

POTENCIAL DEL LLANTÉN

MAYOR EN LA ELABORACIÓN DE PANADERÍA DULCE Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA: SU IMPACTO

POTENTIAL OF GREATER PLANTAIN IN THE PRODUCTION OF SWEET BAKERY GOODS AND FOOD SECURITY: ITS IMPACTBolívar Javier Llundo Michelena^{1*}E-mail: ua.bolivarllundo@uniandes.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1417-6897>Aníbal Fernando Franco Pérez¹E-mail: us.anibalfranco@uniandes.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5958-1618>Diego Armando Freire Muñoz¹E-mail: diegofreire@uniandes.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2806-9662>¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador.

* Autor para la correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Llundo Michelena, B. J., Franco Pérez, A. F., & Freire Muñoz, D. A. (2025) Potencial del Llantén Mayor en la elaboración de panadería dulce y la seguridad alimentaria: su impacto. *Universidad y Sociedad*, 17(1), e4887.

RESUMEN

El artículo examinó el potencial del Llantén Mayor como aditivo en la panadería dulce, enfocándose en su efecto bacteriostático y sus propiedades organolépticas. Se realizó un estudio experimental con dos tipos de partículas de llantén (agua destilada y alcohol metílico) y dos concentraciones, evaluando características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales durante 5 y 15 días de almacenamiento. Los resultados mostraron que la concentración de 350 ppm en alcohol metílico demostró propiedades antibacterianas frente al hongo *Aspergillus*, y el pan con esta concentración mantuvo una aceptación moderada en la evaluación sensorial. Se destacó que el alcohol utilizado como vehículo no comprometió la seguridad alimentaria y contribuyó a mejorar las características organolépticas del pan dulce enriquecido con llantén. El estudio respalda la viabilidad de usar el llantén como aditivo en la industria panificadora, proporcionando una opción segura y sensorialmente atractiva para el consumidor.

Palabras clave: Llantén, Propiedades organolépticas, Panadería dulce, Aditivo, Conservante natural.

ABSTRACT

The article examined the potential of *Plantago Major Australis* Lam. (greater plantain) as an additive in sweet bakery products, focusing on its bacteriostatic effect and organoleptic properties. An experimental study was conducted with two types of plantain particles (distilled water and methyl alcohol) and two concentrations, evaluating physicochemical, microbiological, and sensory characteristics over 5 and 15 days of storage. The results showed that the concentration of 350 ppm in methyl alcohol demonstrated antibacterial properties against *Aspergillus* fungus, and the bread with this concentration maintained moderate acceptance in the sensory evaluation. It was highlighted that the alcohol used as a vehicle did not compromise food safety and contributed to improving the organoleptic characteristics of the plantain-enriched sweet bread. The study supports the viability of using plantain as an additive in the bakery industry, providing a safe and sensorially appealing option for consumers.

Keywords: Plantain, Organoleptic properties, Sweet bakery, Additive, Natural preservative.



INTRODUCCIÓN

Los aditivos bacteriostáticos, también conocidos como conservantes, son sustancias que se añaden a los alimentos con el objetivo de preservar y/o mejorar sus características, incluyendo la prevención del crecimiento de microorganismos como bacterias y hongos (Rodríguez, 2011). Estos aditivos son esenciales para la industria alimentaria, ya que permiten la distribución de alimentos con mayor seguridad alimentaria y evitan grandes pérdidas económicas que podrían resultar de la descomposición de los alimentos durante el proceso de distribución (Fusieger et al., 2023; Wu et al., 2023; Zhang et al., 2023).

Su utilización en los productos alimenticios está estrictamente controlada para garantizar la seguridad y la calidad de los alimentos (EUFIC, 2022). La actividad de los conservantes puede verse influenciada por factores físicos y químicos de los alimentos sobre los que se aplican, como el pH, la solubilidad agua/grasa o la propia composición del alimento (Gobierno de Canarias, s/f). El uso de aditivos en la industria alimentaria está sujeto a regulaciones estrictas. En la Unión Europea, la autorización de un aditivo alimentario requiere una evaluación de su seguridad realizada por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) (BTSA, 2024).

