

# INDICADORES SENSORIALES DE LA ALTERNATIVA ALIMENTICIA MUSA PARADISIACA

## SENSORY INDICATORS OF THE FOOD ALTERNATIVE MUSA PARADISIACA

Sara Pilar Aucancela Sánchez<sup>1</sup>, Giuseppe Mariano Cornejo Mora<sup>2</sup>  
{saucancelas@unemi.edu.ec<sup>1</sup>, gcornejom2@unemi.edu.ec<sup>2</sup>}

Fecha de recepción: 13/09/2025 / Fecha de aceptación: 22/09/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

**RESUMEN:** El aprovechamiento de subproductos agroindustriales constituye una estrategia esencial para reducir el desperdicio de alimentos y generar alternativas funcionales sostenibles. En este contexto, la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), rica en fibra, minerales y compuestos antioxidantes, se presenta como un ingrediente con potencial de incorporación en productos de consumo masivo como las empanadas. El objetivo general de esta investigación fue evaluar la aceptación sensorial y caracterizar las propiedades de empanadas elaboradas con harina de trigo, cáscara y té de *Musa paradisiaca*, promoviendo así la innovación alimentaria y el aprovechamiento de subproductos agrícolas. Se aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, diseño no experimental de tipo descriptivo, mediante encuestas estructuradas a cien estudiantes universitarios de Milagro, quienes calificaron atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) en una escala hedónica de cinco puntos. Los análisis estadísticos realizados con ANOVA mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, identificando que la formulación con 50% de inclusión (T3) obtuvo las mejores valoraciones en sabor y textura, atributos determinantes en la aceptación global. Estos hallazgos confirman la viabilidad de integrar subproductos en productos tradicionales sin afectar la aceptación del consumidor. En conclusión, la empanada elaborada con cáscara de plátano verde se consolida como una alternativa alimentaria innovadora, sostenible y sensorialmente aceptada.

**Palabras clave:** *Musa paradisiaca*, empanadas funcionales, aceptación sensorial, subproductos agroindustriales

**ABSTRACT:** The utilization of agro-industrial byproducts is an essential strategy for reducing food waste and generating sustainable functional alternatives. In this context, the green plantain peel (*Musa paradisiaca*), rich in fiber, minerals, and antioxidant compounds, is presented as an ingredient with potential for incorporation into mass-market products such as empanadas. The overall objective of this research was to evaluate the sensory acceptance

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-8817-0423>.

<sup>2</sup>Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-8142-8362>.

and characterize the properties of empanadas made with wheat flour, *Musa paradisiaca* peel, and tea, thereby promoting food innovation and the utilization of agricultural byproducts. A quantitative methodology was applied, with a descriptive, non-experimental design, through structured surveys with one hundred university students from Milagro, who rated sensory attributes (color, smell, taste, and texture) on a five-point hedonic scale. Statistical analyses performed using ANOVA showed significant differences between treatments, identifying that the formulation with 50% inclusion (T3) obtained the highest ratings for flavor and texture, attributes that determine overall acceptance. These findings confirm the feasibility of integrating by-products into traditional products without affecting consumer acceptance. In conclusion, the empanada made with green plantain peel is consolidated as an innovative, sustainable, and sensorially accepted food alternative.

**Keywords:** *Musa paradisiaca*, functional empanadas, sensory acceptance, agro-industrial by-products

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la sostenibilidad alimentaria se ha convertido en una prioridad global debido al incremento del desperdicio de recursos agroindustriales y la necesidad urgente de transitar hacia sistemas de producción más sostenibles y eficientes. En este sentido, en América Latina, donde la agricultura constituye un pilar económico y social, la generación de residuos orgánicos derivados de la agroindustria representa un desafío considerable para la sostenibilidad ambiental y alimentaria. Por lo tanto, la reutilización de subproductos de cultivos de alta producción como el plátano verde (*Musa paradisiaca*) se perfila como una alternativa viable para la creación de alimentos funcionales, nutritivos y sostenibles (1,2).

