



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2026,
Volumen 10, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i4

DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN ESTADÍSTICA DE UNA COMPOTA NUTRITIVA SALUDABLE UTILIZANDO BANANO VERDE Y ADICIÓN DE NARANJILLA

**STATISTICAL DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF A
HEALTHY, NUTRITIOUS PURÉE USING GREEN BANANA
AND ADDED NARANJILLA**

Dr. Qco. Ind. Fredis Franco -Pesantez1
Universidad Técnica de Machala

Yuleysi Lisbeth Romero Matamoras
Universidad Técnica de Machala

Erika Lorely Morocho Lima
Universidad Técnica de Machala

Brithany Haytana Jumbo Avalo
Universidad Técnica de Machala

Brenda Rocío Rodríguez Vela
Universidad Técnica de Machala

Desarrollo y optimización estadística de una compota nutritiva saludable utilizando banano verde y adición de naranjilla

Dr. Qco. Ind. Fredis Franco -Pesantez¹

fpesantez@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5700-1344>

Universidad Técnica de Machala

Ecuador

Yuleysi Lisbeth Romero Matamoras

yromero8@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8473-7988>

Universidad Técnica de Machala

Ecuador

Erika Lorely Morocho Lima

emorochol6@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-2481-5399>

Universidad Técnica de Machala

Ecuador

Brithany Haytana Jumbo Avalo

bjumbo3@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8473-7988>

Universidad Técnica de Machala

Ecuador

José David Albarracín Zamora

jalbarrac2@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-7451-8828>

Universidad Técnica de Machala

Ecuador

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad desarrollar y optimizar una compota nutritiva saludable elaborada a base de banano verde (*Musa paradisiaca*) con adición de naranjilla (*Solanum quitoense*), como una alternativa funcional para la industria alimentaria. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño completamente al azar y la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) para optimizar la formulación. Se elaboraron diferentes tratamientos con distintas proporciones de banano verde y pulpa de naranjilla con ciertos aditivos siendo la más idónea la Formulación N.3, los cuales fueron evaluados mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos, nutricionales y sensoriales. Los resultados mostraron que la formulación óptima presentó un pH de 3,99, acidez titulable de 0,46 %, densidad de 1,039 g/mL, 12,77 °Brix, 71,5 % de humedad, 3,60 % de fibra dietética y un valor energético de 115 kcal/100g, además de una viscosidad aproximada de 5200 cP, características que favorecen la estabilidad, textura y calidad del producto. En el análisis microbiológico se evidenció ausencia de mohos, levaduras, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, confirmando la inocuidad de la compota. Se concluye que la compota desarrollada constituye un alimento funcional con adecuado valor nutricional, alta aceptación sensorial y potencial para su producción y comercialización.

Palabras clave: Banano verde; naranjilla; compota; optimización; análisis microbiológico.

¹ Autor principal

Correspondencia: fpesantez@utmachala.edu.ec

Statistical development and optimization of a healthy, nutritious purée using green banana and added naranjilla

ABSTRACT

The aim of this study was to develop and optimize a healthy, nutritious purée made from green banana (*Musa paradisiaca*) with added naranjilla (*Solanum quitoense*) as a functional alternative for the food industry. The research employed a quantitative, experimental approach, utilizing a completely randomized design and Response Surface Methodology (RSM) to optimize the formulation. Various treatments involving different proportions of green banana and naranjilla pulp, along with specific additives, were prepared; Formulation No. 3 was identified as the most suitable. These formulations were evaluated through physicochemical, microbiological, nutritional, and sensory analyses. The results showed that the optimal formulation had a pH of 3.99, titratable acidity of 0.46%, density of 1.039 g/mL, 12.77 °Brix, 71.5% moisture content, 3.60% dietary fiber, and an energy value of 115 kcal/100 g, as well as an approximate viscosity of 5200 cP characteristics that favor the product's stability, texture, and quality. Microbiological analysis revealed an absence of molds, yeasts, total coliforms, *Escherichia coli*, and *Salmonella spp.*, confirming the product's safety. Sensory evaluation determined that the formulation corresponding to Group A achieved the highest acceptance regarding color, aroma, flavor, texture, and overall appearance. It is concluded that the developed purée constitutes a functional food with adequate nutritional value, high sensory acceptance, and potential for production and commercialization.

Keywords: Green banana; naranjilla; compote; optimization; microbiological analysis.

Artículo recibido 20 mayo 2026

Aceptado para publicación: 20 junio 2026



INTRODUCCIÓN

Ecuador es el segundo mayor productor de banano en todo el mundo y, además, el primero que lo exporta; durante años, la actividad bananera ha sido una fuente considerable de divisas (Gonzalo Vargas, Oscar; Centanaro Quiroz, Paulo Humberto; Morán Castro, Cesar Ernesto; Flores Cadena, Cristian Andrés, 2023).

El banano verde tiene una alta cantidad de almidón resistente, un carbohidrato que no se descompone en el intestino delgado y funciona como fibra de la dieta en el colon. Esta fécula estimula el aumento de bacterias que son ventajosas. Este fruto crece en regiones subtropicales y tropicales y posee valor tanto nutricional como energético (Priego, 2024).