De forma general se puede decir que los conservantes pueden ser de origen natural o químico. Los conservantes químicos más conocidos son:

- **Antimicrobianos:** E-200: Estos conservantes inhiben el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras. Algunos ejemplos comunes son el sorbato de potasio (E-202), el benzoato de sodio (E-211) y el nitrito de sodio (E-250).
- **Antioxidantes:** E-300: Estos conservantes previenen la oxidación de los alimentos, lo que puede causar decoloración, pérdida de sabor y rancidez. Algunos ejemplos comunes son el ácido ascórbico (E-300), la vitamina E (E-306) y el BHA (E-320).
- **Agentes espesantes y gelificantes:** E-400, E-1200 y E-1400: Estos conservantes ayudan a retener el agua y mantener la textura de los alimentos. Algunos ejemplos comunes son la goma guar (E-412), la carragenina (E-407) y el agar-agar (E-406).

Los conservantes naturales, como los extractos de plantas y los aceites esenciales han ganado popularidad en los últimos años debido a la creciente demanda de ingredientes naturales y la preocupación por los posibles efectos adversos para la salud asociados con el uso excesivo de aditivos químicos. Algunos como el zumo de limón, el vinagre, la fermentación, la congelación y la salmuera, protegen la oxidación del alimento, mientras que los conservantes químicos obstaculizan la proliferación de microorganismos o bacterias (CSA, 2021). Un ejemplo de un conservante antimicrobiano natural es la alicina,

que se encuentra en los tejidos frescos de ajo y muestra actividad bactericida contra microorganismos Gram positivos y Gram negativos (Rodríguez, 2011).

Como se expuso estos aditivos se utilizan para mejorar la elaboración y conservación de los alimentos, aumentar su estabilidad o mejorar sus propiedades organolépticas. En este contexto, el llantén mayor (*Plantago Major Australis* Lam) puede tener un potencial como aditivo en la panadería. El Llantén Mayor es una planta herbácea de la familia de las Plantagináceas, originaria de Europa y Asia. Es conocida por sus propiedades medicinales, que han sido reconocidas y utilizadas desde la época de los romanos (Gjörloff et al., 2023; Rahamouz-Haghighi et al., 2023; Salehi et al., 2023).

El llantén contiene una amplia variedad de compuestos funcionales con diversas propiedades beneficiosas para la salud, entre ellos (Ida et al., 2015):

Iridoides: aucubina, catalpol, asperuloside.

Fenilpropanoides: ácido clorogénico, ácido rosmarínico.

Flavonoides: luteolina, apigenina.

Taninos: ácido gálico, ácido elágico.

Vitaminas: vitamina A, vitamina C.

Minerales: calcio, potasio, hierro.

Propiedades (Ida et al., 2015):

Antibacteriana: Inhibe el crecimiento de bacterias como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Inmunomoduladora: Regula la respuesta del sistema inmunológico.

Antiinflamatoria: Reduce la inflamación en el cuerpo.

Antiulcerosa: Protege la mucosa gástrica de las úlceras.

Anticancerígena: Inhibe el crecimiento de células cancerosas.

Analgésica: Reduce el dolor.

Antioxidante: Protege las células del daño oxidativo.

Debido a sus propiedades beneficiosas y su larga historia de uso seguro, el llantén está categorizado como aditivo alimentario "GRAS" (Generally Recognized as Safe) por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA). Por tanto se le reconocer con aplicaciones en la industria alimentaria. El llantén se puede utilizar en la industria alimentaria de diversas maneras (Fusieger et al., 2023; Ida et al., 2015; Whitman et al., 2014):

- **Extracto:** Se puede añadir a alimentos y bebidas como fuente de compuestos funcionales.

- Polvo: Se puede utilizar como espesante o agente gelificante.
- Cápsulas: Se puede utilizar como complemento alimenticio.