Asimismo, en Ecuador, uno de los mayores productores de plátano en la región, gran parte de la actividad agroindustrial se concentra en este cultivo, cuyo aprovechamiento se limita principalmente a la pulpa. Sin embargo, la cáscara que constituye aproximadamente el 40% del peso total del fruto suele desecharse, a pesar de su elevado contenido en fibra, minerales y compuestos antioxidantes de alto valor nutricional (3,4). En consecuencia, este desaprovechamiento refleja una problemática estructural en los sistemas agroalimentarios nacionales, donde la falta de estrategias de valorización de residuos restringe la innovación tecnológica y la diversificación de productos alimentarios.

Por otra parte, diversos estudios han demostrado que la incorporación de subproductos vegetales, como la cáscara de plátano, en productos de panificación y pastelería puede mejorar de forma significativa su perfil nutricional sin afectar su aceptabilidad sensorial, siempre que se mantengan proporciones equilibradas y se apliquen procesos tecnológicos adecuados (5,6). De esta manera, este enfoque se alinea con los principios de la economía circular y de la seguridad alimentaria promovidos por la (1), al convertir un residuo orgánico en un ingrediente funcional de alto valor añadido.

En el contexto local, la ciudad de Riobamba y sus alrededores presentan un consumo tradicional y masivo de alimentos como las empanadas, lo que constituye una oportunidad estratégica para integrar innovaciones sostenibles en la dieta cotidiana. Por consiguiente, la formulación de empanadas elaboradas con harina de trigo, cáscara y té de *Musa paradisiaca* representa un aporte significativo al desarrollo de alternativas alimentarias que combinan aspectos nutricionales, tecnológicos y sensoriales. Además, este tipo de propuestas permite reducir la dependencia de materias primas refinadas y promover un consumo más consciente y saludable dentro del contexto urbano ecuatoriano.

En este marco, el problema central radica en el desaprovechamiento sistemático de la cáscara de plátano verde como materia prima potencial en la industria alimentaria. Esta situación no solo implica una pérdida de nutrientes aprovechables, sino también un incremento en la carga ambiental asociada a los residuos agroindustriales. Asimismo, la limitada aplicación de estrategias de valorización alimentaria y la escasa adaptación de los sistemas productivos locales a los principios de sostenibilidad han impedido que ingredientes como la cáscara de *Musa paradisiaca* sean incorporados de forma efectiva en productos tradicionales.

Por todo lo expuesto, resulta necesario analizar de manera técnica los indicadores sensoriales color, olor, sabor y textura asociados a la incorporación de harina y té de cáscara de plátano verde en la elaboración de empanadas, con el fin de determinar su aceptación y viabilidad como alternativa alimentaria funcional.

En correspondencia, el objetivo general de esta investigación es evaluar la aceptación sensorial y caracterizar las propiedades de empanadas elaboradas con harina de trigo, cáscara y té de *Musa paradisiaca*, promoviendo el aprovechamiento de subproductos agroindustriales y la innovación alimentaria sostenible.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico adoptado para esta investigación se fundamenta en la necesidad de obtener datos cuantificables y objetivamente comparables sobre la aceptación sensorial de empanadas funcionales elaboradas a partir de harina de trigo, cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su té. En consonancia con el objetivo general y los específicos planteados, se optó por una metodología con enfoque cuantitativo, dado que permite establecer relaciones entre variables, medir el grado de aceptación de productos alimentarios mediante escalas numéricas y realizar inferencias estadísticas sobre los resultados obtenidos. Este tipo de enfoque ha sido ampliamente validado en estudios similares donde se evalúan atributos sensoriales a través de escalas hedónicas, como lo han demostrado investigaciones previas de corte experimental y descriptivo desarrolladas en el ámbito de la tecnología de alimentos (7).

En lo referente al diseño de investigación, el estudio se estructuró como un diseño no experimental de tipo transversal, ya que no se manipularon variables independientes en condiciones controladas ni se asignaron aleatoriamente tratamientos a los sujetos, sino que se

observaron las respuestas de los participantes ante diferentes formulaciones de empanadas previamente preparadas. Esta elección metodológica responde a la naturaleza del fenómeno estudiado, en la cual se busca medir las percepciones sensoriales de los consumidores en un contexto natural y no intervenido. Como el propósito era recopilar información en un momento determinado del tiempo sin alterar el entorno del sujeto evaluador, el diseño se ajusta también a los principios de un estudio descriptivo de campo, cuya finalidad es caracterizar el comportamiento de una variable específica (en este caso, la aceptación sensorial) en función de un estímulo concreto (las empanadas funcionales). Tal como lo indica (8), este tipo de diseño permite obtener información útil para la toma de decisiones en desarrollo de productos alimentarios.

