

Efecto del porcentaje de ácido cítrico en snack de plátano verde (*Musa paradisiaca* L.) de rechazo con diferentes tecnologías de cocción

Effect of citric acid percentage on green banana (*Musa paradisiaca* L.) snack made from rejects using different cooking technologies

Efeito da percentagem de ácido cítrico em snacks de banana verde (*Musa paradisiaca* L.) rejeitada com diferentes tecnologias de cozedura

Alvarado Mazamba Anderson Joel¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
andersoalvaradomazamba@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-7117-8208>



Guerrero Martínez Cristian Samuel²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
cristiansamuelguerrero@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-2339-4260>



Ureña Guamán Silvia Eugenia³
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
silviaurena@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-2339-4260>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1122>

Como citar:

Alvarado, A, Guerrero, C. & Ureña, S., (2025). Efecto del porcentaje de ácido cítrico en snack de plátano verde (*Musa paradisiaca* L.) de rechazo con diferentes tecnologías de cocción. Código Científico Revista de Investigación, 6(E2), 2253-2277.

Recibido: 20/06/2025

Aceptado: 22/07/2025

Publicado: 30/09/2025

Resumen

La investigación tuvo como finalidad desarrollar y caracterizar snacks a base de plátano verde de rechazo, aplicando diferentes concentraciones de ácido cítrico (0%, 1% y 2%) y dos métodos de cocción: fritura profunda y cocción por aire caliente. Se utilizó un diseño factorial A×B con tres repeticiones, obteniendo 18 unidades experimentales. Los resultados fisicoquímicos demostraron que tanto el ácido cítrico como el tipo de cocción influyen significativamente en la calidad del producto. El tratamiento con cocción por aire y 2% de ácido cítrico presentó el pH más bajo (3,90), humedad controlada (4,6%), bajo contenido graso (1,60%) y mayor nivel de cenizas, lo que asegura inocuidad y cumplimiento normativo. Por otro lado, los snacks fritos mostraron mayor absorción de grasa y humedad, aunque ofrecieron un rendimiento superior (27,33%) frente a los elaborados por aire (23,33%). En la evaluación sensorial, el tratamiento con aire y 1% de ácido cítrico obtuvo las mejores calificaciones en textura, sabor y color. El uso del ácido cítrico redujo olores rancios y conservó aromas agradables. El costo de producción por funda de 250 g osciló entre \$2,46 y \$2,61, con márgenes del 30% sobre precios de venta sugeridos. Se concluye que la cocción por aire y el uso de ácido cítrico representan una alternativa saludable, rentable y sostenible para el aprovechamiento del plátano de rechazo.

Palabras clave: fritura profunda, cocción por aire, antioxidante, características fisicoquímicas.

Abstract

The purpose of the research was to develop and characterize snacks made from rejected green bananas, applying different concentrations of citric acid (0%, 1%, and 2%) and two cooking methods: deep frying and hot air cooking. An A×B factorial design with three replicates was used, resulting in 18 experimental units. The physicochemical results showed that both citric acid and the type of cooking significantly influence product quality. The treatment with air cooking and 2% citric acid had the lowest pH (3.90), controlled moisture (4.6%), low fat content (1.60%), and higher ash content, ensuring safety and regulatory compliance. On the other hand, fried snacks showed higher fat and moisture absorption, although they offered superior yield (27.33%) compared to those made with air (23.33%). In the sensory evaluation, the treatment with air and 1% citric acid obtained the best ratings in texture, flavor, and color. The use of citric acid reduced rancid odors and preserved pleasant aromas. The production cost per 250 g bag ranged from \$2.46 to \$2.61, with margins of 30% over suggested retail prices. It is concluded that air cooking and the use of citric acid represent a healthy, profitable, and sustainable alternative for the use of rejected bananas.

Keywords: deep frying, air cooking, antioxidant, physicochemical characteristics.

Resumo

A investigação teve como objetivo desenvolver e caracterizar snacks à base de banana-da-terra verde rejeitada, aplicando diferentes concentrações de ácido cítrico (0%, 1% e 2%) e dois métodos de cozedura: fritura profunda e cozedura por ar quente. Utilizou-se um desenho fatorial A×B com três repetições, obtendo-se 18 unidades experimentais. Os resultados físico-químicos demonstraram que tanto o ácido cítrico quanto o tipo de cozimento influenciam significativamente a qualidade do produto. O tratamento com cozimento por ar e 2% de ácido cítrico apresentou o pH mais baixo (3,90), umidade controlada (4,6%), baixo teor de gordura

(1,60%) e maior nível de cinzas, o que garante a inocuidade e a conformidade normativa. Por outro lado, os snacks fritos apresentaram maior absorção de gordura e humidade, embora tenham oferecido um rendimento superior (27,33%) em relação aos elaborados por ar (23,33%). Na avaliação sensorial, o tratamento com ar e 1% de ácido cítrico obteve as melhores classificações em textura, sabor e cor. O uso do ácido cítrico reduziu os odores rançosos e conservou aromas agradáveis. O custo de produção por embalagem de 250 g oscilou entre US\$ 2,46 e US\$ 2,61, com margens de 30% sobre os preços de venda sugeridos. Conclui-se que o cozimento por ar e o uso de ácido cítrico representam uma alternativa saudável, rentável e sustentável para o aproveitamento da banana rejeitada.

Palavras-chave: fritura profunda, cozimento por ar, antioxidante, características físico-químicas.

Introducción

El plátano ocupa el cuarto lugar entre los alimentos más importantes a nivel mundial, y Ecuador se consolida como su principal exportador, con una participación aproximada del 29% en el mercado internacional (Ajila et al., 2023). En los últimos años, ha crecido la demanda nacional e internacional de plátano procesado en forma de snacks, especialmente en la presentación de chips o chifles. Este incremento ha impulsado el surgimiento de diversos emprendimientos, tanto industriales como artesanales, con una notable aceptación por parte del consumidor (Chávez et al., 2020). Ante ello, las empresas buscan optimizar las propiedades físicoquímicas y organolépticas de sus productos para fortalecer su posicionamiento en los mercados internacionales (Arichábala & Mora, 2022).

El barraganete (*Musa paradisiaca* L.), variedad ampliamente cultivada en Ecuador, genera un alto volumen de fruta descartada por no cumplir con los estándares comerciales, pese a conservar un valor nutricional significativo (Troya, Cedeño & Mejía, 2022). El aprovechamiento de este subproducto agrícola representa una oportunidad estratégica para desarrollar alimentos innovadores, sostenibles y con valor agregado.

Tradicionalmente, los chifles se elaboran mediante fritura profunda, lo que incrementa su contenido graso y valor calórico. Sin embargo, la tendencia hacia una alimentación saludable ha impulsado el uso de tecnologías como la cocción por aire caliente, que reduce

significativamente la grasa sin afectar la textura ni el sabor (Paucara Ramos, 2021). Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo elaborar snacks tipo chifle a partir de plátano barraganete de rechazo, utilizando la tecnología de freído por aire, para evaluar sus características fisicoquímicas y sensoriales como una propuesta alimentaria innovadora, nutritiva y ambientalmente sostenible.

Ecuador, a pesar de liderar la exportación mundial de plátano con cerca del 30% de la oferta global, enfrenta una problemática de desperdicio. En 2016, de los 6,53 millones de toneladas producidas, alrededor de 188.060 toneladas fueron consideradas como rechazo, generando pérdidas económicas y ambientales significativas (García, 2018). La provincia de Manabí, especialmente el cantón El Carmen, concentra el 95% de la producción nacional (Morales et al., 2020), y gran parte de su cosecha es descartada, contribuyendo a la generación de residuos orgánicos que liberan gases de efecto invernadero como el metano, deteriorando la calidad del aire y del suelo (Velasquí, 2018).