Aunque no se encuentran estudios específicos sobre su uso en panadería, algunas de estas propiedades pueden ser útiles en este contexto. Por ejemplo, sus propiedades antibacterianas y antivirales pueden contribuir a la conservación de los productos horneados, mientras que sus propiedades digestivas pueden tener un impacto en la calidad de los productos finales. Sin embargo, es importante realizar investigaciones específicas para evaluar su potencial como aditivo en la panadería y garantizar su seguridad y eficacia en este contexto.

En la panadería, esta planta con sus compuestos antibacterianos y antivirales pueden ser útiles para prolongar la vida útil de los productos horneados al inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos o de deterioro. Además, los efectos antiinflamatorios y la capacidad de cicatrización pueden tener un impacto positivo en la salud digestiva de los consumidores, lo que puede ser un punto de venta para productos de panadería que contengan llantén mayor como ingrediente funcional.

A pesar de estas posibilidades, es crucial realizar investigaciones específicas para evaluar la eficacia, la seguridad y la viabilidad del uso del llantén en la panadería, así como para comprender cómo los compuestos activos del llantén interactúan con los ingredientes de la panadería y cómo afectan al producto final en términos de sabor, textura y aceptabilidad por parte del consumidor. Por tanto se propone este estudio para evaluar el efecto preservante del tipo de partícula y la concentración del llantén en base de agua destilada y alcohol metílico en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en panes de tipo dulce a los 5 y 15 días de almacenamiento mediante un diseño experimental en bloques completamente al azar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Las muestras de la planta se toman del herbario de Plantas Medicinales del Ingeniero Patricio Guato, localizado en el cantón Cevallos provincia de Tungurahua a una altitud de 1.908 msnm. Las muestras están en buen estado de conservación, sin daños o deterioro significativo.

Preparación de los extractos

Las hojas fueron separadas de los tallos y posteriormente lavadas. A continuación, se procedió a deshidratarlas en un horno de convección a 65°C durante una hora para eliminar toda la humedad. Una vez deshidratadas, se pesaron y se dividieron en dosificaciones para someterlas a dos métodos de extracción:

- Se lleva a cabo una ebullición durante siete minutos a 95 °C en agua destilada. La solución resultante se recolectó y se congeló a 0°C para su posterior utilización.
- Extracción por alcohol metílico: para la extracción mediante alcohol metílico, las hojas se dejaron reposar en este disolvente durante 24 horas. Posteriormente, fue filtrado el solvente, se concentra utilizando un roto-evaporador y se vuelve a suspender en dimetil sulfóxido.

Diseño Experimental.

El presente estudio tuvo la finalidad de obtener el mejor tratamiento mediante el estudio de dos tipos de partícula de llantén (solución acuosa y en alcohol) en concentraciones de la especia (290,350 ppm). Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar con 4 tratamientos más el control o testigo y 2 repeticiones, con medidas repetidas en el tiempo a los 5, 15 días para evaluar características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

El diseño de Bloques Completos al Azar es una metodología experimental que se utiliza para reducir la variabilidad experimental. En este diseño, los sujetos de estudio se dividen en bloques homogéneos, y dentro de cada bloque, los tratamientos se asignan al azar. Esto permite controlar mejor los factores externos que podrían afectar los resultados del experimento. Este se implementa para asegurar que los diferentes tratamientos de partículas de llantén se evalúen en condiciones similares y que cualquier variabilidad entre los bloques se tuviera en cuenta al analizar los resultados. Lo cual aumenta la precisión y validez de las conclusiones del estudio. En la tabla 1 se exponen los factores de estudio.

Tabla 1. Factores en Estudio.

Factor A	Concentración de llantén A1 290 ppm A2 350 ppm
Factor B	Tipo de extracción B1 Acuosa B2 alcohol

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de estos factores tiene dos niveles diferentes que son evaluados en el estudio. La combinación de los niveles de ambos factores permitirá analizar su impacto en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los productos de panadería dulce.