La técnica empleada para la recolección de datos fue la encuesta estructurada, aplicada directamente a los participantes después del proceso de degustación. Se diseñó un instrumento tipo cuestionario, el cual incluyó cinco ítems cerrados con escala de tipo Likert de cinco puntos, orientados a valorar los atributos sensoriales color, olor, sabor, textura y aceptación global del producto. La escala hedónica utilizada para cada ítem fue la misma en todas las formulaciones: 1 (me disgusta), 2 (no me gusta), 3 (me gusta poco), 4 (me gusta) y 5 (me gusta mucho). Esta escala ha sido validada en múltiples estudios sensoriales debido a su sencillez de aplicación y claridad en la interpretación por parte de los evaluadores no entrenados (9). Para fortalecer la validez del instrumento, se realizó una prueba piloto con un pequeño grupo de participantes que permitió ajustar el lenguaje de los ítems y verificar la claridad de las instrucciones. Posteriormente, la confiabilidad del cuestionario fue determinada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, cuyo valor alcanzado fue de 0.90, lo cual se interpreta como un nivel de confiabilidad excelente, confirmando así la consistencia interna del instrumento.

La población objeto de estudio estuvo conformada por personas residentes en el sector suburbano de la ciudad de Milagro, específicamente estudiantes universitarios de entre 18 y 50 años de edad, todos ecuatorianos, de origen latino y pertenecientes al nivel socioeconómico medio (estrato B). Esta población fue seleccionada por su familiaridad con productos tradicionales como las empanadas y su disposición a participar en evaluaciones sensoriales dentro de contextos académicos. La muestra se conformó por 100 personas, balanceadas equitativamente por género, bajo un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que los participantes fueron seleccionados con base en su accesibilidad y voluntad para participar, en concordancia con lo planteado por (7) y respaldado metodológicamente por (10).

El procedimiento metodológico se desarrolló en varias fases claramente definidas. En la primera etapa se realizó la formulación de tres tipos de empanadas con diferentes proporciones de inclusión de harina de cáscara de plátano y té: T1 (30%), T2 (10%) y T3 (50%). La masa se preparó siguiendo un protocolo estandarizado que permitió mantener la consistencia del producto entre lotes, controlando variables como tiempo de amasado, temperatura de fritura y tipo de aceite. Una vez elaboradas las muestras, se llevó a cabo el proceso de degustación en condiciones controladas dentro de las instalaciones de la escuela seleccionada, asegurando que cada participante recibiera los tres tratamientos de forma aleatoria, sin identificar su

composición, para evitar sesgos de expectativa. A cada persona se le entregó un cuestionario estructurado que debía completar después de probar cada muestra.

Los datos recolectados fueron ingresados y procesados en el programa estadístico JAMOV, una herramienta de análisis estadístico moderno que permite realizar evaluaciones robustas en estudios sensoriales. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre las puntuaciones otorgadas a cada tratamiento. El uso del ANOVA resulta adecuado cuando se desea comparar las medias de varios grupos independientes, como lo es el caso de las diferentes formulaciones de empanadas. Los resultados fueron evaluados bajo un nivel de significancia del 5% ( $p < 0.05$ ), lo cual permitió determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos sensoriales evaluados. Además del ANOVA, se generaron medidas de tendencia central (media y desviación estándar) para cada atributo sensorial, facilitando una descripción más detallada de las percepciones de los participantes.

A lo largo de todo el recorrido metodológico se garantizó el cumplimiento de principios éticos fundamentales en investigación con personas. Los participantes fueron informados del propósito del estudio, del carácter voluntario de su participación y de la confidencialidad de sus respuestas, en concordancia con los lineamientos éticos establecidos por la normativa ecuatoriana en investigación científica. No se recolectó información sensible y se aseguró el anonimato de los datos, los cuales fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y científicos.