Frente a esta situación, la industria de snacks ha identificado una oportunidad de innovación mediante la transformación del plátano de rechazo en productos de valor agregado. Sin embargo, los métodos tradicionales de fritura profunda aumentan el contenido graso, reducen la vida útil del producto y pueden generar compuestos dañinos para la salud (Zhang, 2020). En respuesta, el freído por aire se ha posicionado como una alternativa sostenible que permite obtener snacks con menor contenido de grasa, mejor perfil nutricional y menor impacto ambiental (Zaghi, 2024). Este enfoque favorece la reducción del desperdicio agrícola y responde a las tendencias globales hacia un consumo más saludable.

Metodología

El estudio se desarrolló en la Planta de Procesos y en el Laboratorio de Química del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, ubicado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Chigüilpe, en la avenida Galo Luzuriaga y

Franklin Pallo. La investigación se ejecutó durante el periodo lectivo I-2025, con una duración total de cuatro meses.

La investigación adoptó un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para analizar y optimizar el proceso de elaboración de snacks a partir de plátano barraganete de rechazo. El enfoque cuantitativo permitió determinar los efectos de las variables experimentales sobre las características fisicoquímicas del producto, mientras que el enfoque cualitativo se centró en la evaluación sensorial y la aceptación del consumidor.

La investigación combinó tres modalidades complementarias:

- Investigación de campo: permitió obtener información directa de los participantes y del entorno donde se elaboraron los snacks. Se aplicó para recolectar datos sensoriales y fisicoquímicos, y evaluar la aceptación del producto en condiciones reales de producción.
- Investigación documental: se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre la producción y procesamiento de snacks, sus beneficios nutricionales y las tendencias tecnológicas actuales, con el fin de fundamentar teóricamente el estudio y contrastar los resultados obtenidos con investigaciones previas.
- Investigación experimental: se aplicaron dos métodos de cocción (fritura profunda y cocción por aire caliente) y diferentes concentraciones de ácido cítrico como antioxidante. Esta fase buscó determinar las condiciones óptimas para mejorar la calidad fisicoquímica y sensorial del snack.

El estudio fue de tipo explicativo, ya que analizó la relación causa-efecto entre las variables independientes (tipo de cocción y concentración de ácido cítrico) y las variables dependientes (pH, humedad, contenido de grasa y cenizas). Este enfoque permitió comprender de qué manera las condiciones de procesamiento influyen en la calidad final del producto.

Se elaboraron seis formulaciones en la Planta de Procesos del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, lo que permitió realizar un análisis comparativo de sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Los plátanos de rechazo se obtuvieron de una finca ubicada en el sector Las Delicias, en la Av. Chone Km 26. Para la evaluación sensorial, se contó con un panel no entrenado de 10 docentes del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, quienes calificaron los atributos organolépticos del producto.

Para la parte de control de calidad en los parámetros físico-químicos se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 6 tratamientos y 3 repeticiones, lo que resultó en un total de 18 unidades experimentales. Para comparar las medias se utilizó la prueba de Tukey con un 0.05% de error. Se detalla a continuación los tratamientos:

Tabla 1
Formulaciones

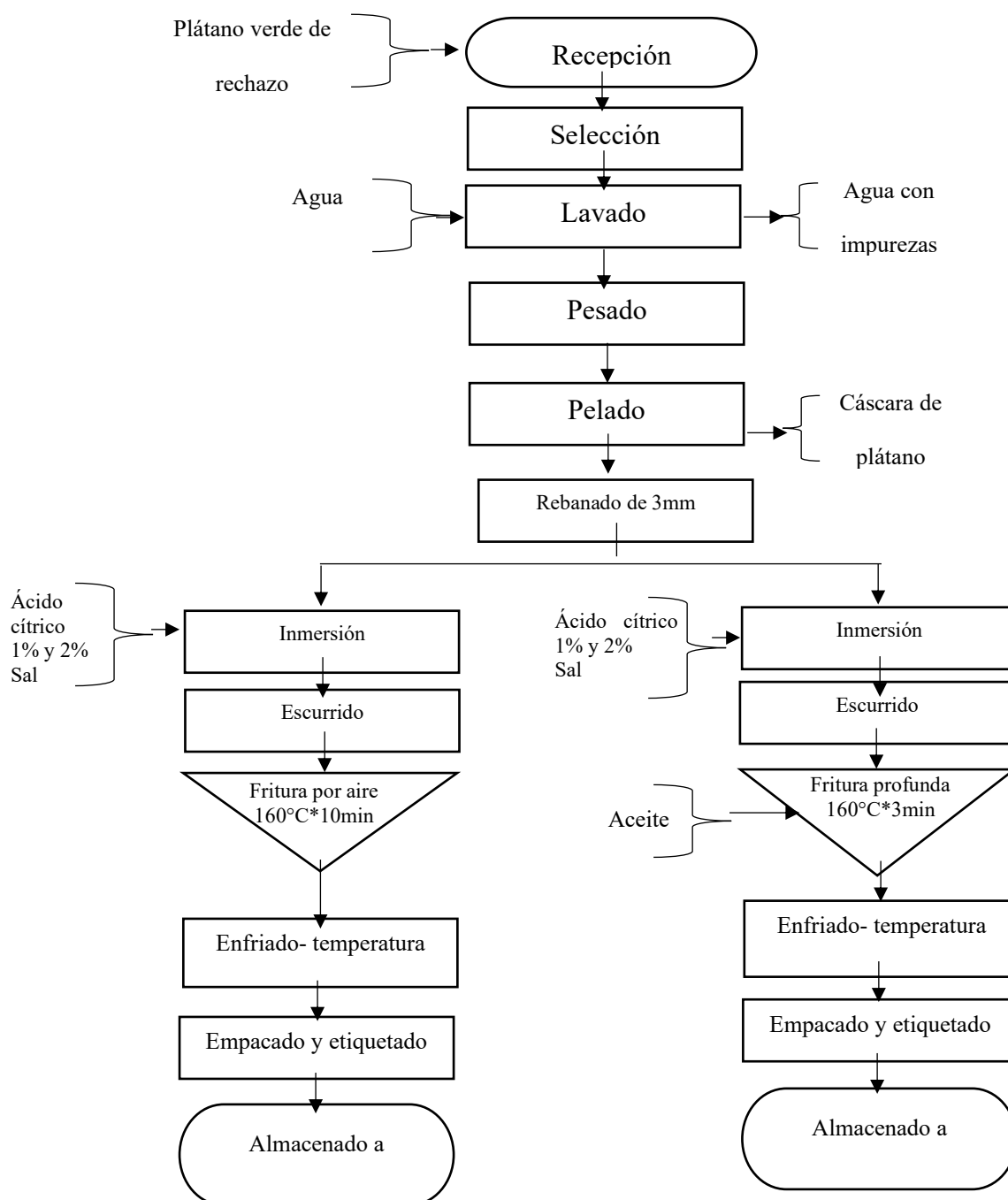
Tratamientos	Tipo de cocción	Concentración de antioxidante
T1	Cooción por fritura profunda	1%
T2	Cooción por fritura profunda	2%
T3	Cooción por aire	1%
T4	Cooción por aire	2%
T5	Cooción por fritura profunda	0%
T6	Cooción por aire	0%

El proceso de elaboración del snack de plátano barraganete de rechazo inició con la recepción y selección de frutos descartados por motivos estéticos, pero aptos para el consumo, eliminando aquellos con signos de hongos, podredumbre o daños severos. Los plátanos se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (1 cucharadita en 3 L de agua) y luego se pesaron, pelaron manualmente y cortaron en rodajas uniformes de 3 mm de espesor mediante una cortadora mecánica. Posteriormente, las rodajas se sumergieron en soluciones de ácido cítrico al 1% y 2% con sal para evitar la oxidación y se escurrieron con toallas absorbentes. A continuación, se sometieron a una fritura profunda en aceite vegetal a 160 °C durante 3 minutos, seguida de un escurrido post-fritura y una fritura por aire a la misma temperatura y tiempo, con el fin de reducir el contenido de grasa. Finalmente, los snacks fueron

enfriados a temperatura ambiente, empacados y etiquetados en bolsas de polipropileno según la normativa ecuatoriana vigente, y almacenados en un lugar fresco y seco hasta su análisis fisicoquímico y sensorial.