Los tratamientos propuestos para el experimento son los siguientes:

- T1: 350 ppm de llantén en alcohol (A2B1).
- T2: 290 ppm de llantén en alcohol (A1B1).

- T3: 350 ppm de llantén en solución acuosa (A2B3).
- T4: 290 ppm de llantén en solución acuosa (A1B3).
- T5: Grupo Testigo - Sin ninguna solución (Control).

Cada tratamiento representa una combinación única de niveles de concentración de llantén y tipo de extracción, lo que permite analizar cómo estas variables afectan las características del producto de panadería dulce. La razón para esta variedad de tratamientos es que se busca entender cómo diferentes concentraciones de llantén y métodos de extracción pueden influir en las características del producto final de panadería dulce.

Al tener varias combinaciones de estos factores, se puede analizar de manera más detallada cómo cada uno de ellos afecta aspectos como el sabor, la textura, la vida útil y la seguridad alimentaria del producto. Al comparar los resultados de cada tratamiento entre sí y con un grupo control (en este caso, el tratamiento T5 sin solución de llantén), se obtiene información sobre qué combinación de concentración de llantén y método de extracción es la más efectiva para mejorar las características deseadas del pan de manera segura y eficaz.

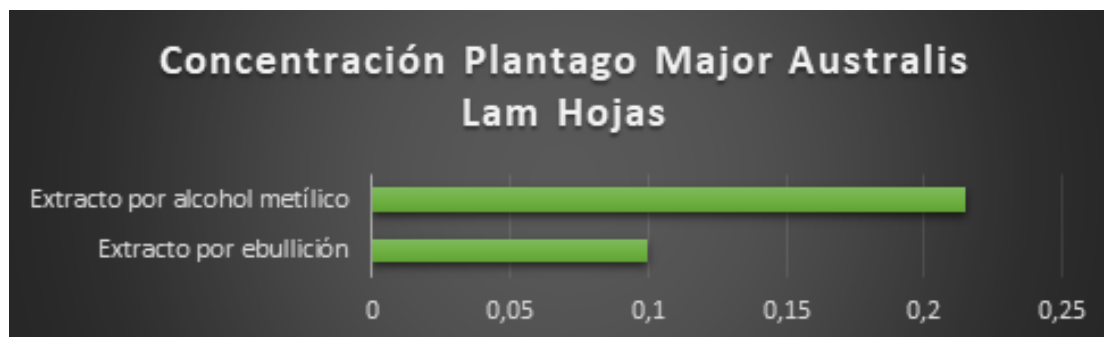
Evaluación sobre *Aspergillus*, *Neurospora Crassa* Y *Penicillium*

- Ausencia de círculo de inhibición no tóxico: Indica que el extracto no tuvo ningún efecto sobre el crecimiento del hongo. Se considera un resultado no tóxico, ya que no hay evidencia de que el extracto haya inhibido el crecimiento del hongo.
- + Círculo de inhibición turbio poco tóxico: Indica que el extracto tuvo un efecto leve sobre el crecimiento del hongo. Se observa un círculo de inhibición alrededor del punto donde se aplicó el extracto, pero este círculo es turbio. La turbidez indica que el extracto puede tener algún efecto tóxico sobre el hongo, pero este efecto es leve.
- +/- Halo de inhibición opaco toxicidad baja: Indica que el extracto tuvo un efecto moderado sobre el crecimiento del hongo. Se observa un halo de inhibición alrededor del punto donde se aplicó el extracto, y este halo es opaco. La opacidad indica que el extracto tiene un efecto tóxico sobre el hongo, pero este efecto es bajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación llevada a cabo se centra en determinar la concentración más adecuada de llantén en el proceso de enriquecimiento del pan dulce. En la Figura 1, se exponen los resultados correspondientes con la tabla 1.

Fig 1. Concentración de los extractos.



Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento A2B1, que consiste en una concentración de 350 ppm de llantén en alcohol, se identifica como la opción más idónea para el consumo humano durante el período de almacenamiento de hasta 15 días. Esto se debe a que este tratamiento cumple con los estándares de control sanitario establecidos por la Agencia de Regulación y Control Sanitario (ARCSA), en conformidad con la normativa NTE INEN 2943.