En Machala, también llamada la capital bananera del mundo, la mayoría de la zona agrícola está dedicada al cultivo de banano convencional. No obstante, el rendimiento orgánico de esta fruta ha tenido un impacto positivo en los ingresos brutos y en el incesante empleo de la fuerza laboral local. La calidad del fruto, que se debe a las técnicas empleadas por los agricultores y a la inclusión de fertilizantes orgánicos en su producción, así como a la falta de uso de productos químicos, son las razones por las cuales este tiene precios elevados en el mercado internacional (González Ordoñez, 2018).

Recientemente, la industria alimentaria ha concentrado sus esfuerzos en el desarrollo de productos con atributos nutricionales y funcionales superiores, motivada por el aumento en la necesidad de alimentos saludables y levemente procesados. En esta gama de productos, las compotas son una opción de elevado valor añadido por su sencillez al ser consumidas, su estabilidad en el almacenamiento y la gran aceptación que tienen entre los adultos, los niños y las personas mayores. No obstante, muchas de las compotas que se pueden encontrar en el mercado se preparan con frutas tradicionales y contienen menos fibra dietética y compuestos funcionales, lo cual restringe su capacidad de ser un alimento saludable (Marcia-Fuentes , y otros, 2026).

La optimización estadística es el proceso de encontrar los mejores parámetros de un modelo matemático para que se ajuste con la mayor precisión posible a un conjunto de datos reales (James, Witten, Hastie, & Tibshirani, 2021).

La metodología de superficie de respuesta (RSM), es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas útiles para el modelado y el análisis de problemas en los que una respuesta de interés es influida por varias variables independientes y el objetivo es optimizar esta respuesta (Montgomery, 2020).

En este marco, la presente investigación proporciona información científica acerca de la creación de una compota nutritiva que se elabora con banano verde y se le agrega naranjilla, incorporando estándares de calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial a través de un proceso que optimiza la formulación. El propósito de este estudio fue crear y perfeccionar una compota nutritiva que emplea banano verde con la adición de naranjilla. Para lograrlo, se analizaron sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas, con el fin de conseguir una formulación de calidad superior que tenga posibilidades de ser utilizada en la industria alimentaria.

La economía verde, es la transición hacia una Economía Verde es una transformación profunda que busca armonizar el crecimiento productivo con la protección ambiental y la equidad social. En este proceso, las finanzas sostenibles y la innovación son motores clave para conectar el mercado con soluciones responsables.

Por su parte, la digitalización optimiza la gestión ecológica, aunque introduce desafíos críticos como el aumento del consumo energético y los desechos electrónicos, integrando prácticas responsables en toda la gestión para consolidar un modelo de desarrollo sostenible (Chabán, 2024).

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental, con un diseño completamente al azar (DCA) y Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) para optimizar las condiciones de la compota nutritiva saludable utilizando banano verde y adición de naranjilla y la experimentación fue realizada en los laboratorios de una universidad ecuatoriana.

Materiales e implementos

Para la elaboración de la compota nutritiva se incluyen cocineta eléctrica, licuadora, balanza y materiales de laboratorio.

Como implementos envases y vasos de aluminio y plástico, equipo de protección personal, una placa cuadrada. Finalmente, los reactivos utilizados son agua destilada, naranjilla, ácido ascórbico, ácido cítrico y benzoato de sodio.

Diagrama del proceso

Figura 1. Esquema de flujo de la compota nutritiva saludable utilizando banano verde y adición de naranjilla