En síntesis, la metodología implementada en esta investigación se alinea con los estándares aceptados en estudios de desarrollo de productos alimentarios funcionales. El enfoque cuantitativo, el uso de escalas hedónicas validadas, el análisis estadístico riguroso mediante JAMOV y el proceso estructurado de recolección de datos permiten afirmar que los resultados obtenidos son válidos, confiables y aplicables al contexto ecuatoriano. Esta base metodológica sólida refuerza la pertinencia del estudio y aporta evidencia empírica relevante para futuras investigaciones relacionadas con el aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la elaboración de alimentos innovadores.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico de los atributos sensoriales permiten identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en cuanto a color, olor, sabor y textura, atributos fundamentales para determinar la aceptación de productos alimentarios innovadores como las empanadas formuladas con harina de trigo, cáscara de plátano verde y té de *Musa paradisiaca*. Estas evaluaciones se realizaron con base en las valoraciones de un panel no entrenado conformado por cien personas, quienes utilizaron una escala hedónica de cinco puntos para calificar cada atributo de los tres tratamientos propuestos (T1, T2 y T3).

En lo que respecta al atributo color, los datos estadísticos obtenidos mediante análisis de varianza (ANOVA) revelaron una diferencia significativa en las percepciones de los evaluadores, con un valor  $p = 0.0104$ . El estadístico  $F = 4.815$  superó el valor crítico de 3.101, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar que al menos un tratamiento presentó una diferencia estadísticamente significativa respecto de los otros dos. Al examinar las medias hedónicas, se observó que el tratamiento T2 fue el mejor valorado en términos de color con una puntuación promedio de 4.20 sobre 5, seguido por T1 con 3.83 y T3 con 3.53. Este resultado sugiere que T2 fue percibido como el más atractivo visualmente, mientras que T3 fue el menos favorecido en este aspecto. No obstante, es importante señalar que todas las muestras se mantuvieron dentro del rango superior de la escala hedónica, lo que indica una aceptabilidad general positiva del atributo color en los tres tratamientos.

**Tabla 1. Atributo color.**

| Fuente de variación    | Gl | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Estadístico F | p-valor  |
|------------------------|----|-------------------|----------------|---------------|----------|
| Entre tratamientos     | 2  | 6.688889          | 3.444444       | 4.814672      | 0.010395 |
| Dentro de tratamientos | 87 | 60.433333         | 0.694636       |               |          |
| Total                  | 89 | 67.122222         |                |               |          |

En relación con el atributo olor, también se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, como lo evidencia el valor  $p = 0.003$  y un estadístico  $F = 6.189$ , nuevamente superior al valor crítico de referencia. Los resultados muestran que T1 obtuvo una puntuación media de 3.97, seguido muy de cerca por T3 con 3.93, mientras que T2 alcanzó apenas 3.23, revelando una menor aceptación en cuanto al aroma.

Esta diferencia en la percepción olfativa podría atribuirse a la interacción de la cáscara de plátano verde con los demás ingredientes, especialmente en el caso del tratamiento T2. La consistencia de las preferencias por T1 y T3 sugiere que los evaluadores valoraron positivamente los perfiles aromáticos de estos dos tratamientos, posiblemente por ser más familiares o agradables en comparación con T2. Por su parte, la baja puntuación obtenida por T2 pone en evidencia una necesidad de reformulación en este aspecto sensorial, en caso de que se busque maximizar su aceptación comercial.

**Tabla 2. Atributo olor.**

| Fuente de variación    | Gl | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Estadístico F | p-valor  |
|------------------------|----|-------------------|----------------|---------------|----------|
| Entre tratamientos     | 2  | 10.288889         | 5.144444       | 6.189864      | 0.003042 |
| Dentro de tratamientos | 87 | 72.2              | 0.829885       |               |          |
| Total                  | 89 | 82.488888         |                |               |          |

El atributo olor, uno de los más determinantes en la evaluación de alimentos, presentó las diferencias más marcadas entre tratamientos, respaldadas por un valor  $p < 0.00001$  y un estadístico F de 20.68, muy por encima del umbral teórico. En este caso, el tratamiento T3 se consolidó como el preferido por los consumidores con una media de 4.2, superando ampliamente a T1 (2.9) y a T2 (2.87). Esta diferencia sustancial refleja una clara preferencia por el perfil gustativo del tratamiento que incorporó el mayor porcentaje de cáscara de plátano y té, lo que podría deberse a un mejor equilibrio entre los sabores tradicionales y los aportados por los nuevos ingredientes funcionales. A pesar de que T1 y T2 mostraron calificaciones similares, varios participantes asignaron puntajes bajos (1-2) a estos dos tratamientos, lo cual evidencia una menor satisfacción general con sus sabores. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que el tratamiento T3 logró un perfil gustativo más armónico y atractivo para el paladar de los evaluadores.