Al cumplir con estas regulaciones, se asegura que el producto final obtenido a partir de este tratamiento se encuentra dentro de los parámetros establecidos para la seguridad y calidad alimentaria. Esto es fundamental para garantizar la

salud y bienestar de los consumidores, así como para cumplir con los requisitos legales y normativos vigentes en el ámbito alimentario.

El tratamiento A2B1, que implica una concentración de 350 ppm de llantén en alcohol, emerge como la opción más recomendada para el consumo humano, especialmente en términos de seguridad alimentaria y calidad del producto. Este hallazgo se basa en la evaluación rigurosa de los criterios de control sanitario establecidos por la Agencia de Regulación y Control Sanitario (ARCSA) y la normativa NTE INEN 2943.

Primero, es importante destacar que ARCSA y la norma NTE INEN 2943 son organismos regulatorios reconocidos internacionalmente que establecen estándares estrictos para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos consumidos por la población. Estos estándares se basan en la investigación científica y en las mejores prácticas de la industria alimentaria.

El tratamiento A2B1, con una concentración de 350 ppm de llantén en alcohol, demuestra cumplir con estos estándares de control sanitario. Los resultados de este estudio indican que este tratamiento no solo es efectivo en términos de propiedades antibacterianas, sino que también mantiene la estabilidad del producto durante un período de almacenamiento de hasta 15 días.

La concentración específica de 350 ppm de llantén en alcohol se ha identificado como óptima para lograr un equilibrio entre la efectividad del tratamiento y la seguridad del consumidor. Esta concentración proporciona una protección adecuada contra el crecimiento bacteriano no deseado en el pan dulce, mientras que asegura que el producto final siga siendo seguro para el consumo humano.

La selección del alcohol como vehículo para concentrar las propiedades del llantén conlleva una serie de beneficios significativos que potencian las cualidades inherentes de esta planta en la elaboración del pan dulce. Estos beneficios se traducen en una mejora tanto en la seguridad alimentaria como en las características organolépticas del producto final.

En términos de seguridad alimentaria, el alcohol actúa como un conservante natural adicional que complementa las propiedades antibacterianas y bacteriostáticas del llantén. Al incorporar alcohol en la formulación, se inhibe el crecimiento microbiano no deseado, lo que ayuda a prevenir la contaminación y prolongar la vida útil del pan dulce. Esta combinación de propiedades conservantes asegura la frescura y la inocuidad del producto, garantizando su calidad y seguridad para el consumo humano.

Además, el alcohol contribuye de manera significativa a realzar las características organolépticas del pan dulce enriquecido con llantén. Por un lado, añade complejidad y profundidad al perfil de sabor del producto, intensificando su aroma y proporcionando notas distintivas que mejoran la experiencia gustativa. Por otro lado, el alcohol actúa como agente ablandador, lo que resulta en una textura más suave y jugosa en la miga del pan. Esto crea una sensación más agradable al masticar y degustar el producto, mejorando la experiencia sensorial del consumidor.

Efectos de la actividad

Para la evaluación de los efectos de la actividad se escogen tres tipos de hongos por las siguientes características:

- *Aspergillus*: por ser un hongo filamentoso que se encuentra en el aire, el suelo y los alimentos. Es un patógeno oportunista que puede causar infecciones en personas con sistemas inmunitarios debilitados. Por tanto, resulta un buen modelo para estudiar la actividad antimicrobiana de los extractos vegetales.
- *Neurospora Crassa*: es un hongo unicelular que se encuentra en el suelo y los excrementos de animales. Es un organismo modelo para la investigación genética y molecular. Es un buen modelo para estudiar la toxicidad de los extractos vegetales.
- *Penicillium*: Es un hongo filamentoso que se encuentra en el aire, el suelo y los alimentos. Es conocido por producir la penicilina, un antibiótico de uso común. Es un buen modelo para estudiar la actividad antimicrobiana de los extractos vegetales.