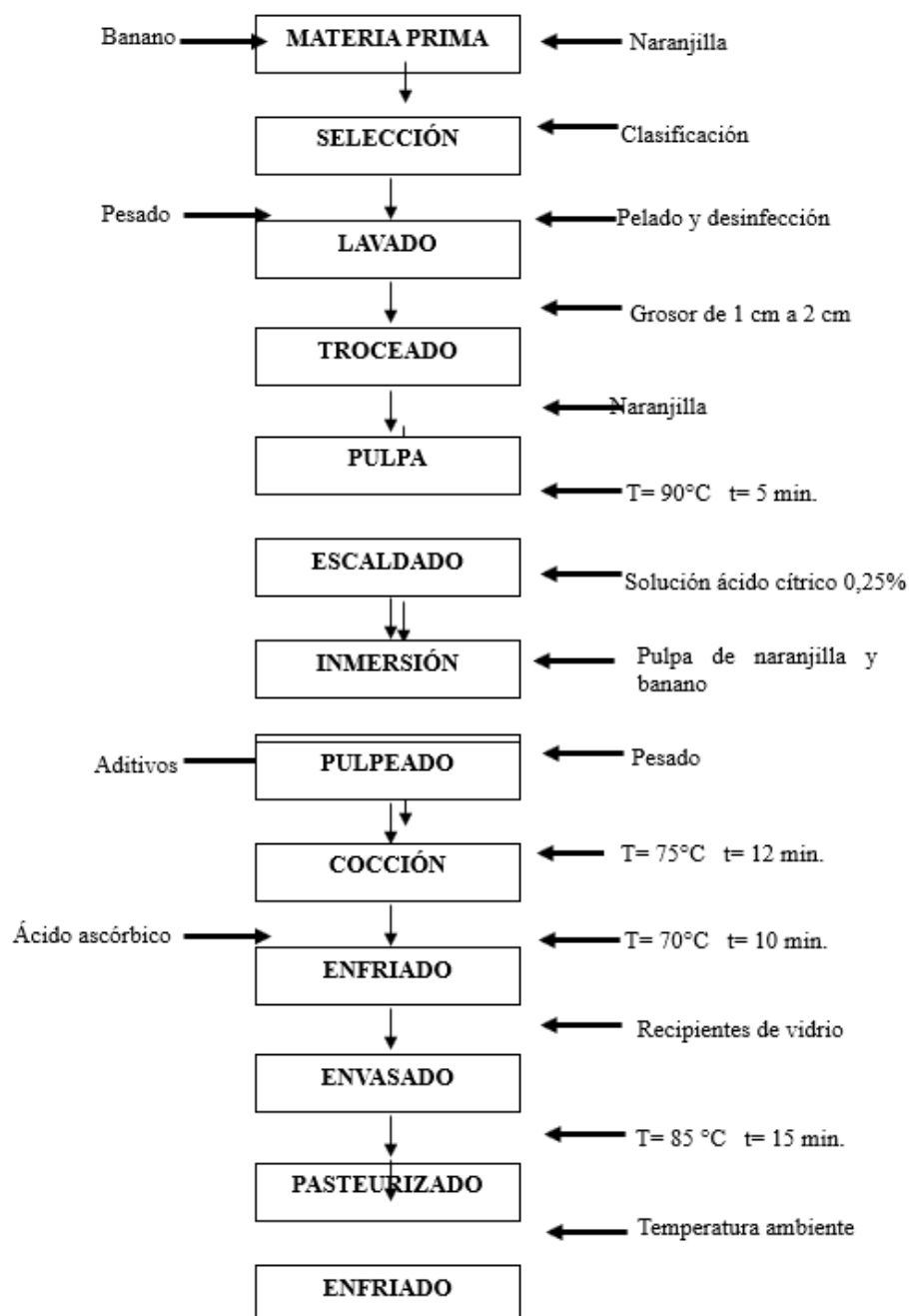


Tabla 1. Formulación 1,2,3 de la compota elaborada a base de banano verde y naranjilla

Ingredientes		F1 %	F2 %	F3 %
Banano verde cocido		52,50	48,70	39,07
Pulpa de naranjilla		17,80	16,30	9,69
Agua		26,70	29,50	46,80
Azúcar		2,70	5,20	4,19
Ácido cítrico		0,10	0,10	0,07
Benzoato de sodio		0,10	0,10	0,07
Ácido ascórbico		0,10	0,10	0,10
TOTAL		100	100	100

Fuente: Autoría propia.

Figura 2: Compotas



Fuente: Autoría propia.

Caracterizaciones fisicoquímicas

pH

Se determina utilizando un pH-metro previamente calibrado con soluciones tampón de pH 4,00 y 7,00. Un pH adecuado ayuda a la inhibición de la proliferación de microorganismos y garantiza que la compota sea segura para el consumo (Marqués Martinez , y otros, 2024). Su determinación se realiza con la ayuda del instrumento pH-metro mediante un proceso experimental, donde la sustancia deberá estar homogénea en un recipiente apto para sumergir el electrodo del medidor de pH en la compota para la lectura correspondiente (Giacaman & Muñoz-Sandoval, P., 2024).

Acidez titulable

La acidez titulable es la cantidad total de ácidos que están presentes, determinada mediante un proceso de titulación. El proceso mide los ácidos libres y todos los compuestos que pueden reaccionar como

ácidos en la muestra a analizar. Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización “la acidez titulable se determina mediante un proceso de titulación controlado”. La muestra se titula con hidróxido de sodio (NaOH) hasta alcanzar el punto final, expresando el resultado como porcentaje de ácido cítrico, porcionando resultados más exactos que los obtenidos con indicadores de color (Franco Crespo & Guanochanga, 2022).

Densidad

La densidad es la relación entre la masa y el volumen de una sustancia, y permite conocer qué tan concentrada o espesa se encuentra una muestra. Se utilizó un picnómetro de 10 mL para determinar la densidad; en primer lugar, se utilizó una balanza analítica para pesar el picnómetro vacío. Después, se vertieron 10 mL de la compota que ya había sido homogeneizada en el frasco, para evitar burbujas de aire, y se puso el tapón. Con papel absorbente, se eliminó la muestra sobrante del exterior y se procedió a pesarla nuevamente. Por último, se calculó la densidad en g/mL utilizando el volumen conocido del picnómetro (10 mL) y la masa de la muestra (Latínez, Valqui, & Yzásiga, 2015).

Grados Brix Se cuantifican con un refractómetro y se expresan en grados Brix (°Brix). Se colocó una pequeña porción sobre el prisma del refractómetro digital previamente limpio y calibrado. Luego se realizó la lectura directa del contenido de sólidos solubles, expresado en grados °Brix (Garcés Moncayo, Guevara Viejó, Valenzuela Cobos, Galindo Villardón, & Vicente Galindo, 2025).

Viscosidad

La viscosidad es un parámetro fisicoquímico que relaciona el procesamiento industrial con la calidad del producto. Controla cómo fluye un alimento o bebida, Este parámetro de estudio es dependiente a la temperatura, ya que cambios térmicos modifican la fluidez y, por tanto, las condiciones operativas. (Solutions, s.f.) Se obtiene mediante análisis de las propiedades reológicas empleando instrumentos de medición reómetros o viscosímetros. (Ayo Basantes, 2015).

Turbidez

La turbidez es un parámetro relevante que puede evidenciar la presencia de partículas en suspensión, microorganismos o alteraciones en la estabilidad de la formulación. Asimismo, constituye un indicador útil para detectar cambios durante las etapas de elaboración, almacenamiento y distribución, desde la selección de la materia prima hasta el producto final. Para su determinación se emplea un turbidímetro,

equipo que mide la atenuación de un haz de luz al atravesar la muestra. Este consta de una fuente de luz y un detector alineados con el haz incidente; parte de la luz es absorbida por la muestra y la intensidad de la luz transmitida a 180° se utiliza para calcular la turbidez (Pico-Poma, 2025).

Humedad

El contenido de humedad es una magnitud que expresa la cantidad de agua en un material sólido y se puede representar en términos de una base de masa seca o de una base de masa húmeda. Se calcula a partir de la pérdida de masa de la muestra después del secado en estufa a 105°C (Enrique Martines & Leonel Lira, 2010).

Cenizas

Corresponden a la materia inorgánica que queda después de un proceso de calcinación u oxidación completa de la materia orgánica de un determinado alimento. Se obtiene el contenido mineral mediante incineración completa de la muestra en una mufla a 550°C (Espinosa Matabay, 2019).

Caracterización Sensorial

El análisis sensorial consiste en la evaluación de las características organolépticas de un alimento mediante los sentidos humanos, tales como el color, olor, sabor y textura. Este procedimiento permite determinar el nivel de aceptación de un producto por parte de los consumidores y constituye una herramienta fundamental en proyectos de desarrollo para alimentos procesados (El Salous, Morejón, Zúñiga-Moreno, Cadena, & Mosquera, 2017). Entre las principales técnicas e instrumentos empleados en un análisis sensorial destacan las encuestas o formularios hedónicos, las escalas de preferencia, los paneles de consumidores y el análisis estadístico de resultados y análisis fisicoquímicos (El Salous, Morejón, Zúñiga-Moreno, Cadena, & Mosquera, 2017) .

Color

El color es una propiedad organoléptica que corresponde a la percepción visual de la luz reflejada o transmitida por un alimento. Constituye uno de los principales indicadores de calidad y aceptación del producto, ya que influye en la percepción de frescura, sabor y estabilidad, además de evidenciar posibles cambios ocasionados por reacciones químicas o microbiológicas (López & Sindy, 2022).

Sabor

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos (Espinosa Mánfugas, 2007).

Textura

Se refiere a las sensaciones físicas que percibimos al comer, como la crocancia, cremosidad, masticabilidad y suavidad. Esta se ve influenciada tanto por la composición como por la estructura del alimento, así como por su procesado (Gutierrez & Jiménez, 2024).

Caracterización funcional

El análisis nutricional permite determinar la composición y el valor nutritivo de un alimento, evaluando componentes como proteínas, grasas, carbohidratos y valor energético. Su principal función es verificar la calidad nutricional del producto, garantizar el cumplimiento de normativas alimentarias y proporcionar información útil para el etiquetado y desarrollo de nuevas formulaciones alimentarias (Verma & Joshi, 2000). Entre los principales instrumentos utilizados destacan la balanza analítica, pH-metro, refractómetro, estufa de secado, mufla y equipo Soxhlet. Asimismo, pueden utilizarse espectrofotómetros y cromatógrafos en análisis más especializados, permitiendo obtener datos precisos.

Proteínas

Las proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por una larga cadena lineal de sus elementos constitutivos propios, los aminoácidos (aa). Éstos se encuentran formados de un grupo amino (NH_2) y un grupo carboxilo (COOH), enlazados al mismo carbono de la molécula. Se determina el nitrógeno total por el método Kjeldahl y se convierte a proteína utilizando el factor 6,25 (GonzálezTorres & Téllez Valencia, 2007).

Grasas

Las grasas constituyen la reserva energética más importante del organismo, aportan 9 kilocalorías por gramo (Kcal/g), transportan vitaminas liposolubles y se encuentran en gran variedad de alimentos y preparaciones. Se extraen con solvente orgánico mediante el método Soxhlet y se cuantifican gravimétricamente (Cabezas Zábala, Hernández Torres, & Melier, 2016).



Fibra dietética

Los componentes de la pared celular vegetal que resisten la digestión por las secreciones del tracto digestivo humano. Estos incluyen celulosa, hemicelulosas, pectina y lignina. Se determina mediante digestión enzimática seguida de cuantificación gravimétrica del residuo (National Research Council (US), 1989).

Carbohidratos

Los carbohidratos constituyen la mayor parte de la materia orgánica de la Tierra y tienen varias funciones en los seres vivos. Sirven como almacén de energía, combustibles energéticos, intermediarios metabólicos, componentes estructurales, forman glucoconjugados y parte de moléculas como el ATP, de los ácidos RNA y DNA, coenzimas, entre otras. Se obtienen por diferencia, restando de 100 % los porcentajes de humedad, proteínas, grasas, cenizas y fibra. (Martínez Montés, Pardo Vásquez, & Riveros Rosas, 2018).

Valor energético: Se define como la energía que puede proporcionar al quemarse en presencia de oxígeno. Se calcula aplicando los factores de Atwater (4 kcal/g para proteínas y carbohidratos, 9 kcal/g para grasas) (Universidad nacional de educación a distancia, s.f.).

Caracterización microbiológica

El análisis microbiológico permite evaluar la inocuidad y el grado de contaminación de un alimento durante las diferentes etapas de producción, ya que la proliferación de microorganismos puede alterar sus características organolépticas y su pH, provocando acidez, putrefacción y otros signos de deterioro (Choez Alcivara Johanna, 2013) Para su determinación se emplea la siembra en placa Petri, técnica basada en diluciones seriadas de la muestra bajo condiciones de esterilidad. Este método identifica la morfología de las colonias (análisis cualitativo) y cuantificar el número de microorganismos presentes (análisis cuantitativo), mediante la inoculación de la muestra en un medio de cultivo adecuado (Sebastián, 2019).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadística descriptiva de variables Ambientales.

Tabla 2.

Medidas estadísticas descriptivas de las variables ambientales registradas durante el desarrollo experimental

Variables experimentales	Temperatura (°C)	Sensación térmica (°C)	Cubierta de nubes (%)	Viento (Km/h)	Humedad relativa (%)	Punto de rocío (°C)	Índice UV	Índice AQI	Visibilidad (Km)	Presión (mbar)
Media	27,32	30,07	53,24	8,69	77	23,53	11,25	41,6	9,92	1008,75
Moda	28-30	32	40	6	70	23	12	40	10	1010
Mediana	28	30,5	45,5	8	79	23	11,5	41	10	1009
Desviación Estándar	2,176	3,13	18,311	2,9	7,842	1,237	0,94	7,96	0,37	1,12
Varianza	4,71	9,85	335,31	8,45	61,5	1,53	0,9	63,45	0,13	1,25

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: En conjunto, las medidas de tendencia central y dispersión indican que las variables ambientales permanecieron dentro de rangos relativamente estables durante el desarrollo experimental. Las bajas desviaciones estándar observadas en la mayoría de los parámetros, especialmente en temperatura, punto de rocío, índice UV, visibilidad y presión atmosférica, se concluye las condiciones ambientales no constituyeron una fuente importante de variabilidad. Los cambios observados en las variables de respuesta del estudio pueden atribuirse principalmente a los tratamientos experimentales aplicados y no a fluctuaciones significativas del ambiente, fortaleciendo la validez interna y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 3. Interpretación de los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos

PRESIÓN-TEMPERATURA	PRESIÓN-HÚMEDAD
-1 Perfecta Negativa	-1 Perfecta Negativa

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: El análisis de correlación de Pearson mostró una **correlación negativa perfecta ($r = -1$)** entre la presión atmosférica con la temperatura y la humedad relativa, indicando una relación lineal inversa absoluta. Esto significa que, al aumentar la temperatura o la humedad, la presión disminuyó proporcionalmente. Este comportamiento es coherente con la dinámica atmosférica de regiones tropicales. No obstante, debido a que un coeficiente de $r = -1$ es poco frecuente en estudios ambientales, se recomienda verificar el tamaño de la muestra y el procedimiento de cálculo para confirmar la validez de los resultados.

Tabla 4. Prueba de normalidades con respecto a la Temperatura y Humedad relativa.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p-valor.	Estadístico	gl	p-valor.
Temperatura °C	0,141	112	0	0,954	112	0,001
Humedad %	0,166	112	0	0,938	112	0

a. Corrección de significación de Lilliefors

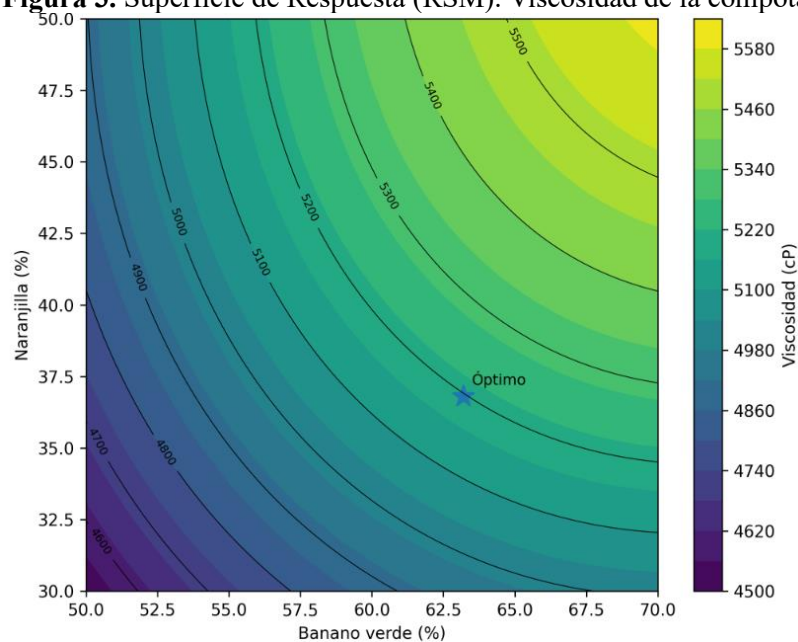
Fuente: Autoría propia.