Figura 1.

Diagrama de flujo del snack de plátano barraganete de rechazo



Análisis fisicoquímicos: Los análisis fisicoquímicos que se desarrollaron para caracterizar el producto fueron: pH, humedad, contenido de grasa y ceniza, realizados en un laboratorio externo (Agrolab).

- **pH:** Se determinó mediante la normativa NTE INEN 783 la cual estipula que se utiliza un potenciómetro con electrodos de vidrio de $\pm 0,05$ unidades de pH. También se utilizó, una balanza analítica sensible a 0,1g, vasos de precipitación de 250 y 100 cc, y papel absorbente. Para limpiar los electrodos se utilizó agua destilada. Cabe recalcar que el potenciómetro debe estar debidamente calibrado (INEN 783, 1985).
- **Humedad:** La humedad fue determinada utilizando una termobalanza, equipo que mide la pérdida de masa del producto al ser expuesto a una temperatura controlada. Este análisis es clave para evaluar la vida útil del snack y su crujientes, ya que niveles altos de humedad pueden reducir la estabilidad del producto y afectar su textura.
- **Contenido de grasa:** La cantidad de grasa presente en el snack se determinó mediante extracción con solventes orgánicos (como éter de petróleo o hexano), en un método gravimétrico. Este análisis es fundamental para comparar el impacto de las diferentes tecnologías de cocción (fritura profunda vs. fritura por aire) sobre el contenido lipídico del producto.
- **Ceniza:** El contenido de cenizas indica la cantidad de minerales totales presentes en el alimento. Se determinó por incineración de la muestra en una mufla a alta temperatura (aproximadamente 550 °C) hasta obtener un residuo blanco o gris. Este valor aporta información sobre la calidad nutricional y la concentración de elementos inorgánicos.
- ❖ **Análisis de rendimiento:** El rendimiento del snack se calculó como la relación entre el peso del producto final y el peso inicial del plátano procesado, expresado en porcentaje (%). Este análisis permite medir la eficiencia del proceso y su viabilidad a nivel productivo.

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso final del snack}}{\text{Peso inicial del plátano}} * (100)$$

- ❖ **Costos de producción:** La utilidad se evaluó mediante la comparación entre los costos totales de producción y los ingresos estimados por venta del snack. Este cálculo permitió determinar la rentabilidad del producto.

$$\text{Utilidad (\%)} = \frac{\text{Ingresos} - \text{costos}}{\text{Costos}} * (100)$$

- ❖ **Análisis sensorial:** Se realizó mediante un panel de 10 catadores no entrenados docentes de la carrera de Tecnología Superior en Agroindustria, que evaluaron las siguientes características organolépticas del snack: Color, olor, sabor, textura, apariencia global. A cada panelista se le presentó tres muestras de cada tratamiento -incluida el testigo. Todos los atributos se evaluaron en una escala de 1 a 5 en la que la mayor puntuación referirá la muestra de mejor calidad.

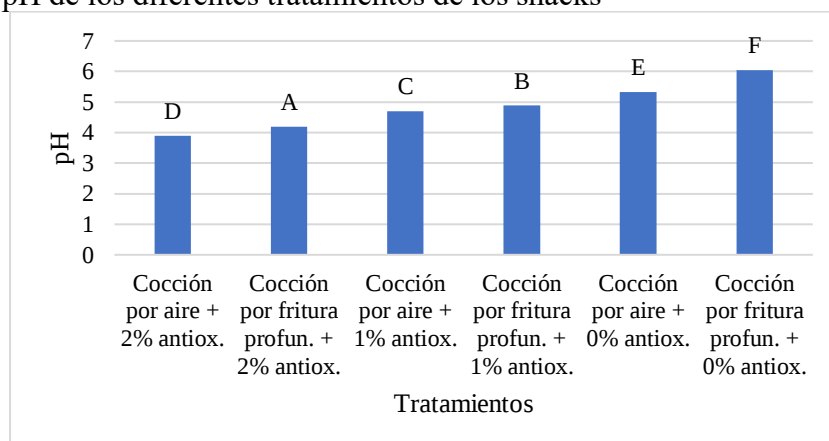
Resultados

Análisis fisicoquímico

pH

La figura 2 evidencia el efecto de los diferentes porcentajes de ácido cítrico aplicados en snacks elaborados a partir de plátano verde de rechazo.

Figura 2.
pH de los diferentes tratamientos de los snacks



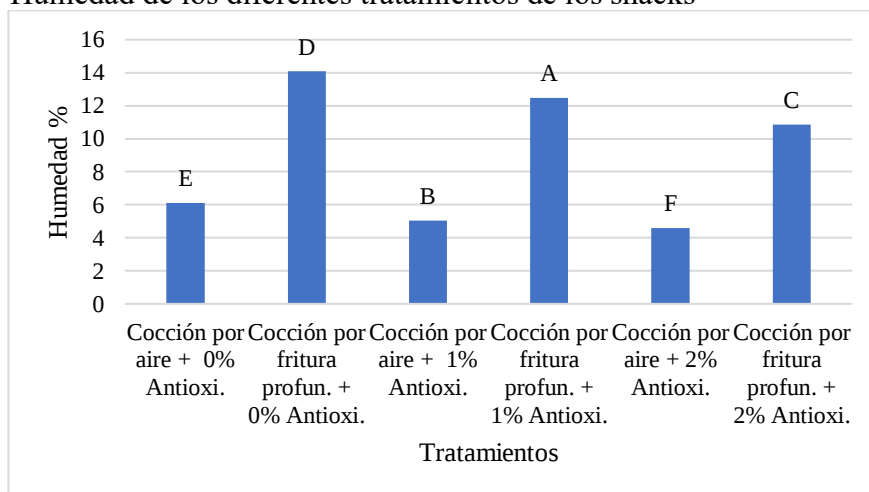
En los resultados del análisis de pH (figura 2) se observó que, al incrementar el porcentaje de ácido cítrico, el pH de los snacks disminuyó progresivamente en ambas

tecnologías de cocción. Esta reducción fue más notoria en los productos elaborados por cocción con aire, alcanzando un valor mínimo de 3,90 con 2% de ácido cítrico, mientras que en los snacks fritos el valor fue de 4,20 para la misma concentración. Los tratamientos sin antioxidante mostraron los pH más altos (hasta 6,04), confirmando el efecto acidificante del ácido cítrico. El análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo de la concentración del antioxidante sobre el pH ($p < 0,0001$) y una interacción significativa entre el tipo de cocción y la concentración de ácido cítrico ($p < 0,0001$), lo que evidencia que la influencia del ácido cítrico varía según la técnica de cocción empleada. El coeficiente de variación (CV) de 0,66% refleja una alta precisión experimental.