**Tabla 3. Atributo textura.**

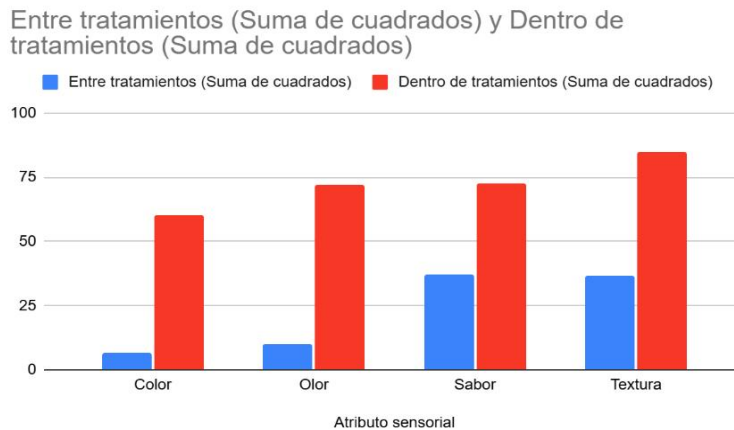
| Fuente de variación    | Gl | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Estadístico F | p-valor  |
|------------------------|----|-------------------|----------------|---------------|----------|
| Entre tratamientos     | 2  | 37.344444         | 18.672222      | 20.68022      | 4.95E-08 |
| Dentro de tratamientos | 87 | 72.986667         | 0.839506       |               |          |
| Total                  | 89 | 107.6556          |                |               |          |

En cuanto al atributo textura, los resultados confirmaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, con un valor  $p = 1.83 \times 10^{-7}$  y un estadístico F = 18.64, que superó ampliamente el valor crítico de 3.10. El tratamiento T3, nuevamente, obtuvo la calificación más alta en esta categoría con una puntuación de 4.23 sobre 5, mientras que T1 y T2 obtuvieron puntuaciones cercanas al punto medio de la escala, con 2.83 y 2.93 respectivamente. Esta diferencia implica que la textura de T3 fue percibida como más agradable, posiblemente por su crocancia, cohesión o sensación en boca, características que inciden de forma directa en la percepción general de calidad de productos fritos como las empanadas. Por el contrario, T1 y T2 fueron evaluados como texturas aceptables, pero no destacadas, lo que sugiere que aún hay oportunidades para mejorar la formulación o el proceso de cocción de estos tratamientos.

**Tabla 4. Atributos globales.**

| Fuente de variación    | Gl | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Estadístico F | p-valor               |
|------------------------|----|-------------------|----------------|---------------|-----------------------|
| Entre tratamientos     | 2  | 36.6              | 18.64286       | 18.64286      | $1.83 \times 10^{-7}$ |
| Dentro de tratamientos | 87 | 85.4              | 0.981609       |               |                       |
| Total                  | 89 | 122.0             |                |               |                       |

Los datos globales obtenidos en la evaluación sensorial permiten afirmar que el tratamiento T3 fue consistentemente mejor valorado en casi todos los atributos sensoriales evaluados, con excepción del olor, donde se posicionó ligeramente por debajo de T1. El desempeño destacado de T3 en sabor y textura, atributos críticos en la determinación de la aceptabilidad de alimentos, constituye un hallazgo importante que avala su potencial como alternativa alimentaria viable, saludable y aceptada por el consumidor promedio ecuatoriano. Este resultado es especialmente relevante si se considera que dicho tratamiento integró un porcentaje elevado de subproductos agroindustriales como la cáscara de plátano verde y su infusión, lo que aporta no solo a la sostenibilidad de la propuesta, sino también al aprovechamiento funcional de desechos orgánicos.



**Figura 1. Comparación de variabilidad sensorial.**

En términos generales, los análisis estadísticos realizados mediante ANOVA en cada uno de los atributos permiten afirmar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, con el tratamiento T3 posicionándose como el más aceptado de forma integral por el panel evaluador. Esta preferencia constante sugiere que la incorporación innovadora de ingredientes no tradicionales como la cáscara de plátano puede tener efectos positivos tanto en las características organolépticas como en la percepción del consumidor, siempre y cuando se logre una formulación equilibrada que no afecte negativamente atributos sensibles como el aroma. De este modo, los hallazgos del presente estudio abren la posibilidad de continuar investigando formulaciones alimentarias funcionales que integren subproductos naturales, en concordancia con las tendencias actuales en desarrollo sostenible y nutrición basada en ingredientes autóctonos.