Interpretación: Para la temperatura, la prueba de Kolmogórov-Smirnov mostró un estadístico de 0,141 ($n = 112$; $p < 0,001$), mientras que la prueba de Shapiro-Wilk presentó un estadístico de 0,954 ($p = 0,001$). En el caso de la humedad relativa, Kolmogórov-Smirnov obtuvo un estadístico de 0,166 ($n = 112$; $p < 0,001$) y Shapiro-Wilk un estadístico de 0,938 ($p < 0,001$). Dado que en ambas variables los valores de significancia fueron inferiores a 0,05, se rechazó la hipótesis nula de normalidad, concluyéndose que la distribución de la temperatura y la humedad relativa difiere significativamente de una distribución normal.

Tabla 5. Resultados de la caracterización física química de la compota

Parámetro	Resultado	Unidad	Norma de referencia
<i>pH</i>	3,99		AOAC 981.12 / ISO 10523:2008
<i>Acidez titulable</i>	0,46	%	AOAC 942.15
<i>Densidad</i>	1,039	g/mL	AOAC 945.06
<i>Sólidos solubles</i>	12,77	(°Brix)	NTE INEN 2337:2008.
<i>Humedad</i>	71,5	%	AOAC 925.10
<i>Cenizas</i>	0,58	%	AOAC 923.03
<i>Proteínas</i>	1,38	%	AOAC 2001.11 (también puede emplearse AOAC 981.10)
<i>Grasas</i>	0,4	%	AOAC 920.39
<i>Fibra dietética</i>	3,6	%	AOAC 991.43
<i>Carbohidratos</i>	25,1	%	FAO/INFOODS y práctica aceptada por AOAC
<i>Valor energético</i>	115	kcal/100 g	Reglamento (UE) N.º 1169/2011 / FAO

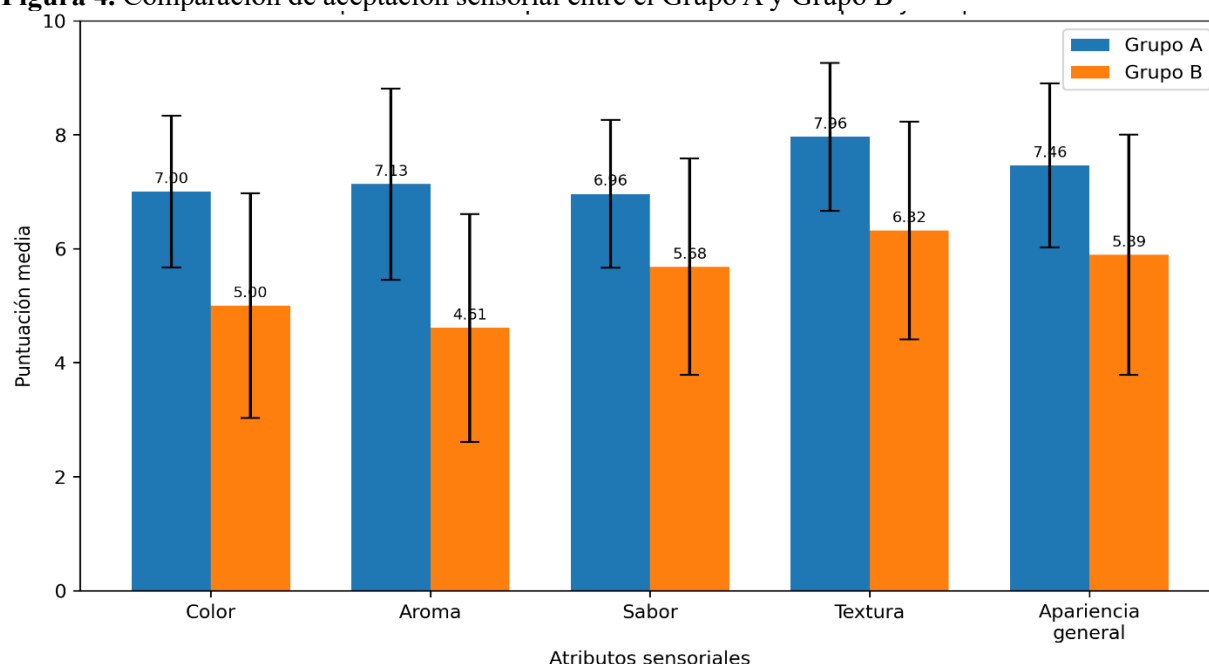
Fuente: Autoría propia.

Figura 3. Superficie de Respuesta (RSM). Viscosidad de la compota

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: Los resultados de la caracterización fisicoquímica evidencian que la compota funcional elaborada a base de banano verde (*Musa paradisiaca*) y naranjilla (*Solanum quitoense*) presenta características adecuadas de calidad. El **pH ácido (3,99)** y la **acidez titulable (0,46 %)** favorecen la estabilidad microbiológica y prolongan la vida útil del producto. El contenido de **12,77 °Brix** y la **densidad de 1,039 g/mL** indican una formulación con adecuada concentración de sólidos, proporcionando una textura homogénea y una aceptable palatabilidad. Asimismo, el elevado contenido de **humedad (71,5 %)** es característico de este tipo de alimentos, mientras que el aporte de **fibra dietética (3,60 %)**, junto con el bajo contenido de **grasas (0,40 %)** y un valor energético de **115 kcal/100 g**, respaldan el potencial de la compota como un alimento funcional con propiedades nutricionales favorables y adecuado para el consumo humano.

Figura 4. Comparación de aceptación sensorial entre el Grupo A y Grupo B.



Fuente: Autoría propia.

Interpretación: Los resultados del análisis sensorial muestran que el Grupo A obtuvo mayores puntuaciones medias en todos los atributos evaluados (color, aroma, sabor, textura y apariencia general) en comparación con el Grupo B, lo que indica una mejor aceptación del producto. Además, el Grupo A presentó menores desviaciones estándar, evidenciando una mayor uniformidad en las respuestas de los evaluadores. En contraste, el Grupo B registró una mayor variabilidad en las calificaciones, reflejando

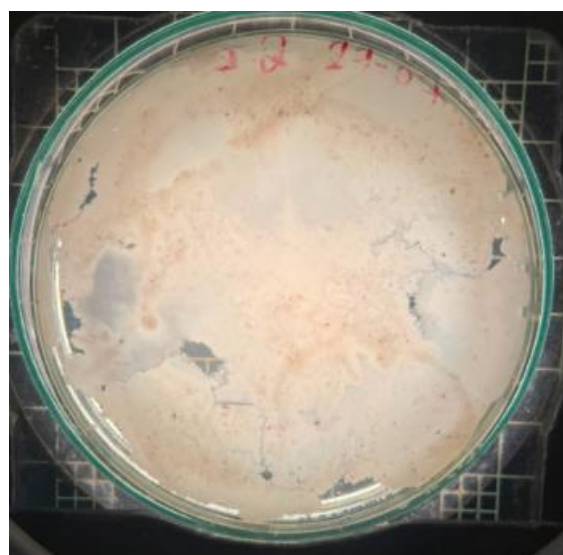
menor consenso entre los participantes. En conjunto, estos resultados sugieren que el producto evaluado en el Grupo A presentó mejores características sensoriales y una aceptación más consistente.

Tabla 6. Resultados de la caracterización microbiológica de la compota

Parámetro	Resultado	Método de laboratorio	Norma de referencia
Mohos y levaduras	Ausentes	Recuento en agar Papa Dextrosa Acidificado (PDA) o DRBC	ISO 21527-1:2008
Coliformes totales	Ausentes	Método del Número Más Probable (NMP) o siembra en agar VRBA	ISO 4832:2006
Coliformes fecales / <i>Escherichia coli</i>	Ausentes	Cultivo en agar TBX o Petrifilm™ E. coli/Coliformes	ISO 16649-2:2001
<i>Salmonella spp.</i>	Ausentes	Método de preenriquecimiento, enriquecimiento selectivo y confirmación bioquímica	ISO 6579-1:2017

Fuente: Autoría propia/laboratorio

Figura 5. Resultados de análisis microbiológicos



Fuente: Autoría propia

que el tratamiento térmico aplicado, junto con el pH ácido del producto (3,99), contribuyó eficazmente al control del desarrollo microbiano. En conjunto, los análisis microbiológicos confirman que la compota es **inocua para el consumo humano**, presenta una adecuada calidad sanitaria y cumple con

Interpretación: Los resultados del análisis microbiológico evidencian que la compota funcional elaborada a base de banano verde (*Musa paradisiaca*) y naranjilla (*Solanum quitoense*) presentó ausencia de mohos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales/*Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, lo que demuestra que el producto fue elaborado bajo adecuadas condiciones de higiene y buenas prácticas de manufactura. Asimismo, estos resultados indican

los criterios microbiológicos generalmente establecidos para alimentos procesados a base de frutas, respaldando su potencial para su producción y comercialización de forma segura.

CONCLUSIONES:

La caracterización fisicoquímica de la compota funcional elaborada a base de banano verde (*Musa paradisiaca*) y naranjilla (*Solanum quitoense*) permitió comprobar que el producto presenta características adecuadas de calidad e inocuidad. Los parámetros fisicoquímicos obtenidos, como el pH (3,99), la acidez titulable (0,46 %), los sólidos solubles (12,77 °Brix), la viscosidad (5 200 cP) y el contenido de fibra dietética (3,60 %), evidencian una formulación estable, con buena consistencia y valor nutricional.