Se escogen estos hongos porque son patógenos oportunistas, modelos de investigación y sensibles a los antimicrobianos. La evaluación de la actividad del extracto de llantén contra estos hongos permite determinar su potencial como agente antimicrobiano. Aunque es importante destacar que los resultados de la evaluación con estos hongos no son definitivos. Se necesitan estudios adicionales para confirmar la actividad antimicrobiana del extracto de llantén en otros hongos y bacterias. Ver Tabla 2

Tabla 2. Efectos de actividad sobre *Aspergillus*, *Neurospora Crassa* Y *Penicillium*.

Extracto	Hongos		
	<i>Aspergillus</i>	<i>Neurospora Crassa</i>	<i>Penicillium</i>
Extracto por ebullición	-	+	-
Extracto por alcohol m.	-	-/+	-

Nota: ausencia de círculo de inhibición no toxico, +; círculo de inhibición turbio poco toxico, +/-; halo de inhibición opaco toxicidad baja.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de 350 ppm en alcohol metílico muestra propiedades antibacteriales frente a hongo *Aspergillus*, mientras la reducción logarítmica de crecimiento de *Neurospora Crassa* es independiente de la concentración y tipo de partícula de llantén. El pan con 350 ppm de llantén presenta una reducción de corteza, mantuvo un medio ácido en la superficie del pan y conserva un color café en el producto disminuyendo las probables reacciones que pueden presentar estos factores durante el tiempo de almacenamiento.

El alcohol de llantén tiene el mayor efecto bacteriostático sobre el pan dulce. El tipo de solución no merma en el crecimiento de *Neurospora Crassa* durante los 15 días de almacenamiento. Lo cual significa que:

1. Efecto bacteriostático del alcohol de llantén: El alcohol de llantén tuvo el mayor efecto bacteriostático sobre el pan dulce, al ser más eficaz para inhibir el crecimiento de bacterias en comparación con los otros tratamientos o controles utilizados en el estudio.
2. Efecto del tipo de solución en el crecimiento de *Neurospora Crassa*: El tipo de solución no merma en el crecimiento de *Neurospora Crassa* durante los 15 días de almacenamiento. Esto significa que la solución utilizada en el estudio, no tiene un efecto negativo en el crecimiento del hongo *Neurospora Crassa* durante el período de almacenamiento de 15 días. Es importante destacar que este resultado se refiere específicamente al crecimiento de *Neurospora Crassa* y no implica que la solución no tenga ningún efecto en otros microorganismos.

Análisis Sensorial

Con el objetivo de evaluar exhaustivamente los atributos sensoriales y la aceptabilidad del pan dulce enriquecido con llantén, se llevó a cabo un análisis sensorial detallado que abarcó aspectos clave como el olor, color, textura y sabor. Este análisis se realizó en el aula restaurante de la carrera de gastronomía de la Universidad Regional Autónoma De Los Andes, un entorno adecuado para este tipo de evaluaciones sensoriales.

Para llevar a cabo esta evaluación sensorial, se recluta a un total de 10 estudiantes de la carrera de gastronomía, quienes actuaron como panelistas. Cada panelista recibe 5 muestras de pan dulce, de las cuales cuatro corresponden a los diferentes tratamientos que se estaban evaluando, mientras que la quinta muestra siempre fue el pan de control o testigo. Este enfoque permite comparar directamente el pan dulce enriquecido con llantén con una referencia estándar.

Las muestras de pan dulce se presentaron a los panelistas sobre platos cubiertos con papel film y codificados con un sistema de cuatro dígitos para mantener la neutralidad y evitar cualquier sesgo durante la evaluación. Se proporcionó agua como medio de limpieza sensorial y neutralizadora entre las muestras para garantizar que cada panelista comenzara la evaluación con un paladar limpio y sin influencias residuales de muestras anteriores.

El análisis fisicoquímico realizado en este estudio abarcó la determinación de varias propiedades clave del producto de panadería dulce enriquecido con llantén. Se evaluaron el pH, la acidez, la humedad y el color para comprender mejor cómo estos parámetros afectan la calidad y la estabilidad del producto.

El pH es un indicador importante de la acidez o alcalinidad del pan dulce y puede influir en su sabor, textura y vida útil. La acidez, por otro lado, puede afectar la fermentación y la estructura del pan. La humedad es crucial para mantener la frescura y la textura adecuada del producto, mientras que el color es un aspecto sensorial fundamental que influye en la percepción visual y la aceptabilidad del consumidor.

Al analizar estas propiedades fisicoquímicas, se pudo observar que la calidad del pan dulce enriquecido con llantén mantenía su capacidad para mantenerse fresco y atractivo durante el almacenamiento. Lo cual es esencial para garantizar que el producto cumpla con los estándares de calidad y seguridad alimentaria. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Escala hedónica.

Valor	Grado de Aceptabilidad
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta poco
1	Me disgusta moderadamente

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación sensorial indica una aceptación moderada de color, olor, textura, sabor del pan con alcohol metílico de 350 ppm. Los resultados obtenidos en esta investigación señalan la utilización de plantas antibacterianas y bacteriostáticas en los demás productos de la industria panificadora.

El tratamiento A2B1, que implica una concentración de 350 ppm de llantén en alcohol, se destaca como la opción más apropiada para el consumo humano. Durante el análisis sensorial, esta variante fue la que recibió una aceptación moderada por parte de los consumidores, quienes expresan su agrado tanto por el sabor, color, olor y textura que el alcohol aporta al producto.

Estos resultados son significativos, ya que indican que la combinación de una concentración de 350 ppm de llantén con alcohol no solo cumple con los estándares de seguridad alimentaria, sino que también agrada al paladar de los consumidores. El sabor, color, olor y textura que el alcohol proporciona al pan dulce enriquecido con llantén contribuye a mejorar la experiencia sensorial del producto, lo que aumenta su atractivo y potencial para su aceptación en el mercado.

Por lo tanto, los resultados del análisis sensorial y su conformidad con los estándares de seguridad alimentaria, el tratamiento A2B1 de 350 ppm de llantén en alcohol emerge como una opción prometedora para su inclusión en productos de panadería dulce destinados al consumo humano.

CONCLUSIONES

En conclusión, el estudio ha demostrado que el llantén mayor posee una amplia gama de compuestos funcionales con propiedades beneficiosas para la salud, lo que lo convierte en un aditivo alimentario seguro y reconocido en la industria alimentaria. El objetivo principal de nuestra investigación fue evaluar el efecto del tipo de partícula y la concentración de llantén en agua destilada y alcohol metílico sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de panes dulces durante períodos de almacenamiento de 5 y 15 días.

Mediante un diseño experimental en bloques completamente al azar, se determina que la concentración de 350

ppm de llantén en alcohol metílico exhibe propiedades antibacterianas frente al hongo *Aspergillus*, destacando su potencial preservativo. Además, se observa que la reducción del crecimiento de *Neurospora Crassa* fue independiente de la concentración y tipo de partícula de llantén. La asociación del alcohol con las propiedades del llantén representa una sinergia única que combina los beneficios conservantes del alcohol con las cualidades antibacterianas, bacteriostáticas y sensoriales del llantén. Esta combinación proporciona una solución integral para mejorar la seguridad alimentaria y la calidad organoléptica del pan dulce, lo que lo convierte en una opción altamente favorable y versátil en la industria alimentaria.

En cuanto a las características fisicoquímicas, el pan con 350 ppm de llantén en alcohol metílico muestra una reducción en la formación de corteza, mantuvo un medio ácido en la superficie del pan y conserva un color café durante el almacenamiento, lo que sugiere una posible estabilidad del producto en el tiempo.

Por último, la evaluación sensorial revela una aceptación moderada del color, olor, textura y sabor del pan enriquecido con 350 ppm de llantén en alcohol metílico. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar plantas con propiedades antibacterianas y bacteriostáticas, como el llantén, en la elaboración de productos en la industria panificadora. Los resultados de este estudio abren nuevas perspectivas para mejorar la calidad y seguridad de los alimentos, aprovechando las propiedades beneficiosas de los aditivos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BTSA. (2024). Aditivos alimentarios y su clasificación Números E. (sitio web BTSA Blog). <https://www.btsa.com/aditivos-alimentarios-y-su-clasificacion-numeros-e/>

CSA. (2021). Todo sobre los conservantes en productos alimenticios. (sitio web CSA - Seguridad Alimentaria). <https://csaconsultores.com/todo-sobre-los-conservantes-en-productos-alimenticios/>

EUFIC. (2022). ¿Qué son los conservantes y cuáles son los ejemplos comunes que se usan en alimentación? (sitio web EUFIC). <https://www.eufic.org/es/que-contienen-los-alimentos/articulo/que-son-los-conservantes-y-cuales-son-los-ejemplos-comunes-que-se-usan-en-alimentacion>

Fusieger, A., de Jesus Silva, S., Rodrigues, R., Camargo, A., Honorato, J., Teixeira, C., & Carvalho, A. (2023). Bactericidal and bacteriostatic effects of sodium polyphosphate emulsifying salts on selected targets in processed cheese. *Food Control*, 147, 109580. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713522007733>



- Gjörloff, A., Ziyad, R., Holefors, A., Filecovic, E., & Gustafsson, A. (2023). In vitro effects of undifferentiated callus extracts from *Plantago major* L, *Rhodiola rosea* L and *Silybum marianum* L in normal and malignant human skin cells. *Heliyon*, 9(6), e16480. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023036873>
- Gobierno de Canarias. (s/f). ADITIVOS ALIMENTARIOS. Gobierno de Canarias. https://www.gobiernodecanarias.org/cmsweb/export/sites/educacion/web/bachillerato/galerias/descargas/pau/materias_pau/quimica/recursos/4583_ADITIVOS-ALIMENTARIOS.PDF
- Ida, K., Ishii, J., Matsuda, F., Kondo, T., & Kondo, A. (2015). Eliminating the isoleucine biosynthetic pathway to reduce competitive carbon outflow during isobutanol production by *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbial Cell Factories*, 14, 62. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4417518/>
- Rahamouz-Haghighi, S., Bagheri, K., & Sharafi, A. (2023). In vitro elicitation and detection of apigenin, catalpol and gallic acid in hairy root culture of *Plantago major* L. and assessment of cytotoxicity and anti-bacterial activity of its methanolic extract. *Natural Product Research*, 37(4), 633-637. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1478641922054857>
- Rodríguez, E. (2011). USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. *Ra Ximhai*, 7(1), 153-170. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116742014.pdf>
- Salehi, Z., Tavakoli, A., Hamed, S., Samimi, S., Namjooyan, F., Ansari, M., Sayadi, M. (2023). Efficacy of *Plantago major* leaf extract cream compared to placebo in preventing acute radiodermatitis in breast cancer patients: A randomized clinical trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 62, 102284. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876382023000604>
- Whitman, S. P., Kohlschmidt, J., Maharry, K., Volinia, S., Mrózek, K., Nicolet, D., Bloomfield, C. D. (2014). GAS6 expression identifies high-risk adult AML patients: potential implications for therapy. *Leukemia*, 28(6), 1252-1258. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4047202/>
- Wu, M., Dong, Q., Yan, H., Song, Y., Liu, Y., Hirata, T., & Li, Z. (2023). Bacteriostatic potential of nisin and sesamol combination against *Listeria monocytogenes* in chilled raw tuna fillets. *LWT*, 183, 114924. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823005030>
- Zhang, L., Zhang, M., Mujumdar, A. S., Yu, D., & Wang, H. (2023). Potential nano bacteriostatic agents to be used in meat-based foods processing and storage: A critical review. *Trends in Food Science & Technology*, 131, 77-90. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224422004654>