Humedad

La figura 3 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la humedad de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 3.
Humedad de los diferentes tratamientos de los snacks



Los resultados del análisis de humedad mostraron que el aumento de la concentración de ácido cítrico reduce progresivamente el contenido de agua en los snacks, siendo este efecto más notable en los productos cocidos por aire, que alcanzaron el valor más bajo (4,6 %) y cumplieron con la norma INEN 2561 (2010), que establece un máximo de 5 %. En contraste,

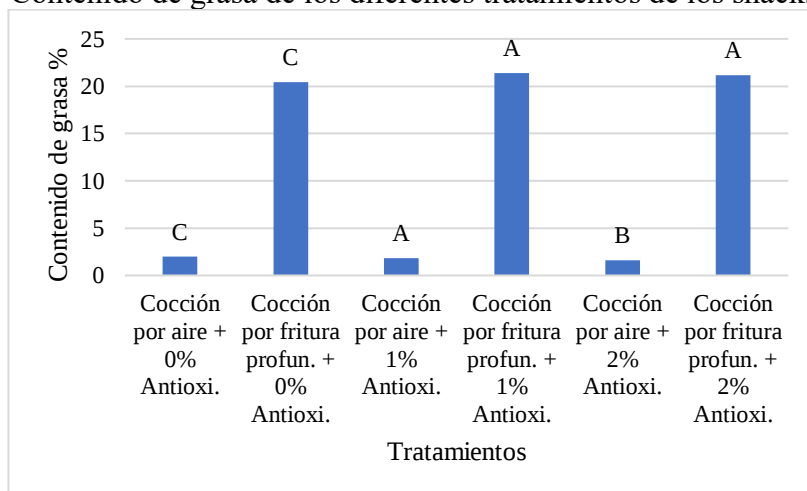
los snacks fritos presentaron niveles de humedad superiores, llegando hasta 14,08 % sin antioxidante, lo que podría afectar su estabilidad y vida útil. El análisis estadístico confirmó una influencia significativa del tipo de cocción y la concentración de antioxidante ($p < 0,0001$), así como una interacción entre ambos factores, evidenciando que la efectividad del ácido cítrico depende del método de cocción. El bajo coeficiente de variación (1,07 %) respalda la precisión y confiabilidad de los resultados.

Contenido de grasa

La figura 4 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) respecto al contenido de grasa de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 4.

Contenido de grasa de los diferentes tratamientos de los snacks



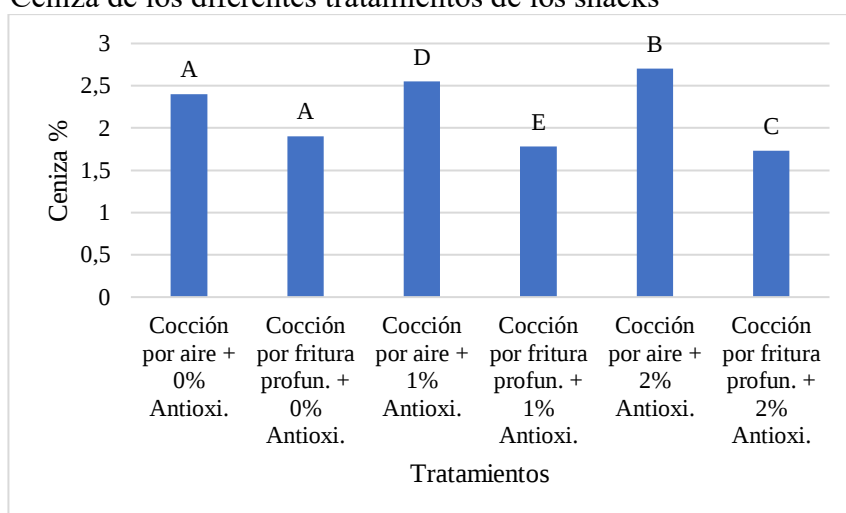
El análisis de contenido de grasa mostró que la concentración de ácido cítrico no afectó significativamente la grasa retenida en los snacks; en cambio, el tipo de cocción fue determinante, siendo menor en los productos cocidos por aire (1,60–2,00 %) y considerablemente mayor en los fritos (hasta 21,40 %). El análisis de varianza indicó que tanto el tipo de cocción como la concentración de antioxidante influyeron significativamente sobre el contenido graso ($p < 0,0001$ y $p = 0,0084$), con una interacción significativa entre ambos

factores ($p = 0,0008$). El coeficiente de variación de 1,27 % refleja alta precisión y baja variabilidad experimental.

Ceniza

La figura 5 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) respecto al porcentaje de ceniza de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 5.
Ceniza de los diferentes tratamientos de los snacks



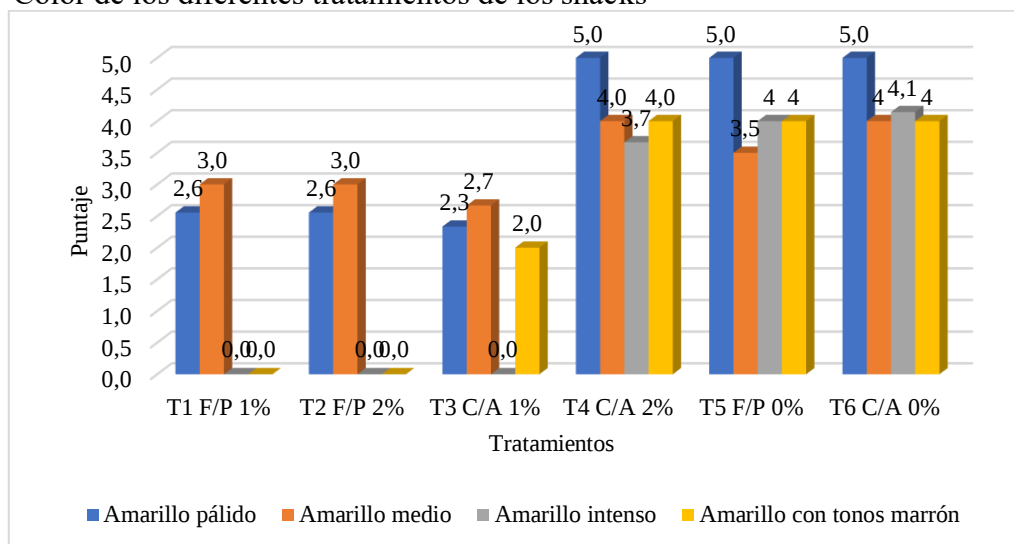
El análisis de contenido de ceniza indicó que el aumento de ácido cítrico afectó significativamente solo a los snacks cocidos por aire, incrementando progresivamente la cantidad de cenizas, mientras que los fritos mostraron valores bajos y constantes independientemente del antioxidante. El análisis de varianza confirmó que tanto el tipo de cocción como la concentración de ácido cítrico influyeron significativamente en el contenido de ceniza ($p < 0,0001$ y $p = 0,015$), con una interacción altamente significativa entre ambos factores ($p < 0,0001$). El coeficiente de variación de 1,29 % refleja alta precisión y baja variabilidad experimental.

Análisis sensorial

Color

La figura 6 presenta los resultados del análisis sensorial respecto al color de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 6.
Color de los diferentes tratamientos de los snacks

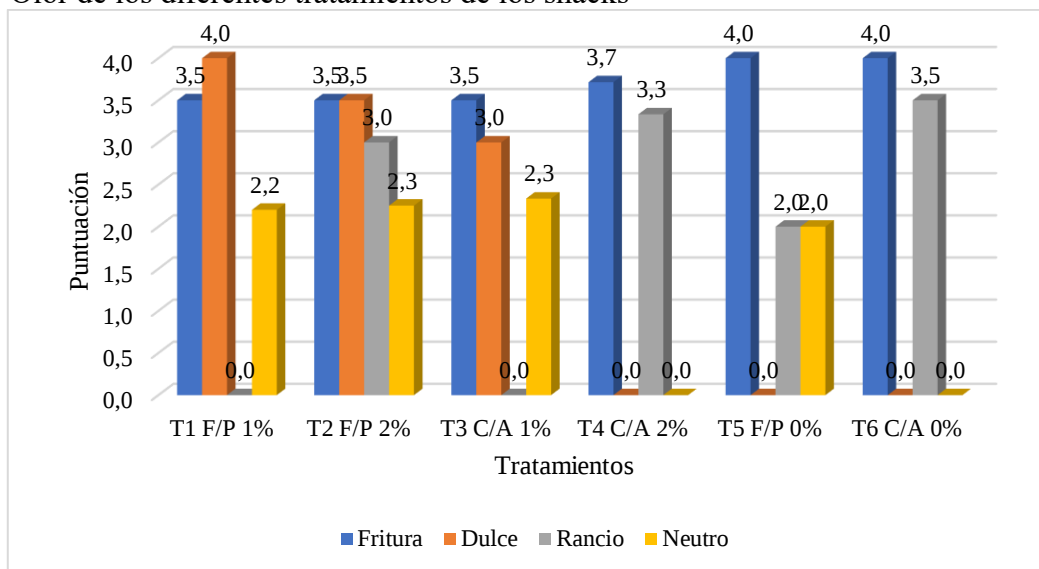


En la evaluación sensorial de los seis tratamientos, se observaron diferencias en la intensidad y tonalidad del color. Los tratamientos T1, T2 y T3 fueron mayormente valorados con tonos de amarillo pálido a medio, recibiendo calificaciones promedio entre regular y buena, sin presencia de colores intensos. En contraste, los tratamientos T4, T5 y T6 presentaron tonalidades más atractivas, como amarillo intenso, obteniendo las valoraciones más altas (de “bueno” a “excelente”). Estos resultados indican que los tratamientos T4 a T6 lograron una mejor apariencia visual, posiblemente relacionada con un mayor grado de cocción o caramelización, lo que favorece la aceptación del producto final.

Olor

La figura 7 presenta los resultados del análisis sensorial respecto al olor de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 7.
Olor de los diferentes tratamientos de los snacks

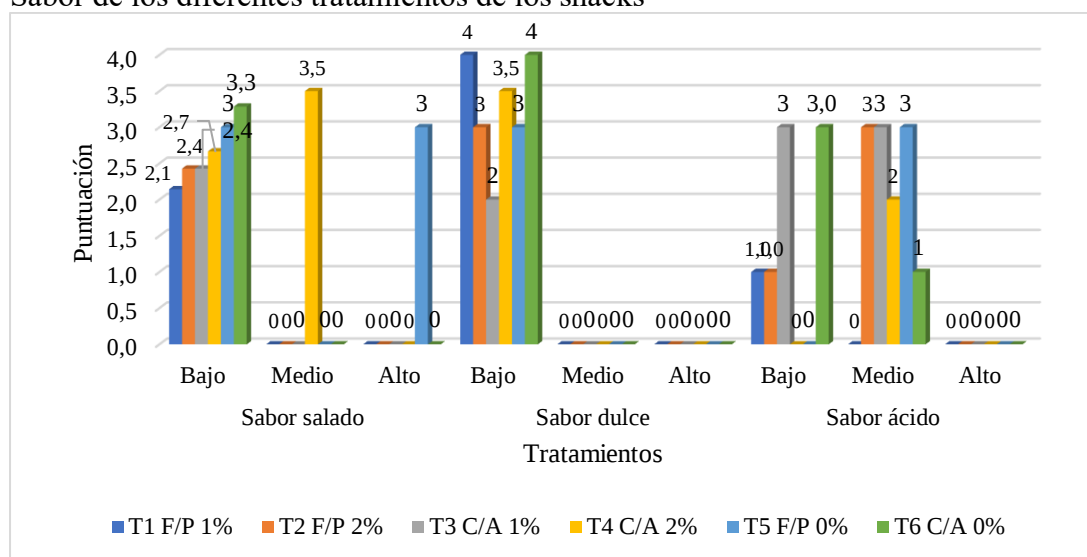


Respecto al análisis del atributo olor, se observó que los tratamientos T1, T2 y T3, que contenían antioxidante (1% y 2%), presentaron notas aromáticas más agradables dulzor, especialmente en T1, que obtuvo la mayor valoración en olor dulce (4,0). En cambio, los tratamientos T4, T5 y T6 mostraron un incremento en percepciones de olor rancio, con T6 alcanzando la puntuación más alta en esta categoría (3,5), y ausencia total de aroma dulce. Esto sugiere que la presencia de ácido cítrico ayudó a preservar el perfil aromático deseado, mientras que su ausencia, especialmente en combinación con la cocción por aire (como en T4 y T6), favoreció la aparición de olores desagradables. Por tanto, la combinación de cocción profunda y antioxidante fue más efectiva para mantener la calidad sensorial del producto.

Sabor

La figura 8 presenta los resultados del análisis sensorial respecto al sabor de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 8.
Sabor de los diferentes tratamientos de los snacks

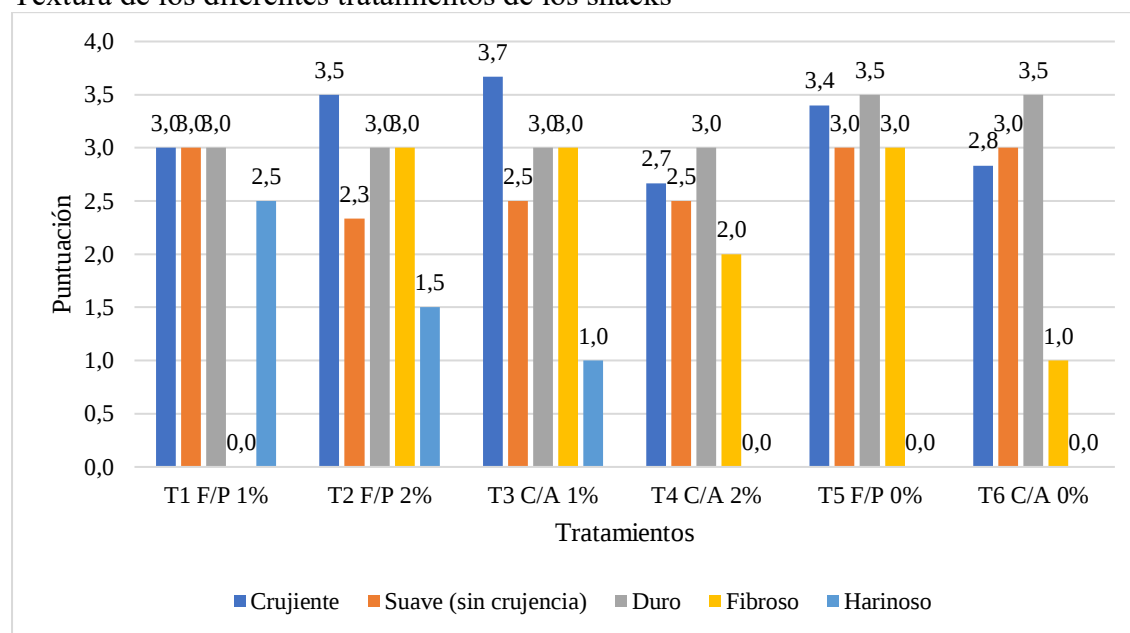


Estos resultados sugieren que el ácido cítrico podría estar modulando o disminuyendo la percepción del sabor salado en el producto, posiblemente por su efecto ácido que puede contrarrestar la sensación salina. En general, las valoraciones del sabor dulce fueron bajas en todos los tratamientos, indicando que este atributo no fue predominante en el producto. En cuanto al sabor ácido, los tratamientos con mayor concentración de ácido cítrico (T2 y T3) presentaron una percepción más marcada, especialmente T3, lo que confirma el efecto sensorial directo del antioxidante, en particular en los snacks cocidos por aire. Por otro lado, los tratamientos sin ácido cítrico (T5 y T6) obtuvieron las puntuaciones más altas en sabor salado, mientras que aquellos con ácido cítrico (T1–T4) mostraron menor intensidad. Esto sugiere que el ácido cítrico reduce la percepción del sabor salado, posiblemente debido a su efecto acidificante que modula la sensación gustativa del producto.

Textura

La figura 9 presenta los resultados del análisis sensorial respecto a la textura de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 9.
Textura de los diferentes tratamientos de los snacks

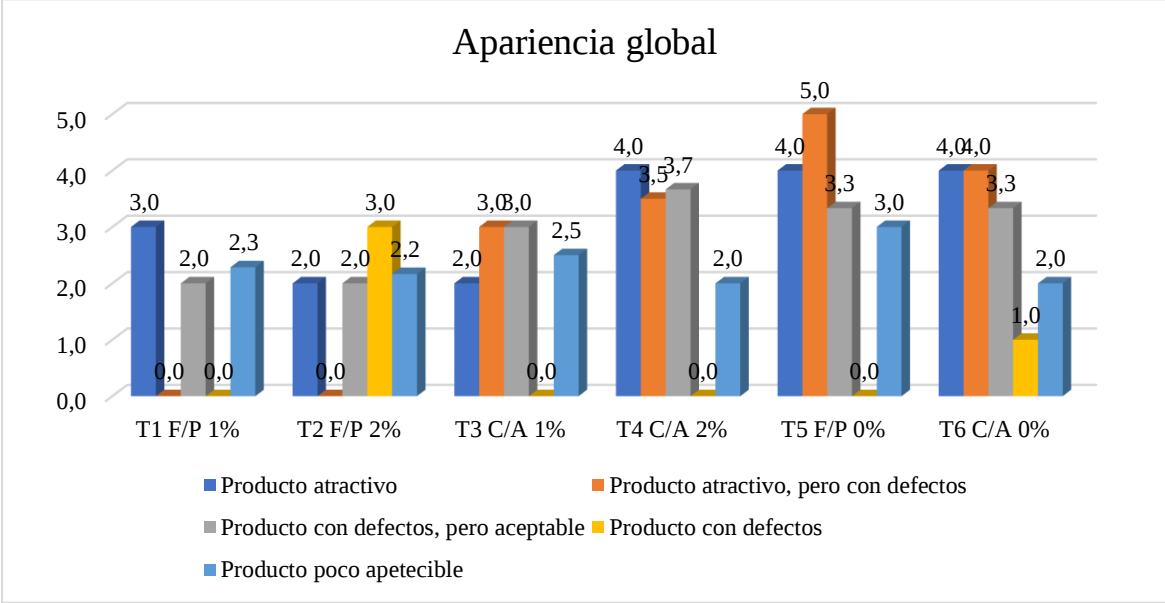


En la evaluación de los tratamientos, se observó que los productos con antioxidante (T1, T2 y T3) presentaron mejores características crujientes, especialmente T3, que alcanzó la valoración más alta en este aspecto (3,7), junto con menor presencia de sensaciones harinosas. En contraste, los tratamientos sin antioxidante (T5 y T6) mostraron mayor dureza y menos crujiente. Estos resultados indican que tanto la concentración de ácido cítrico como el tipo de cocción afectan directamente la percepción de textura, siendo la cocción por aire con antioxidante (como en T3) más favorable para lograr un equilibrio entre crujencia y suavidad.

Apariencia global

La figura 10 presenta los resultados del análisis sensorial respecto a la apariencia global de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción y concentraciones de antioxidante (ácido cítrico).

Figura 10.
Apariencia global de los diferentes tratamientos de los snacks



El análisis de la percepción visual del producto evidenció diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos T4, T5 y T6 obtuvieron las mejores valoraciones en apariencia general, destacando T5 con la puntuación máxima de 5,0, lo que refleja una alta aceptación visual. En cambio, T1 y T2 recibieron calificaciones más bajas, asociadas a una apariencia menos atractiva o con defectos visibles, mientras que T3 presentó una aceptación intermedia. En conjunto, los resultados indican que tanto la formulación como el tipo de cocción influyen directamente en la apariencia y aceptación visual del snack, aspectos determinantes para su potencial comercial.

Análisis de rendimiento

La tabla 2 presenta los resultados del análisis del rendimiento de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción.

Tabla 2
Rendimiento del snack de plátano verde

Tipo de cocción	Peso inicial	Peso snack obtenido (kg)	Rendimiento (%)
Cocción por aire	4,5	1,05	23,33%
Cocción por fritura profunda	4,5	1,23	27,33%

Los resultados obtenidos en la Tabla 2 muestran diferencias claras en el rendimiento de los snacks de plátano verde según el tipo de cocción empleado. Para ambos tratamientos se utilizó un peso inicial constante de 4,5 kg, donde el tratamiento con cocción por fritura profunda alcanzó un rendimiento del 27,33 %, mientras que el tratamiento mediante cocción por aire obtuvo un rendimiento del 23,33 %. Esta diferencia del 4 % puede atribuirse principalmente a la naturaleza del proceso térmico, debido a que el método de fritura profunda implica la inmersión del alimento en aceite a altas temperaturas, esto favorece una rápida deshidratación superficial que ayuda a retener parte de la masa interna del producto. Además, el producto frito absorbe parte del aceite, lo cual incrementa ligeramente su peso final, contribuyendo al mayor rendimiento registrado.

Por otro lado, la cocción por aire, si bien es una alternativa más saludable por no requerir aceite, genera una pérdida más intensa de humedad sin compensación de ganancia por grasa, lo que se traduce en un menor rendimiento en términos de peso. Sin embargo, este resultado no desvaloriza el método, ya que puede representar ventajas desde el punto de vista nutricional, sensorial y de vida útil del producto.

Costos de producción

La tabla 3 presenta los resultados del análisis de costos de los snacks tratados con diferentes tipos de cocción.

