de actividad antioxidante y propiedades sensoriales en tisnas de cedrón (*Aloysia citrodora*). [Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Recuperado de <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/4492>.

Esquivel-Gutiérrez, E. R., Noriega-Cisneros, R., Saavedra-Molina, A., & Salgado-Garciglia, R. (2013). Plants used in Mexican folk medicine with antidiabetic and antihypertensive properties. *Pharmacol Online*, 2, 15-23. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263506859_Plants_used_in_Mexican_folk_medicine_with_antidiabetic_and_antihypertensive.

Esquivel-Gutiérrez, E. R., Noriega-Cisneros, R., Arellano-Plaza, M., Ibarra-Barajas, M., Salgado-Garciglia, R., & Saavedra-Molina, A. (2013). Antihypertensive effect of *Justicia spicigera* in L-NAME-induced hypertensive rats. *Pharmacology*, 2, 120-127. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2013/vol2/PhOL_2013_2_A017_014_Esquivel_Gutierrez.pdf

FAO. (2003). Código internacional recomendado de prácticas - principios generales de higiene de los alimentos. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y1579s/y1579s00.htm>

FAO, 2003. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Del campo al mercado. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <https://www.fao.org/4/y4893s/y4893s00.htm#Contents>.

Future Market Insights (FMI). Herbal Tea Market 2025. <https://www.futuremarketinsights.com/reports/herbal-tea-market>.

García, A. A. S. (2023). Estrategias para el desarrollo y comercialización de tés medicinales para la comunidad universitaria de la UAEM, campus Chamilpa. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. Recuperado de <https://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/3956>.

Inungaray, M. L. C., & Reyes, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias: CIBA*, ISSN-e 2007-9990, Vol. 2, N°. 3, 2013. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063620>

Long, X., Ranjitkar, S., Waldstein, A., Wu, H., Li, Q., & Geng, Y. (2024). Preliminary exploration of herbal tea products based on traditional knowledge and hypotheses concerning herbal tea selection: a case study in Southwest Guizhou, China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s13002-023-00645-w>.

Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (1999). *Sensory evaluation techniques*. Boca Raton. CRC press. 3rd Edition.

Rico, D., & Martín-Diana, A. B. (2023). Nutracéuticos y alimentos funcionales aliados para la salud: la necesidad de un diseño “a medida”. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*. Online, 17(2), 103-118.

Secretaría de Salud. (1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa (NOM-092-SSA1-1994). Recuperado de <https://www.dof.gob.mx>

Secretaría de Salud. (1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos (NOM-111-SSA1-1994). Recuperado de <https://www.dof.gob.mx>

Secretaría de Salud. (1994). Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable (NOM-112-SSA1-1994). Recuperado de <https://www.dof.gob.mx>

Secretaría de Salud. (2011). Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba (NOM-218-SSA1-2011). Recuperado de <https://www.dof.gob.mx>

Ordoñez, E., López, A., & Reátegui, D. (2020). Infusiones de plantas medicinales: Actividad antioxidante y fenoles totales. *Agroindustrial Science*, 10(3), 259-266. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.03.06>

Pedro, F. S., Zlatina, G., Claudia, B., Cristina, R., & António, T. (2021). Chapter Valorization of Natural Antioxidants for Nutritional and Health Applications. DOI 10.5772/intechopen.96111.

Steller-Navarro, A. (2024). Estudio comparativo del efecto hipoglicemiante y analgésico de cuatro especies de plantas: *Justicia spicigera*, *Justicia secunda* (insulina) y dos variedades de *Momordica charantia* (*Sorosí* y *Bitter Melon*) empleadas en medicina tradicional para tratamiento de la diabetes



tipo II. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Campus Omar Dengo]. Recuperado de <https://repositorio.una.ac.cr/items/96e46bd9-d50f-4ecf-a18b-33eadda90a34>.

Organización Mundial de la Salud, 2023. Medicina tradicional. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine>