

Incorporación del mucilago de cacao (*Theobroma Cacao*) en donas como estrategia de valorización de subproductos

Incorporation of cocoa mucilage (*Theobroma Cacao*) in doughnuts as a strategy for the valorization of this by-product

Joselyn Celena Herrera Vera, Medina Medina Emily Tahiri

DIMENSIÓN CIENTÍFICA

Enero - junio, V<sup>7</sup>-N<sup>1</sup>; 2026

Recibido: 25-01-2026

Aceptado: 02-02-2026

Publicado: 30-06-2026

PAIS

- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador
- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsachila
- Instituto Superior Tecnológico Tsachila

CORREO:

✉ [joselynherreravera@tsachila.edu.ec](mailto:joselynherreravera@tsachila.edu.ec)

✉ [emilymedinamedina@tsachila.edu.ec](mailto:emilymedinamedina@tsachila.edu.ec)

ORCID:

🌐 <https://orcid.org/0009-0002-8728-3789>

🌐 <https://orcid.org/0009-0003-5412-3014>

FORMATO DE CITA APA.

Herrera, J. & Medina, E. (2026). *Incorporación Del Mucilago De Cacao (Theobroma Cacao) En Donas Como Estrategia De Valorización De Subproductos*. Revista G-ner@ndo, V<sup>7</sup> (N<sup>1</sup>). p. 1261 -- 1280.

Resumen

La industria cacaotera en Ecuador genera volúmenes significativos de subproductos, destacándose el mucilago de cacao como un residuo con elevado potencial nutricional que generalmente es desechado. La presente investigación evaluó el efecto de la incorporación del mucilago de cacao en la elaboración de donas como una estrategia de valorización de este subproducto, analizando sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y bromatológicas. Se empleó una metodología experimental con un diseño completamente al azar, donde se formularon cinco tratamientos con diferentes niveles de sustitución de leche por mucilago: T1 (0%), T2 (25%), T3 (50%), T4 (75%) y T5 (100%). Se realizaron análisis técnicos de pH, sólidos solubles (°Brix) y acidez, además de una evaluación sensorial mediante una prueba de aceptabilidad con una escala hedónica aplicada a un panel de catadores. Los resultados determinaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de acidez y °Brix entre los tratamientos evaluados, manteniendo la estabilidad del producto. No obstante, el análisis sensorial identificó al tratamiento T5 (100% de sustitución) como el de mayor aceptación global, destacando por sus atributos superiores en aroma, sabor y textura. Se concluyó que el mucilago de cacao constituye un ingrediente funcional viable que mejora la palatabilidad de las donas y permite el aprovechamiento integral del fruto. Esta propuesta técnica promueve la sostenibilidad y la economía circular, transformando un residuo ambiental en una materia prima con valor agregado para la industria alimentaria.

**Palabras clave:** Mucilago de cacao, donas, valorización, agroindustria, subproducto

Abstract

The Ecuadorian cocoa industry generates substantial volumes of by-products, particularly cocoa mucilage, a residue with high nutritional potential that is typically discarded. This study evaluated the effect of incorporating cocoa mucilage into donut formulations as a strategy for the valorization of this by-product, through the analysis of physicochemical, sensory, and bromatological properties. An experimental methodology was applied using a completely randomized design with five treatments formulated by substituting milk with cocoa mucilage at different levels: T1 (0%), T2 (25%), T3 (50%), T4 (75%), and T5 (100%). Physicochemical analyses of pH, soluble solids (°Brix), and titratable acidity were conducted, along with sensory evaluation using a hedonic acceptability test applied to a tasting panel. The results indicated no statistically significant differences among treatments in acidity and °Brix values, suggesting adequate physicochemical stability. Sensory analysis identified treatment T5 (100% substitution) as achieving the highest overall acceptability, particularly in aroma, flavor, and texture. In conclusion, cocoa mucilage represents a viable functional ingredient that enhances donut palatability while enabling the integral utilization of cocoa fruit. This approach contributes to sustainability and the promotion of a circular economy by converting an agro-industrial by-product into a value-added raw material for the food industry.

Keywords: Cocoa mucilage, doughnuts, valorization, Agro-industry, by-product,

## Introducción

Según Rodríguez Campos (2019), la pulpa o “baba” del fruto del cacao (*Theobroma cacao*), constituye una membrana viscosa, dulce y ácida que rodea las semillas. Mientras que Márquez & Salazar (2015) mencionan en su tesis, que dicho mucílago contiene de 10 a 15% de azúcares, el 1% de pectinas, 1,5% de ácido cítrico, y compuestos bioactivos, además de tener un delicioso sabor tropical. El mucílago de cacao tiene un uso limitado durante la fermentación de las semillas, tradicionalmente, este material es considerado un residuo de la fermentación de los granos, por esta razón grandes volúmenes de este subproducto son descartados en los procesos de producción de chocolate, generando afecciones ambientales importantes, debido a que la industria cacaotera sólo aprovecha las semillas, que representarían apenas un 10 % del fruto fresco, el resto, se le considera como parte de los residuos generados, (Arrunátegui Jácome, 2023).

La gestión de los residuos en el cultivo de cacao es un desafío crítico para el sector agrícola, ya que el mucílago suele ser descartado, provocando una degradación ambiental innecesaria. La integración de este fluido en procesos industriales no solo disminuye la huella ecológica, sino que impulsa un modelo de bioeconomía circular. Según Vásquez-Vivas (2022), la recuperación de estos subproductos permite optimizar los recursos naturales y generar materias primas innovadoras que benefician tanto al productor como al medio ambiente.

Desde la perspectiva de la nutrición funcional, el mucílago de cacao destaca por su aporte de fibra soluble y metabolitos secundarios con alta capacidad antioxidante. Su inclusión en la dieta ayuda a fortalecer la salud intestinal y a reducir los picos glucémicos, ofreciendo una protección natural contra enfermedades metabólicas. Tal como explican Cevallos y Casazza (2021), estas propiedades convierten al mucílago en un ingrediente estratégico para transformar alimentos tradicionales en opciones con alta densidad nutricional y beneficios fisiológicos probados.