Tabla 3
Costos de producción

Costos por el método de cocción por aire			
Insumo	Costo unitario	Cantidad usada	Costo total
Plátano verde	\$ 7,00	1	\$ 4,00
Sal	\$ 1,00	0,5	\$ 0,50
Ácido cítrico	\$ 2,50	0,5	\$ 1,25
Bidón de agua	\$ 1,00	0,5	\$ 0,50
Empaque (fundas plásticas)	\$ 0,20	4	\$ 0,80
Costos de electricidad	\$ 0,15	8 h	\$ 1,20
Total			\$ 8,25
Mano de obra 10%			\$ 0,825
Depreciación de equipos 5%			\$ 0,412
Total, costos directos + costos indirectos			\$ 9,467
Cálculo de ingresos			
Fundas producidas			4

Costo de inversión por funda	\$	2,37	
Precio de venta sugerido 30%	\$	3,07	
Ingreso total	\$	12,28	
Ganancia Neta	\$	2,813	
Costos por el método fritura profunda			
Insumo	Costo unitario	Cantidad usada	Costo total
Plátano verde	\$ 7,00	1	\$ 4,00
Sal	\$ 1,00	0,5	\$ 0,50
Ácido cítrico	\$ 2,50	0,5	\$ 1,25
Bidón de agua	\$ 1,00	0,5	\$ 0,50
Empaque (fundas plásticas)	\$ 0,20	5	\$ 1,00
Aceite	\$ 2,25	1L	\$ 2,25
Total			\$ 9,50
Mano de obra 10%			\$ 0,95
Depreciación de equipos 5%			\$ 0,475
Total, costos directos + costos indirectos			\$ 10,93
Cálculo de ingresos			
Fundas producidas			5
Costo de inversión por funda	\$	2,18	
Precio de venta sugerido	\$	2,84	
Ingreso total	\$	14,17	
Ganancia Neta	\$	3,24	

La producción artesanal de snacks de plátano cocidos por aire permitió elaborar 4 fundas de 250 g con un costo de \$2,37 por unidad, mientras que la fritura profunda tuvo un costo de \$2,18 por funda. Aplicando una utilidad del 30 %, los precios sugeridos serían \$3,07 y \$2,84, respectivamente, valores competitivos frente al snack comercial de fritura profunda de 250 g “Lo Nuestro” (\$3,10). Comparando con la marca LIV Nutrición (freidora por aire, 150 g a \$2,32) el producto local resulta más económico (\$1,23 por 100 g frente a \$1,55 por 100 g), mostrando rentabilidad y competitividad en el mercado nacional. Además, frente a snacks saludables internacionales como Yupik Chips (EE. UU., \$3,37 por 100 g), el snack de plátano cocido al aire local (\$1,23 por 100 g) representa una opción accesible y con potencial de exportación. La producción a mayor escala podría optimizar recursos, reducir costos unitarios y mejorar la rentabilidad.

Discusión

Los resultados obtenidos en el análisis del pH evidenciaron que la adición de ácido cítrico tuvo un efecto acidificante progresivo sobre los snacks de plátano barraganete, comportamiento que coincidió con lo reportado por Soorianathasundaram y Narayana (2016)

en chips de banana, quienes registraron valores similares ($\text{pH} \approx 4,2$). Este descenso fue más marcado en la cocción por aire, alcanzando un valor mínimo de 3,90 con 2 % de ácido cítrico, mientras que los productos fritos presentaron un pH de 4,20 en la misma concentración. Estos resultados confirman que el ácido cítrico no solo mejora la estabilidad fisicoquímica del producto, sino que también contribuye a su inocuidad, al mantener el pH por debajo de 4,6, umbral recomendado por Basilio (2015) para prevenir el crecimiento de microorganismos patógenos como *Clostridium botulinum*. Además, la interacción significativa entre el tipo de cocción y la concentración del antioxidante ($p < 0,0001$) sugiere que la eficacia del ácido cítrico depende del método térmico aplicado, destacándose la cocción por aire como la más eficiente para lograr un pH estable y seguro.

En cuanto al contenido de humedad, se observó una disminución progresiva conforme aumentó la concentración de ácido cítrico, siendo más notoria en los snacks elaborados por cocción por aire, donde se obtuvo el valor más bajo (4,6 %), cumpliendo con el límite máximo establecido por la norma INEN 2561 (2010). En contraste, los snacks fritos superaron el 10 % de humedad en todos los tratamientos, lo que podría comprometer su estabilidad microbiológica y textura. Estos resultados se asemejan a los reportados por Mora (2020), quien registró 5,96 % de humedad en chifles con cúrcuma, destacando que los antioxidantes naturales, además de mejorar el perfil nutricional, influyen en las propiedades tecnológicas del producto. En este contexto, la combinación de ácido cítrico y cocción por aire se presenta como una alternativa eficiente para reducir la humedad y optimizar la textura crujiente, extendiendo la vida útil del snack.

El análisis de grasa mostró que el tipo de cocción fue el factor determinante, con diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$). Los snacks elaborados mediante fritura profunda presentaron un contenido graso de hasta 21,40 %, mientras que los sometidos a cocción por aire alcanzaron valores entre 1,60 % y 2,00 %, muy por debajo del límite máximo

del 40 % establecido por la norma INEN 2561 (2010). Estos resultados confirman que la cocción por aire constituye una opción tecnológica más saludable, al reducir de manera sustancial la absorción de aceite sin comprometer la calidad sensorial del producto. Este hallazgo concuerda con investigaciones previas que destacan la ventaja de las tecnologías de cocción sin aceite para el desarrollo de snacks de bajo contenido graso y mayor aceptación por parte de consumidores preocupados por su salud.

Respecto al contenido de ceniza, se evidenció que la concentración de ácido cítrico influyó significativamente en los snacks elaborados por aire, incrementando los niveles minerales del producto final. La interacción significativa entre la cocción y el antioxidante ($p < 0,0001$) indica que la retención de minerales depende del método térmico. Resultados similares fueron reportados por Mora (2020), quien obtuvo 2,16 % de cenizas en chifles adicionados con cúrcuma, confirmando que la formulación y las condiciones de procesamiento influyen directamente en la composición mineral. Estos hallazgos sugieren que el uso de ácido cítrico no solo actúa como conservante, sino que puede favorecer la retención de minerales, contribuyendo al valor nutricional del snack.

Pineda (2021), quien indicó que un adecuado control de temperatura y tiempo de fritura favorece el color y la aceptación visual. En cuanto al olor, los tratamientos con ácido cítrico mostraron notas aromáticas más frescas, mientras que su ausencia promovió olores rancios, posiblemente por oxidación de lípidos, como advierte Muñoz (2022). En términos de sabor, el ácido cítrico moduló la percepción salada, reduciendo su intensidad y aportando matices ácidos apreciables en los tratamientos con mayor concentración. Además, los productos elaborados con antioxidante (especialmente T3) presentaron una mejor textura crujiente, coincidiendo con lo señalado por Basilio (2015), quien asoció la crujencia con la adecuada deshidratación del plátano verde durante la fritura.

Conclusiones

La elaboración de snacks de plátano utilizando diferentes concentraciones de ácido cítrico (0%, 1% y 2%) mediante fritura profunda o cocción por aire demostró ser técnicamente factible, permitiendo establecer un proceso estandarizado y replicable desde la recepción de la materia prima hasta el empaque final. La incorporación del ácido cítrico fue sencilla y no alteró el flujo operativo, mientras que ambas técnicas de cocción resultaron compatibles con el producto, facilitando su transformación eficiente. Además, este enfoque promovió el aprovechamiento de recursos agrícolas subutilizados, fomentando prácticas sostenibles.

La caracterización fisicoquímica evidenció que tanto el tipo de cocción como la concentración de ácido cítrico influyen significativamente en la calidad del snack. El tratamiento T4 (cocción por aire con 2% de ácido cítrico) presentó un pH de 3,90, humedad de 4,6%, bajo contenido de grasa (1,60%) y mayor contenido de cenizas, lo que indica un producto seguro, saludable y con mejor conservación de minerales. Estos resultados destacan la efectividad de combinar antioxidantes naturales con cocción por aire para obtener snacks nutritivos y funcionales a partir de plátano de rechazo.

En la evaluación sensorial, el tratamiento T3 (cocción por aire con 1% de ácido cítrico) mostró el mejor equilibrio entre textura crujiente, sabor ácido moderado y color, siendo el más aceptado por los panelistas. Aunque algunos tratamientos sobresalieron en atributos específicos como apariencia o aroma, T3 presentó una combinación general favorable, confirmando que la incorporación de antioxidante y el uso de cocción por aire mejoran la experiencia del consumidor y aportan valor a un producto saludable y atractivo.