En conjunto, los datos demuestran que el tratamiento T3 (50% de inclusión de cáscara y té de plátano verde) fue el más adecuado para los consumidores, ya que obtuvo las mejores calificaciones en los atributos más determinantes para la aceptación de un alimento: sabor y textura. Aunque T2 destacó en color, y T1 tuvo un desempeño moderado en olor, la formulación con mayor inclusión logró un balance sensorial más atractivo y consistente para los evaluadores. En otras palabras, sí se encontró una empanada preferida entre los tres intentos, y fue la

formulación T3, lo que respalda la viabilidad de esta alternativa como propuesta alimentaria sostenible y aceptada.

## DISCUSIÓN

Los resultados sensoriales obtenidos en esta investigación permiten establecer tendencias claras en la aceptación del producto, destacándose que la formulación con mayor proporción de cáscara y té de *Musa paradisiaca* (T3) fue la mejor valorada en los atributos más determinantes para la aceptabilidad de un alimento, como lo son el sabor y la textura. Este hallazgo resulta significativo si se considera que el atributo gustativo constituye el criterio central de decisión de consumo, tal como lo destacan estudios previos que subrayan la importancia del equilibrio organoléptico en alimentos reformulados con ingredientes no convencionales (11,12). La puntuación alcanzada por T3 (4.2 en sabor y 4.23 en textura) refuerza la idea de que la incorporación de la cáscara de plátano verde no solo no afectó negativamente la percepción del producto, sino que en proporciones adecuadas puede mejorar la experiencia sensorial.

En contraste, la evaluación del color mostró un comportamiento diferenciado, dado que la mejor calificación correspondió al tratamiento T2 con una media de 4.20. Este resultado concuerda con investigaciones que han evidenciado la influencia de la fibra y compuestos fenólicos en el oscurecimiento de masas panificadas, lo cual puede modificar la percepción visual del consumidor (13,14). En este sentido, aunque el tratamiento con mayor proporción de cáscara fue el preferido en sabor y textura, no alcanzó la máxima puntuación en color, lo que sugiere la necesidad de realizar ajustes tecnológicos, como el control de tiempos de cocción o el uso de técnicas de blanqueo, para homogenizar la apariencia visual sin comprometer las propiedades funcionales.

El atributo olor, por su parte, presentó una valoración intermedia con diferencias significativas entre los tratamientos, siendo T1 y T3 mejor puntuados que T2. Este hallazgo es consistente con lo reportado por (15), quien señala que los compuestos bioactivos presentes en el té de cáscara de plátano pueden enriquecer el perfil aromático, siempre que no alcancen concentraciones excesivas. La menor calificación de T2 sugiere que la proporción de ingredientes utilizada en este tratamiento no generó un balance adecuado entre los compuestos volátiles liberados durante la fritura y el perfil tradicional esperado de la empanada. Ello refleja lo señalado por (16), quienes plantean que los consumidores tienden a aceptar aromas nuevos siempre que guarden relación con el perfil sensorial original del alimento.

La diferencia significativa encontrada entre tratamientos para todos los atributos mediante ANOVA confirma que la variación observada no es producto del azar, sino que responde efectivamente a las modificaciones en la formulación de las empanadas. Esto coincide con lo reportado por (17), quien afirma que la inclusión de ingredientes ricos en fibra altera de forma medible las propiedades organolépticas y tecnológicas, lo que hace necesario ajustar proporciones y parámetros de procesamiento. La evidencia estadística en esta investigación (valores  $p < 0.05$  en todos los atributos) consolida la hipótesis de que el uso de la cáscara de plátano verde tiene un efecto directo y significativo en la percepción del consumidor.

Desde un punto de vista práctico, los resultados sugieren que es posible formular empanadas funcionales que integren subproductos agroindustriales y que, lejos de disminuir su aceptación, logren posicionarse favorablemente en la preferencia de los consumidores. La aceptación del tratamiento T3 demuestra que la innovación alimentaria basada en la economía circular no solo es viable en términos tecnológicos y nutricionales, sino que también puede ser atractiva desde el punto de vista sensorial. Este aspecto resulta clave, pues como señalan (18) y (19), la valorización de residuos agrícolas únicamente es sostenible si los productos resultantes son aceptados por el consumidor final.