---

En el ámbito de la panificación técnica, la elaboración de donas enriquecidas con mucílago representa una evolución hacia la repostería de especialidad. Este ingrediente actúa como un agente humectante natural que mejora la estabilidad de la masa y prolonga la frescura de la miga, sin alterar la estructura clásica del producto frito. De acuerdo con Valenzuela-Serna et al. (2021), esta técnica permite diversificar la oferta comercial, logrando un equilibrio entre la palatabilidad del producto y las exigencias de un consumidor que prioriza ingredientes de origen natural y funcional.

A partir de estas consideraciones, la presente investigación planteó analizar el impacto del mucílago de cacao, sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y bromatológicas de un producto de panificación, como son las donas. Esta conjugación nos permitiría transformar un residuo agroindustrial en un recurso alimentario e innovar un producto popular, mejorando a la vez su aporte nutricional.

En Ecuador, el cacao es un cultivo emblemático que representa una fuente significativa de ingresos para miles de familias rurales. Sin embargo, durante su procesamiento se generan subproductos como el mucílago, que es una pulpa blanca y viscosa que rodea las semillas. Además, es rico en azúcares fermentables, fibra y compuestos bioactivos. Suele ser desechado, representando una oportunidad de pérdida desde el punto de vista nutricional como económico (Henao & Quevedo , 2017).

Según Cortez y Oleas (2023), nos dicen que el desperdicio de mucílago de cacao supera los 70 litros, lo que no solo representa una pérdida de materia prima, sino también un foco de contaminación para los ecosistemas locales, la falta de conocimiento y conciencia entre los productores sobre el valor del mucílago contribuye a su subutilización, es esencial implementar estrategias de valorización del mucílago en la agroindustria cacaotera ecuatoriana, no solo para mitigar los impactos negativos, sino también para potenciar la sustentabilidad y la competitividad del sector (Vera & Alvarez,, 2018).

---

El mucílago tiene potencial edulcorante, debido a su alto contenido de azúcares, que incluye glucosa, fructosa y sacarosa, según Vera, Vasquez, et. al. (2023), esta fruta sirve como materia prima en la industria alimentaria. El cacao se deshidrata mediante técnicas como la liofilización que permite conservar sus propiedades y facilitar su incorporación en diversas formulaciones alimentarias como jaleas, mermeladas y producción de alcohol, ofreciendo una alternativa más saludable frente al uso de azúcares refinados (Vera-Chang & Vásquez-Cortez, 2023).

De acuerdo con Cortez, L. & Oleas, M. (2023), indican que en la agroindustria del cacao en Ecuador el mucílago representa entre el 52% y el 70% del peso total de la fruta, y su manejo inadecuado puede generar impactos ambientales y económicos significativos. Desde el punto de vista ambiental, el desecho sin tratamiento del mucílago contribuye a la contaminación de suelos y cuerpos de agua debido a su alta carga orgánica, además de generar emisiones de gases de efecto invernadero y malos olores por su descomposición anaerobia. Económicamente, la falta de aprovechamiento de este subproducto implica una pérdida de materia prima valiosa y genera costos adicionales para su disposición final. Es esencial implementar estrategias de valorización del mucílago en la agroindustria cacaotera ecuatoriana no es solo para mitigar los impactos negativos, sino también para potenciar la sostenibilidad y la competitividad del sector.

En Ecuador no existe un uso industrial adicional para el mucílago de cacao, por lo cual, estudiar sus características fisicoquímicas servirían para conocer sus propiedades y los posibles usos de este subproducto que le darán un valor agregado al productor. Lamentablemente en nuestro país hace falta mucha información relevante acerca de este producto, según Arteaga (2017), verificó que los productos más saludables y naturales impulsan la demanda de alternativas como el aprovechamiento del mucílago de cacao.

En relación con esto la presente investigación busca evaluar el potencial del adicionamiento del mucílago de cacao (*Teobroma cacao*) y su incorporación en donas,

---

Obtuvimos así un subproducto agroindustrial que aporta al diseño de alternativas innovadoras y sostenibles en el sector alimentario del país.

### **Métodos y Materiales**

Esta fase metodológica se basa en la recopilación de datos primarios directamente en el entorno real donde se origina la materia prima y se proyecta el mercado objetivo. El enfoque principal consiste en el estudio del manejo inicial del mucílago de cacao proveniente de la variedad CCN-51, para lo cual se realizaron visitas técnicas a fincas y plantas de beneficio con el fin de observar y comprender el proceso de extracción, asegurando la calidad y el rendimiento del subproducto antes de su incorporación en la masa de las donas.

Para complementar esta etapa, se aplicará una evaluación sensorial a través de una prueba hedónica dirigida a un panel seleccionado, con el objetivo de determinar la aceptabilidad y el aprovechamiento potencial de este insumo. El proceso iniciará con la preparación estandarizada de las muestras de donas sustituyendo la leche por mucílago en diferentes proporciones según el diseño experimental, las cuales serán evaluadas por los participantes. En este estudio se analizarán atributos críticos como color, aroma, textura y perfil de sabor, evitando limitar la encuesta únicamente al grado de dulzor; de esta manera, se logra una caracterización integral de la percepción del consumidor hacia el producto horneado final.

Se desarrolló a través de la revisión sistemática y el análisis de literatura especializada, incluyendo artículos científicos, tesis, informes técnicos y bibliografía relevante sobre el aprovechamiento del mucílago de cacao. El objetivo es recopilar información sobre la composición química y nutricional de este subproducto, enfocándose en parámetros como el perfil de azúcares, ácidos orgánicos, minerales, pH y grados °Brix, así como su comportamiento funcional al ser integrado en matrices alimentarias.

A través de esta revisión, se busca identificar los métodos óptimos para el uso inmediato del mucílago fresco en formulaciones de panificación, garantizando que sus propiedades

---

organolépticas se mantengan estables. Asimismo, se realiza un estudio exhaustivo de la normativa técnica ecuatoriana, específicamente las normas INEN como la NTE INEN 706, que regulan la calidad de productos horneados. Este análisis normativo permite contrastar parámetros críticos como el pH, la acidez titulable y el porcentaje de humedad, el cual se sitúa en 24,57% para el mucílago y 21,56% para el testigo, además de los requisitos microbiológicos vigentes.

Finalmente, el estudio de investigaciones previas sobre la incorporación de este insumo permite comprender cómo su elevado contenido de agua y carbohidratos disponibles (61,75% ELNN) influye en la reología de la masa, el volumen específico y la vida útil del producto final. Esta base teórica es fundamental para el diseño experimental y la estandarización de las cinco formulaciones propuestas en este proyecto.

En la fase experimental. Se llevará a cabo la prueba de laboratorio y la formulación del producto final, aplicando los conocimientos obtenidos en las fases anteriores en la obtención, caracterización y estabilización del mucílago de cacao fresco. Determinaremos las propiedades fisicoquímicas iniciales del mucílago, tales como grados °Brix, pH y azúcares totales y reductores, para asegurar su calidad antes de la incorporación. Posteriormente, se realizará la evaluación sensorial (aceptabilidad y preferencia) de las donas, utilizando una escala hedónica para evaluar el sabor, color,

olor, textura y aceptabilidad general de las formulaciones que contienen la adición del mucílago, y así identificar la formulación con la mayor preferencia.

El análisis fisicoquímico del producto final incluirá parámetros como: pH, acidez titulable, grados °Brix, humedad, color, volumen específico y perfil de textura (firmeza); y, crucialmente, se complementará con un análisis bromatológico para determinar la composición nutricional (proximal) de las formulaciones. Finalmente, utilizaremos los resultados fisicoquímicos y bromatológicos para evaluar el impacto nutricional y la estabilidad de las donas durante el período de investigación.

---

El tipo de investigación aplicado a esta investigación fue:

**Exploratoria:** Se buscaron estudios previos sobre el mucílago de cacao fresco y su efecto como ingrediente adicional en la formulación de productos alimenticios, Así como para establecer los parámetros de calidad y seguridad alimentaria que deben medirse en la elaboración de un producto como las donas (pH, °Brix, acidez titulable, análisis bromatológicos, etc).

**Descriptiva:** Caracterización fisicoquímica y sensorial del mucílago de cacao fresco y las donas formuladas con su incorporación. Realizar el análisis bromatológico y el análisis de estabilidad para describir los cambios en las propiedades de las donas a lo largo de tiempo de almacenamiento.

**Explicativa:** Esta fase se aplicó para determinar el efecto que tienen las diferentes concentraciones del mucílago fresco en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la dona. El análisis permite explicar por qué ciertas formulaciones resultan más aceptables, estableciendo la relación directa entre la adición del mucílago y la calidad final del producto. Asimismo, se busca comprender cómo la integración de este subproducto influye en la aceptabilidad detectada por los catadores en comparación con el tratamiento (T0).

Para esta investigación se utilizó mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) variedad CCN-51, el cual fue recolectado en condiciones óptimas de frescura, garantizando que cumpla con los parámetros adecuados para su incorporación en la mezcla de ingredientes.

Las mazorcas de cacao serán seleccionadas manualmente de la plantación, ubicada en la parroquia Moncaune, provincia de Esmeraldas, verificando que no presenten signos de deterioro o monilla. Posteriormente, las donas fueron evaluadas mediante un análisis sensorial, en el que participaron un panel de diez docentes con perfil profesional en Agroindustria y en Alimentos. Se cuentan este panel de evaluadores ya que los mismos, contarán con conocimientos básicos en análisis sensorial y experiencia relacionada con el procesamiento de alimentos, lo que permitirá obtener apreciaciones confiables sobre el color, olor, sabor y aceptabilidad general del producto final.

---

Se llevó a cabo de los cinco tratamientos propuestos, análisis fisicoquímicos de las donas incluyendo parámetros como el pH, °Brix, acidez y viscosidad, el propósito análisis sensorial al producto final, con el fin de valorar sus características de sabor, olor, color y textura.

Se estuvo utilizando una ficha de observación como herramienta para la recolección de datos durante el proceso de análisis fisicoquímicos de las donas. En esta ficha se registrarán los resultados obtenidos en cada medición, permitiendo llevar un control detallado de los cambios que representen en las distintas etapas del proceso de elaboración.

Sólidos solubles: Se realizó un panel de evaluadores ya que los mismos contarán con conocimientos básicos en análisis sensoriales y experiencias relacionadas con el procesamiento de alimentos, con la finalidad de identificar cuál es la formulación más aceptada de las donas.

Se maneja un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos y tres repeticiones para un total de 15 unidades experimentales. Los resultados de los tratamientos se utilizarán mediante un programa estadístico versión libre (InfoStat).

Para comparar los efectos de los niveles de sustitución, se aplicó ANOVA de una vía y una prueba de Tukey para diferencias significativas entre tratamientos.

## Análisis de Resultados

### Operacionalización de las variables

**Tabla 1:** Operaciones de variables independientes

<b>Variable independiente</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento.</b>
A: Porcentaje de adición del mucílago.	Se refiere a la proporción en que el mucílago de cacao es incorporado parcial o totalmente en la formulación de donas.	A1: Testigo A2: 25% A3: 50% A4: 75% A5: 100%	Balanza

**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

**Tabla 2:** Operaciones de variables independientes

<b>Variable dependiente</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
Análisis fisicoquímicos.	Corresponde a la evaluación de propiedades físicas y químicas del néctar endulzado a con el mucílago de cacao permiten determinar su calidad y estabilidad del proceso. (Escobar Osorio, 2019)	pH Sólidos Solubles Acidez Titulable (%)	Potenciómetro °Brixómetro Equipo de titulación
Características sensoriales.	Comprenden los atributos percibidos por los sentidos estas características determinarán la preferencia del consumidor y la calidad organoléptica del producto final. (García Ahued, 2007)	Color Olor Sabor Textura	Escala hedónica
Bromatológicos	Sirve para reportar el análisis proximal (cenizas, humedad, proteína, grasa, acidez y azúcares totales) del néctar, cumpliendo con el objetivo bromatológico). (Matute, 2025)	Grasa Ceniza Humedad	Soxhlet Mufla Horno de secado

**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

**Tabla 3:** Formulación de ingredientes

	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación 3</b>	<b>Formulación 4</b>	<b>Formulación 5</b>
	<b>gr/ml</b>	<b>gr/ml</b>	<b>gr/ml</b>	<b>gr/ml</b>	<b>gr/ml</b>
<b>INGREDIENTES</b>					
Harina todo uso	480	480	480	480	480
Fécula de maíz	70	70	70	70	70
Leche fría	210	157,5	105	52,5	0
Mucílago de cacao	0	52,5	105	157,5	210
Levadura instantánea	5	5	5	5	5
Sal	5	5	5	5	5
Huevo	75	75	75	75	75
Azúcar	75	75	75	75	75
Esencia de vainilla	10	10	10	10	10
Mantequilla sin sal	70	70	70	70	70
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

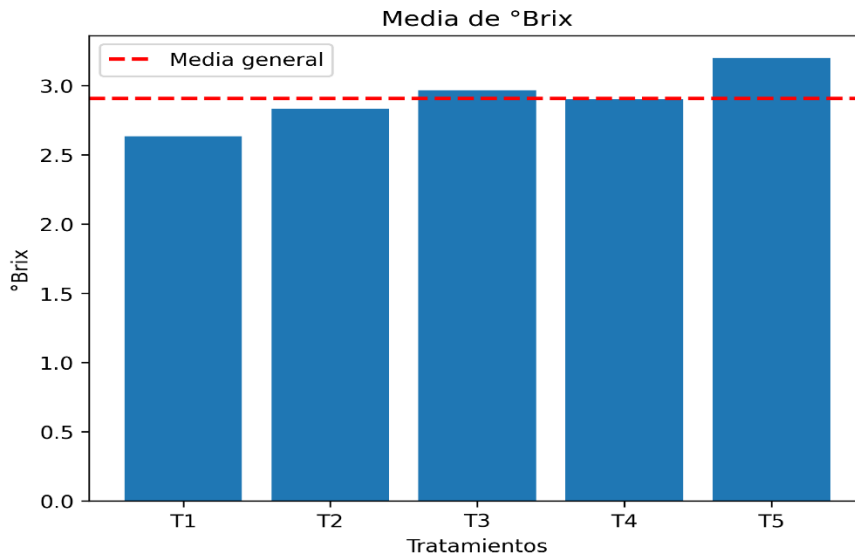
**Tabla 4.** Composición bromatológica de las muestras de dona (base húmeda y base seca)

Parámetros	Muestra testigo (T0) Base húmeda (%)	Muestra(T5) Base húmeda (%)	Muestra testigo (T0) Base seca (%)	Muestra(T5) Base seca (%)
<b>Humedad</b>	21,56	24,57		
<b>Proteína</b>	10,44	10,50	13,31	13,92
<b>Extracto etéreo (grasa)</b>	16,15	14,16	20,59	18,62
<b>Ceniza</b>	1,84	1,92	2,34	2,54
<b>Fibra</b>	1,73	2,39	2,20	3,17
<b>E.L.N.N (otros)</b>	48,29	46,58	61,56	61,75

Elaborado por: (Herrera & Medina, 2025)

### Análisis de grados Brix

**Figura 8.** Resultados del análisis de grados Brix



Elaborado por: (Herrera & Medina, 2025)

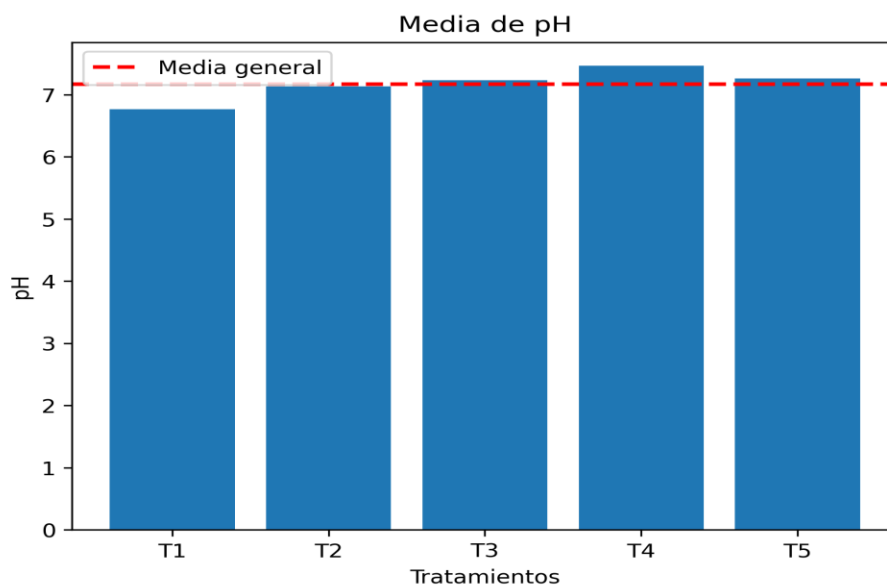
### Interpretación y discusión

Los resultados de °Brix evidencian diferencias moderadas entre los cinco tratamientos evaluados. Se aprecia que los tratamientos T4 y T5 alcanzan valores superiores al promedio general, lo que indica una mayor presencia de sólidos solubles en comparación con los demás tratamientos. En contraste, T1 y T2 presentan valores ligeramente inferiores a la media, reflejando una menor concentración de estos compuestos.