El análisis de rendimiento y costos evidenció que la fritura profunda genera mayor rendimiento (27,33%) en comparación con la cocción por aire (23,33%) debido a la absorción de aceite. Sin embargo, la cocción por aire resulta más saludable y presenta costos por funda similares (\$2,18–\$2,37), con precios de venta sugeridos que permiten un margen del 30%. A

pesar de haberse desarrollado a pequeña escala, el producto demuestra competitividad frente a marcas locales e internacionales y ofrece una oportunidad de escalamiento y exportación gracias a su bajo costo y enfoque saludable.

Referencias bibliográficas

- Acosta, B. (2024). 10 TIPOS de PLÁTANOS - Nombres, Características y Fotos. . *ecologiaverde.com*. , <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-platanos-2686.html>.
- Agropecuarias, I. N. A. de I., & Tecnología, S. D. (2011). *Cultivo de plátano en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4154>
- Ajila et al. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), Article 1.
- Almonte, A. (2019). Proceso de Producción de Snacks de Plátano Verde | PDF | Papel | Alimentos. . Scribd. <https://es.scribd.com/presentation/452383128/Proceso-de-produccion-de-snacks-de-platano-verde-pptx>.
- Alvarado, S. (2018). Diseño de una planta para la producción de snacks a base de cereales andinos para su comercialización en la ciudad de Cuenca.
- Arichábala, & Mora. (2022). Estandarización de materia prima y etapas de una línea de producción de bocaditos fritos de plátano. . *Previo a la obtención del Título de: Ingeniero en Alimentos*.
- Basilio, J. (2015). Predicción de la vida útil de chifles de plátanos (*Musa paradisiaca*) mediante modelos matemáticos. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1863>.
- Canto-Pinto, J. C., Farfán-Coox, A., Moo-Huchin, V. M., Betancur-Ancona, D. A., Cruz, I. E. R. de la, Estrada-León, R. J., & Cuevas-Glory, L. F. (2024). Propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de botanas de maíz con *Brosimum alicastrum* y su almacenamiento. *CIENCIA ergo-sum*, 32. <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a20>
- Carrión, N. (2017). Snack de plátano. . *Universidad San Ignacio de Loyola*, <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/9bfc8b3d-8010-4e45-a046->.
- Cedeño. (2012). *Banano, plátano y otras musáceas* – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Cedeño Zambrano, J. R.-F.-M. (2021). Fertilización Fertilización con magnesio en plátano Barraganete (*Musa AAB*) Ecuador. *La Granja*.
- Chávez et al. (2020). Gestión del conocimiento, capital intelectual e innovación de la

- producción del chifle de plátano (MUSA AAB). *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.537>.
- Codex Alimentarius. (2025). *Codex Alimentarius Commission Procedural Manual*. FAO; WHO; <https://doi.org/10.4060/cd4216en>
- Díaz-Cárdenas, X. J.-P.-S.-C.-P.-S. (2022). Optimización del proceso de elaboración de snacks de yuca en una empresa alimenticia ecuatoriana. . *Ingeniería Industrial*.
- García, Y. E. V. (2018). OBTENCIÓN DE PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO A PARTIR DE BANANO DE RECHAZO EN EL CONTEXTO ECUATORIANO.
- Guevara, C. A. (2012). Obtención de Etanol y Biogás a Partir de Banano de Rechazo. . *Información tecnológica*, 23(2), 19-30. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000200004>.
- INEN, 2. (2010). Instituto Ecuatoriano de Normalización: Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 2 561:2010 Snacks requerimientos. *INEN*.
- Informe-sector-bananero-español* (2017). Recuperado 25 de mayo de 2025, de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-espa%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- López, & Montaña. (s.f.). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). 2014, https://www.researchgate.net/publication/348975625_Propiedades_funcionales_del_platano_Musa_sp.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Ministerio de Agricultura y Ganadería establece el precio mínimo de sustentación del banano en USD \$6.25 para 2022 –* . Obtenido de Recuperado 25 de mayo de 2025 <https://www.agricultura.gob.ec/ministerio-de-agricultura>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. . (2020). El 2020 marcó el norte para el sector agropecuario ecuatoriano – . *Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado 26 de mayo de 2025*, <https://www.agricultura.gob.ec/el-2020-marco-el-norte-para-el-sector-agropecuario-ecuatoriano/>.
- Mora, J. (2020). ELABORACIÓN DE CHIFLES DE PLÁTANO VERDE (Musa paradisiaca) ENRIQUECIDOS CON POLVO DE CÚRCUMA (Curcuma longa) COMO INGREDIENTE ANTIOXIDANTE. 17-23.
- Morales et al. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of business and entrepreneurial studie*., 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>
- Muñoz, R. (2022). Efectos del secado y fritura en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (Solanum tuberosum) variedad Canchán. *Universidad Nacional de Cajamarca* , <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5156>.
- Nieto, J., & Solorzano, S. (2012). Banano rechazado para exportación en Ecuador: Propuesta

- de creación de valor para lograr su introducción al mercado internacional. *Universidad Salesiana*, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2840>.
- Paucara Ramos, R. I. (2021). Estudio del proceso de freído de queso tipo paria asistido por el método con aire caliente. *Revista Científica I + D Aswan Science*, 1(2), 6-10.
- Pineda, Y. (2021). INFLUENCIA DE PRETRATAMIENTOS SOBRE LA REDUCCIÓN DE ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE FRITURA DE HOJUELAS DE PAPA (VARIEDAD DIACOL CAPIRO). *UTADEO Trabajo de investigación para optar al título de Maestría en Ingeniería de procesos y sistemas industriales*.
- Ramos, P. (2021). Estudio del proceso de freído de queso tipo paria asistido por el método con aire caliente. . *Revista Científica I + D Aswan Science*,, 1(2), 6-10.
- Romero, R., & Enriquez, E. (2024). Estandarización y proceso de producción de snacks tipo chips (papas y chifles) en la asociación de no videntes y baja visión de Cotopaxi (ANOVIC). *RECIMUNDO*, 8(Especial), 126–140., [10.26820/recimundo/8.\(especial\).octubre.2024.126-140](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(especial).octubre.2024.126-140).
- Sarkar, S., Akhter, S., & Wazed, A. (2025). Prevención del pardeamiento enzimático de plátanos verdes recién cortados mediante inmersión en agua normal, jugo de limón y agua de coco. *Ciencia de los alimentos y nutrición*, <https://doi.org/10.1002/fsn3.4284> .
- Soorianathasundaram, & Narayana. (2016). Banana Chips. *Agricultural and Biological Sciences*, Pages 320-327 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00054-4>.
- Troya, T. T., Cedeño, V., & Mejía, L. (2022). Preferencia de snack de plátano Musa SP en el cantón El Carmen, Ecuador. *RECIMUNDO*,, 6(4), 616–624. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(4\).octubre.2022.616-624](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(4).octubre.2022.616-624).
- Velasteguí, H. (2018). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. . 3(2), 506-525. <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.2.esp.506-525>.
- Vera, R. J., Cortés, N. G., & Luna-Jiménez, A. L. (2025). Calidad de alimentos procesados en freidora de aire. *Journal of Behavior and Feeding*, 4(8), Article 8. <https://doi.org/10.32870/jbf.v4i8.68>
- Xiaotian Zhang. (2020). Recent developments in frying technologies applied to fresh foods | Request PDF. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.007>
- Zaghi. (2024). Frying Process: From Conventional to Air Frying Technology. Taylor y Francis . *Reseñas de alimentos internacionales*, 35(2):1-15. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600541>.