En términos generales, la discusión de los hallazgos permite concluir que la empanada elaborada con un 50% de inclusión de cáscara y té de plátano verde fue la formulación más adecuada para satisfacer la aceptación sensorial de los consumidores evaluados. Este resultado constituye una evidencia empírica sólida que respalda la incorporación de subproductos de *Musa paradisiaca* en productos tradicionales, ofreciendo una alternativa sostenible que atiende tanto a los desafíos ambientales como a las exigencias del consumidor moderno en materia de salud y calidad sensorial (20).

## CONCLUSIONES

La presente investigación permitió demostrar que es posible elaborar un producto tradicional como la empanada incorporando harina y té de cáscara de *Musa paradisiaca* como alternativa alimentaria innovadora, sostenible y con un nivel de aceptación sensorial favorable por parte de los consumidores. Los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas confirmaron diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas, lo que evidencia que la proporción de inclusión del subproducto influye de manera directa en las percepciones de color, olor, sabor y textura. De esta manera, se validó empíricamente la hipótesis de que el aprovechamiento de la cáscara de plátano verde no solo aporta beneficios nutricionales y funcionales, sino que también puede mantener e incluso mejorar los atributos organolépticos de un alimento ampliamente consumido en el contexto ecuatoriano.

En términos de preferencia, el tratamiento T3, con un 50% de inclusión de cáscara y té de plátano verde, se posicionó como la formulación más adecuada al ser mejor valorada en los atributos críticos de sabor y textura, alcanzando promedios superiores en comparación con las otras dos variantes. Este hallazgo resulta relevante, ya que permite concluir que la inclusión en mayor proporción de subproductos no tradicionales puede generar una experiencia sensorial más agradable para el consumidor, siempre que se logre un equilibrio tecnológico en el proceso de formulación. Aunque en el atributo color la formulación T2 destacó como la mejor calificada, la superioridad de T3 en atributos determinantes para la aceptación global refuerza su viabilidad como alternativa funcional.

Asimismo, los hallazgos de esta investigación confirman la pertinencia de incorporar prácticas de economía circular en la industria alimentaria, ya que el uso de la cáscara de plátano verde, tradicionalmente considerada un residuo agrícola, se convierte en un insumo valioso con potencial de generar productos innovadores, saludables y sostenibles. Este enfoque aporta soluciones a problemáticas globales como el desperdicio de alimentos y la necesidad de diversificar la dieta de los consumidores, fortaleciendo al mismo tiempo la producción local y la seguridad alimentaria. Los resultados evidencian que es posible transformar un desecho en un recurso que cumple criterios de aceptación sensorial y, por tanto, de viabilidad comercial.

Finalmente, se concluye que la empanada elaborada con cáscara y té de Musa paradisiaca representa una alternativa alimentaria adecuada para el mercado ecuatoriano, capaz de satisfacer tanto la expectativa de los consumidores en términos de sabor y textura como los objetivos de innovación y sostenibilidad planteados por la investigación. Estos resultados abren la posibilidad de continuar explorando nuevas formulaciones con otros subproductos agroindustriales, así como de profundizar en estudios nutricionales y de conservación que fortalezcan la aplicabilidad de este tipo de propuestas en el desarrollo de alimentos funcionales de alto impacto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. Banana and plantain post-harvest utilization [Internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations; Disponible en: <http://www.fao.org>
2. Galanakis CM. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. Trends Food Sci Technol. 1 de agosto de 2012;26(2):68-87.
3. Simão da Silva KAB, Klein-Junior LC, Cruz SM, Cáceres A, Quintão NLM, Monache FD, et al. Anti-inflammatory and anti-hyperalgesic evaluation of the condiment laurel (*Litsea guatemalensis* Mez.) and its chemical composition. Food Chem. 15 de junio de 2012;132(4):1980-6.
4. Codex alimentarius [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/4/u5900t/u5900t0b.htm>
5. Prebiotic frozen dessert processed with water-soluble extract of rice byproduct: Vegan and nonvegan consumers perception using preferred attribute elicitation methodology and acceptance - da Silva - 2021 - Journal of Food Science - Wiley Online Library [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.15566>
6. (PDF) The Influence of Adding Banana Peel Powder on the Quality of Pan Bread [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/376535408\\_The\\_Influence\\_of\\_Adding\\_Banana\\_Peel\\_Powder\\_on\\_the\\_Quality\\_of\\_Pan\\_Bread](https://www.researchgate.net/publication/376535408_The_Influence_of_Adding_Banana_Peel_Powder_on_the_Quality_of_Pan_Bread)
7. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en:

- [https://www.researchgate.net/publication/46416783\\_Evaluacion\\_nutricional\\_fisica\\_y\\_sensorial\\_de\\_panes\\_de\\_trigo\\_y\\_platano\\_verde](https://www.researchgate.net/publication/46416783_Evaluacion_nutricional_fisica_y_sensorial_de_panes_de_trigo_y_platano_verde)
8. (PDF) Las propiedades funcionales de los alimentos y las harinas [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/337403804\\_The\\_Functional\\_Properties\\_of\\_Foods\\_and\\_Flours](https://www.researchgate.net/publication/337403804_The_Functional_Properties_of_Foods_and_Flours)
  9. Lawless HT, Heymann H. Measurement of Sensory Thresholds. En: Lawless HT, Heymann H, editores. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* [Internet]. New York, NY: Springer; 2010 [citado 5 de octubre de 2025]. p. 125-47. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5_6)
  10. (PDF) The Utilization of Agricultural and Food Industry Wastes as Feed of Grower Pigs in Manokwari Regency West Papua [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/340688431\\_The\\_Utilization\\_of\\_Agricultural\\_and\\_Food\\_Industry\\_Wastes\\_as\\_Feed\\_of\\_Grower\\_Pigs\\_in\\_Manokwari\\_Regency\\_West\\_Papua](https://www.researchgate.net/publication/340688431_The_Utilization_of_Agricultural_and_Food_Industry_Wastes_as_Feed_of_Grower_Pigs_in_Manokwari_Regency_West_Papua)
  11. “Trabajo de Investigación: Harina de Plátano Verde en Galletas (TIL)” - Studocu [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/epistemologia-de-las-ciencias-sociales/harina-de-platano-verde-y-su-aplicacion-en-galletas/58710136>
  12. Lawless HT, Heymann H. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2010 [citado 5 de octubre de 2025]. (Food Science Text Series). Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-6488-5>
  13. (PDF) Bioactive and agroindustrial potential of Amazonian fruit species: a review [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/388043557\\_Bioactive\\_and\\_agroindustrial\\_potential\\_of\\_Amazonian\\_fruit\\_species\\_a\\_review](https://www.researchgate.net/publication/388043557_Bioactive_and_agroindustrial_potential_of_Amazonian_fruit_species_a_review)
  14. Dietary fibre in foods: a review - PMC [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3614039/>
  15. Mohd Zaini H, Roslan J, Saallah S, Munsu E, Sulaiman NS, Pindi W. Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. *J Funct Foods*. 1 de mayo de 2022;92:105054.
  16. Gómez MBG, Rodríguez MÁR. ¿Qué nos dicen nuestros sentidos sobre el pan?
  17. *Breadmaking: Improving quality, Second Edition* | Request PDF [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/295444559\\_Breadmaking\\_Improving\\_quality\\_Second\\_Edition](https://www.researchgate.net/publication/295444559_Breadmaking_Improving_quality_Second_Edition)
  18. Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci Technol*. 1 de marzo de 2004;15(3):143-52.
  19. (PDF) Banana and its by-product utilisation: An overview. ResearchGate [Internet]. 9 de agosto de 2025 [citado 5 de octubre de 2025]; Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/230650431\\_Banana\\_and\\_its\\_by-product\\_utilisation\\_An\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/230650431_Banana_and_its_by-product_utilisation_An_overview)

20. (PDF) Phenolic contents and antioxidant activity of some food and medicinal plants [Internet]. [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/7664586\\_Phenolic\\_contents\\_and\\_antioxidant\\_activity\\_of\\_some\\_food\\_and\\_medicinal\\_plants](https://www.researchgate.net/publication/7664586_Phenolic_contents_and_antioxidant_activity_of_some_food_and_medicinal_plants)