El tratamiento T3 se mantiene cercano al valor promedio, mostrando un comportamiento intermedio. Las variaciones observadas pueden atribuirse a las condiciones del proceso o a la formulación aplicada en cada tratamiento. En términos generales, los resultados sugieren que el producto conserva una composición relativamente uniforme, con incrementos puntuales en determinados tratamientos.

### Análisis de pH

**Figura 9.** Resultado de Análisis de pH



**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

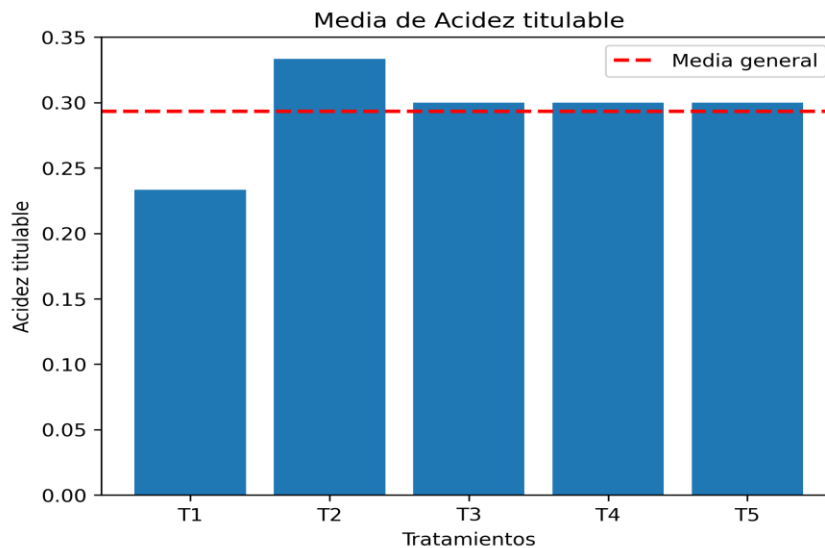
### Interpretación y discusión

En la figura de pH se observa que los valores obtenidos para los cinco tratamientos son similares, situándose próximos al promedio general. Esto indica que el pH del producto se mantiene estable a lo largo de los tratamientos evaluados. Los tratamientos T4 y T5 muestran valores ligeramente mayores, mientras que T1 registra el valor más bajo, sin que estas diferencias sean significativas.

El tratamiento T3 se encuentra muy próximo a la media, lo que sugiere un adecuado equilibrio del sistema. Estas variaciones leves pueden relacionarse con cambios en la formulación, sin comprometer la estabilidad del producto. Desde el punto de vista tecnológico, los resultados confirman que el proceso aplicado no genera alteraciones importantes en el pH.

### Análisis de Acidez titulable

**Figura 10.** Resultados de análisis de acidez titulable



**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

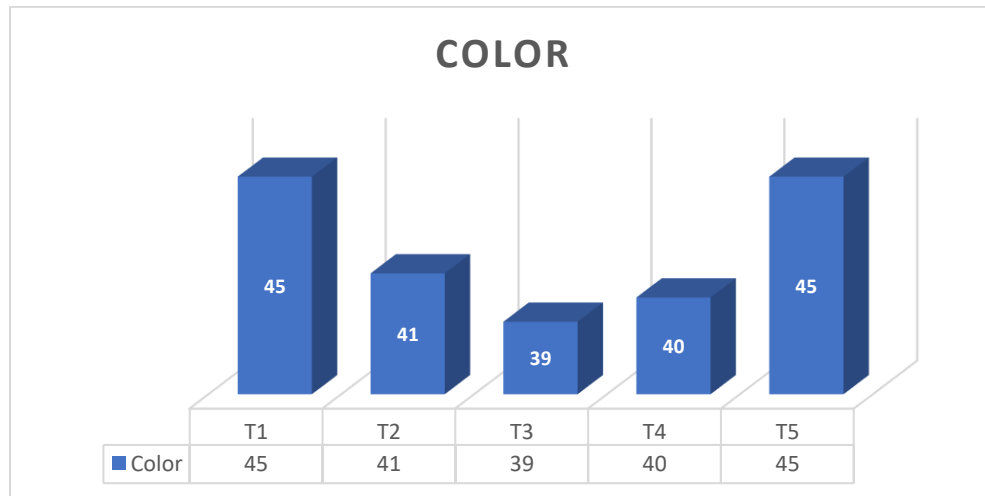
### Interpretación y discusión

El mucílago de cacao mantiene niveles estables y moderados (con valores que oscilan mayormente entre 0.2 y 0.4), lo cual indica un pH ligeramente ácido que es ideal para la elaboración de donas. Esta acidez natural es muy valiosa en la panificación, ya que ayuda a fortalecer la estructura del gluten, permitiendo que la masa retenga mejor los gases y las donas queden más esponjosas; además, un pH controlado contribuye a resaltar los sabores y actúa como un conservante natural que alarga la vida útil del producto. El tratamiento T2, al presentar una acidez un poco más alta en su base, podría ser el más efectivo para activar la levadura y

lograr una textura óptima, asegurando que el subproducto final tenga una calidad sensorial superior sin necesidad de añadir demasiados aditivos químicos.

### Análisis de parámetros Sensoriales

**Figura 11.** Resultados del análisis sensorial de color

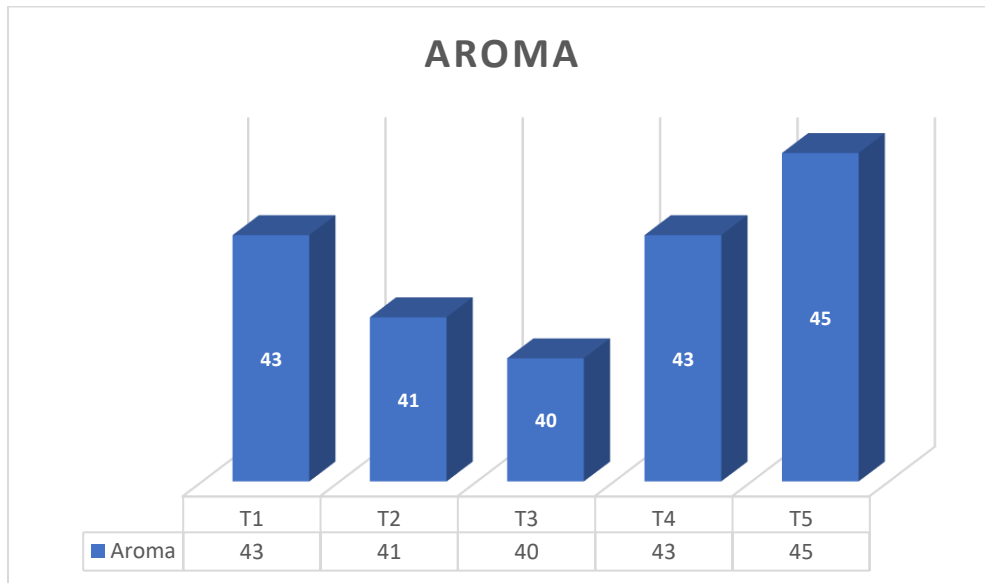


**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

### Interpretación y discusión

Al analizar el atributo color, resalta el excelente desempeño de los tratamientos T1 y T5, los cuales alcanzaron la valoración más alta con 45 puntos, demostrando una armonía visual y una estabilidad cromática que fue ampliamente valorada por los catadores semi-entrenados.

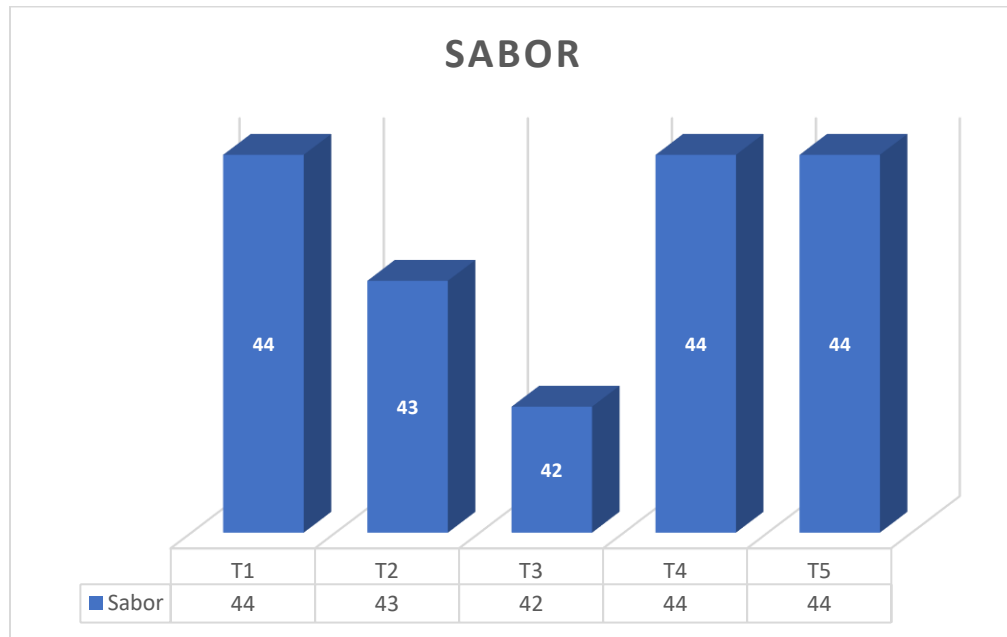
Es notable que, a pesar de las ligeras variaciones naturales en el diseño experimental, el tratamiento T3 mantuvo una calificación sólida de 39 puntos, lo que indica que incluso en las condiciones de mayor cambio, el producto conserva una apariencia aceptable y dentro de los parámetros de calidad técnica. Esta tendencia muestra un comportamiento interesante de recuperación en T4 y T5, sugiriendo que el ajuste de las variables agroindustriales permite potenciar las características sensoriales del producto hasta alcanzar niveles de excelencia, logrando que el tratamiento final iguale el estándar del control y asegure un perfil visual muy competitivo para su futura comercialización.

**Figura 12.** Resultado de análisis sensorial de aroma

**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

### **Interpretación y discusión**

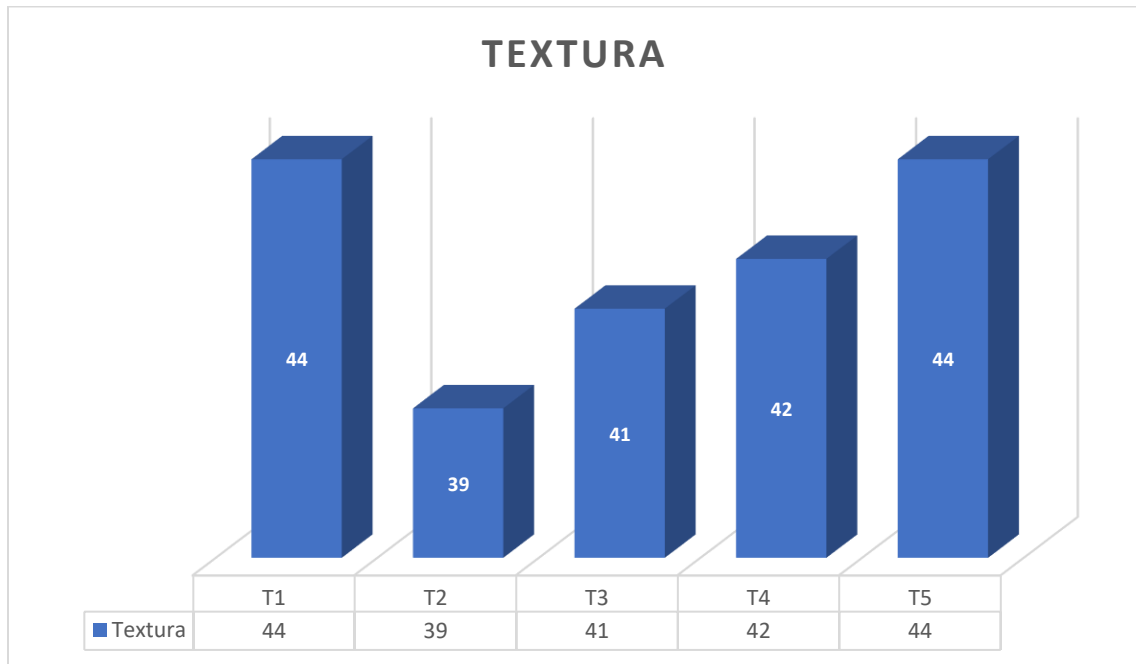
El análisis del parámetro aroma evidenció diferencias moderadas entre los tratamientos T1 a T5, con valores que oscilaron entre 40 y 45 puntos, lo que indica una aceptación sensorial general favorable. El tratamiento T5 presentó la mayor puntuación, sugiriendo una formulación más adecuada para la percepción aromática, mientras que T3 obtuvo el valor más bajo, posiblemente asociado a una menor intensidad o liberación de compuestos volátiles. Los tratamientos T1 y T4 mostraron resultados intermedios y similares, reflejando estabilidad en este atributo. En conjunto, los resultados indican que las variaciones en los tratamientos influyeron en el aroma del producto, siendo este un factor relevante en la aceptación sensorial, sin comprometer la calidad general del mismo.

**Figura 13.** Resultado de análisis sensorial del sabor

**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

### Interpretación y discusión

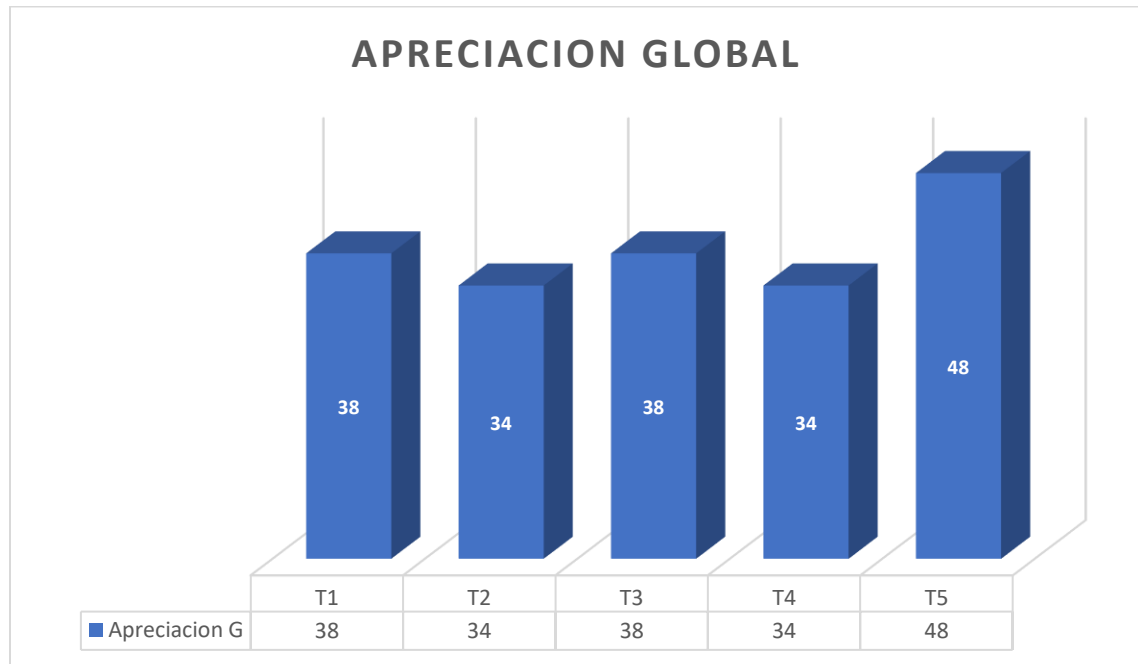
El análisis sensorial del parámetro sabor mostró valores muy similares entre los tratamientos T1 a T5, con puntuaciones comprendidas entre 42 y 44 puntos, lo que refleja una aceptación homogénea por parte del panel evaluador. Los tratamientos T1, T4 y T5 alcanzaron la mayor calificación (44), evidenciando un perfil de sabor más equilibrado y agradable, mientras que T3 presentó la menor puntuación (42), lo cual podría estar relacionado con una menor intensidad o armonía de los componentes sensoriales. El tratamiento T2 obtuvo un valor intermedio (43), manteniéndose dentro de un rango aceptable. En conjunto, los resultados indican que las variaciones entre tratamientos no afectaron de manera significativa el atributo sabor, manteniéndose una buena aceptación general del producto.

**Figura 14.** Resultado de análisis sensorial de textura

**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

### Interpretación y discusión

El parámetro textura presentó variaciones más marcadas entre los tratamientos, con valores que oscilaron entre 39 y 44 puntos. Los tratamientos T1 y T5 obtuvieron la mayor calificación (44), lo que indica una textura más adecuada y aceptable para el panel evaluador, posiblemente asociada a una mejor consistencia y sensación en boca. En contraste, el tratamiento T2 registró la puntuación más baja (39), lo que podría relacionarse con una estructura menos uniforme o menor firmeza del producto. Los tratamientos T3 y T4 alcanzaron valores intermedios (41 y 42, respectivamente), reflejando una textura aceptable, aunque inferior a los tratamientos mejor evaluados. En general, los resultados evidencian que la formulación influyó de manera significativa en la textura del producto, siendo este atributo determinante en la percepción de calidad sensorial.

**Figura 15.** Resultados de análisis de apariencia global

**Elaborado por:** (Herrera & Medina, 2025)

### Interpretación y discusión

La apreciación global del producto evidenció diferencias claras entre los tratamientos evaluados, con valores que oscilaron entre 34 y 48 puntos. El tratamiento T5 obtuvo la mayor calificación (48), lo que refleja una mayor preferencia general por parte del panel evaluador, resultado de la adecuada interacción entre los atributos sensoriales analizados, como aroma, sabor y textura. En contraste, los tratamientos T2 y T4 registraron las puntuaciones más bajas (34), lo que sugiere una menor aceptación integral del producto, posiblemente asociada a deficiencias en uno o más atributos sensoriales. Los tratamientos T1 y T3 presentaron valores intermedios (38), indicando una aceptación aceptable, aunque inferior al tratamiento mejor evaluado. En conjunto, estos resultados demuestran que la formulación influyó significativamente en la aceptación global del producto, destacándose el tratamiento T5 como el más favorable desde el punto de vista sensorial.

## Conclusiones

Se logró transformar con éxito el mucílago de cacao, tradicionalmente visto como un residuo ambiental, en una materia prima estratégica para la elaboración de donas. Este hallazgo confirma que la valorización de subproductos es una vía real para que la agroindustria sea más sostenible, dándole una segunda vida a recursos que antes se desperdiciaban en las fincas.

Al evaluar las propiedades fisicoquímicas, los datos revelaron que sustituir la leche por mucílago no afecta negativamente la estructura química del producto. Los niveles de acidez y grados °Brix se mantuvieron estables en todos los tratamientos, lo que demuestra que es un ingrediente confiable que no requiere alterar drásticamente la receta base para obtener resultados de calidad.

El proceso de experimentación permitió identificar que el tratamiento T5 (sustitución total de agua por mucílago) fue el más sobresaliente. Tras las pruebas con el panel de catadores, este tratamiento no solo fue aceptado, sino que superó a la dona tradicional en términos de aroma y sabor, probando que el mucílago aporta notas sensoriales únicas que el consumidor valora positivamente.

En cuanto a la textura, el estudio concluyó que el mucílago actúa como un mejorador natural de la masa. Las donas resultantes presentaron una miga más elástica y suave, lo que soluciona uno de los problemas comunes en la repostería: la pérdida rápida de humedad. Esto sugiere que el producto final tiene un potencial comercial mayor debido a su mejor conservación sensorial.

Finalmente, se confirmó que este proyecto cumple con el propósito de fomentar la economía circular. El análisis bromatológico respalda que estamos ante un alimento que aprovecha integralmente el fruto del cacao, ofreciendo una alternativa de procesamiento que beneficia tanto al medio ambiente como a los productores, al crear un producto con identidad regional y valor nutricional.

---

### Referencias bibliográficas

- Arrunátegui Jácome, A. M. (2023). *Aprovechamiento de los subproductos del cacao (Theobroma cacao L.) como alternativa en la elaboración de productos de panificación* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio UTEQ. <https://repositorio.uteg.edu.ec/handle/43000/7453>
- Cajamarca, P. A., & Lema, S. M. (2023). *Elaboración de una dona a base de harina de malta de cebada y harina de trigo* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25134>
- Flores, V. E., & López, J. A. (2023). Mermelada de mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*): caracterización fisicoquímica y sensorial. *Revista Científica de la Universidad Nacional Agraria*, 10(1). <https://cenida.una.edu.ni/reponia/index.php/reponia/article/view/124>
- Henao, J. S., & Quevedo, R. (2017). Potencial nutricional de los subproductos del cacao. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 70(1), 8081-8090. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v70n1.61763>
- García Ahued, A. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Acribia. [https://www.editorialacribia.com/libro/evaluacion-sensorial-de-los-alimentos\\_11043/](https://www.editorialacribia.com/libro/evaluacion-sensorial-de-los-alimentos_11043/)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN 706: Productos de panadería. Requisitos. INEN. <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Olea Núñez, A. L. (2021). Efecto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en la fermentación de leche entera en las características del yogurt saborizado con café. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/OLEA%20NU%C3%91EZ%20ANTONIO%20LORENZO.pdf>
- Pérez, K. J., & Cedeño, M. A. (2022). Incorporación de mucílago de cacao como estabilizante en néctar de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). *Agroindustrial Science*, 12(3), 285-291. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.03.07>
- Rodríguez-Castro, F. S., et al. (2021). Elaboración de una bebida energética funcional a base de pulpa de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN-51 y café (*Coffea arabica*). *Revista Base de*
-

la Ciencia, 6(3), 1-18.

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/3468>

Vásquez Cortez, L. H., Pulgar Oleas, N. L., Ponce Quezada, G. E., & Palma Villarroel, J. J. (2023).

Valorización del mucílago de cacao, estrategias para mitigar el desperdicio y fomentar la sostenibilidad. *Revista Investigo*, 4(8), 47–56. <https://doi.org/10.56519/qsm0mq41>

Vera, J. F., Santana, L. A., Vallejo, M. C., & Álvarez, R. (2018). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *Revista Base de la Ciencia*, 3(3), 1-14.

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1489>

Vera, J., Vásquez, L., Alvarado, K., Coello, E., Rivadeneira, C., Intriago, F., Rivadeneira, A.,

Orejuela, F. (2023). CARACTERIZACIÓN DE LA MIEL OBTENIDA DEL MUCÍLAGO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.). *Revista Bases de la Ciencia*, 8(2), 17-30. DOI:

<https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i2.5728>

Vera-Chang, J. F., Vásquez-Cortez, L. H., Alvarado-Vásquez, K., Intriago-Flor, F., Macías-

Zambrano, M., Napa-Vizúete, B., Revilla-Escobar, K., & Aldas-Morejón, J. (2023). *Inclusión de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) como estabilizante en néctar de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*)*.

[https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/download/5444/5595/20634?utm\\_source=chatgpt.com](https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/download/5444/5595/20634?utm_source=chatgpt.com)

---