El análisis sensorial evidencia que el Grupo A presentó una mejor aceptación del producto, al obtener las mayores medias en los atributos de color, aroma, sabor, textura y apariencia general, además de una menor dispersión en las respuestas. Esto indica que el tratamiento o formulación correspondiente al Grupo A ofrece características sensoriales superiores y una percepción más uniforme entre los evaluadores.

En base a la caracterización microbiológica, demuestra que existe la ausencia de mohos y levaduras, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. confirmó que la compota cumple con los criterios microbiológicos de inocuidad para alimentos procesados, demostrando que el proceso de elaboración fue adecuado. En conjunto, estos resultados respaldan el potencial de la compota como un alimento funcional de calidad, apto para el consumo humano y con posibilidades de aplicación a escala industrial. La realización de este proyecto permitió desarrollar una compota saludable, con características fisicoquímicas y sensoriales adecuadas para el consumo humano. El producto obtenido presentó una buena apariencia, textura y aceptabilidad, lo que demuestra que la formulación empleada y la proporción de los ingredientes fueron apropiadas para obtener un alimento de calidad. Asimismo, los resultados evidenciaron que la selección adecuada de las materias primas y el control del proceso de elaboración contribuyeron a obtener un producto con una alta aceptación por parte de los consumidores, confirmando la viabilidad de la formulación propuesta como una alternativa nutritiva y de valor agregado.

RECOMENDACIONES

Se recomienda seleccionar la formulación del Grupo A para futuras investigaciones o aplicaciones, y complementar estos resultados con pruebas estadísticas inferenciales (como la prueba *t* de Student o ANOVA) para determinar si las diferencias observadas entre ambos grupos son estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Se deben ajustar la proporción de los componentes para mejorar el olor y elevar su aceptabilidad, para que el producto sea más atractivo visualmente, debe aumentarse la profundidad y uniformidad del color. Además, realizar modificaciones en la formulación para lograr un sabor más balanceado, sin cambiar la textura, puesto que fue el rasgo que se valoró mejor.

Se recomienda realizar estudios complementarios de vida útil mediante almacenamiento acelerado y en condiciones ambientales, evaluando periódicamente los cambios fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del producto. Esto permitirá determinar el tiempo de conservación de la compota, optimizar las condiciones de envasado y garantizar el mantenimiento de su calidad e inocuidad durante su comercialización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anchundia Ortega, A. P., Chisaguano Tonato, M., Castro Morillo, N., Lee, G. O., Levy, K., Eisenberg, J. N., & Cevallos Trujillo, W. (2024). *Tabla de densidades de alimentos del Ecuador*. Obtenido de <https://doi.org/10.18272/ba.v15i.3309>
- Astudillo Heras, L., Sánchez Salamea, A., & Astudillo Segovia, S. (17 de Octubre de 2019). Obtenido de https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5366f91d-9406-493a-94f4-adad152fb787/content?utm_source=chatgpt.com
- Ayo Basantes, O. (2015). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9051/3/CD-6036.pdf>
- Cabezas Zábala, C. C., Hernández Torres, B. C., & Melier, V. Z. (30 de Marzo de 2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Chabán, G. O. (2024). *Evolución de la Economía Verde: Síntesis de Investigaciones Contemporáneas* (Vol. 12). Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas.



- Choez Alcivara Johanna, M. ., (8 de Mayo de 2013). *Elaboración de una bebida hidratante a base lactosuero y enriquecida con vitaminas*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Codex Alimentarius Commission*. (1981). Obtenido de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B17-1981%252FCXS_017s.pdf
- El Salous, A., Morejón, J., Zúñiga-Moreno, L., Cadena, N., & Mosquera, C. (2017). Propuesta para la producción de una bebida obtenida de la mezcla de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y tamarindo (*Tamarindus indica* L.). *Elaboración y evaluación sensorial. Revista Publicando*, 1-15.
- Enrique Martines, L., & Leonel Lira, C. (27 de Octubre de 2010). Obtenido de <https://www.cenam.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010-vp01b.pdf>
- Espinosa Mánfugas, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos* . Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=info:MZjJz6a4a2EJ:scholar.google.com/&ots=yjVpW5qf1H&sig=UsfxsW7bg4AFas-WP85LxQvr6aw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Espinosa Matabay, A. (2019). *Estudio del valor nutricional y caracterización de los ácidos grasos del chontacuro de la especie Rhynchophorus palmarum L.* Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7e482e37-97cb-443b-9625-e1fada9d0214/content>
- Fasoyiro, S., Babalola, S., & Owosibo, T. (2005). Chemical Composition and Sensory Quality of Fruit-Flavored Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Drinks. *World Journal of Agricultural Sciences*, 161-164.
- Franco Crespo , C., & Guanochangea, J. (2022). Diseño de un Proceso para la Obtención de Pulpa Congelada a Partir de Orito. *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, 29.
- Garcés Moncayo, M. F., Guevara Viejó, F., Valenzuela Cobos, J. D., Galindo Villardón, P., & Vicente Galindo, P. (2025). *Modelado de la Composición Fisicoquímica y Nutricional de Musa*

paradisiaca (Variedad Williams) en Diferentes Etapas de Maduración en Ecuador.

doi:<https://doi.org/10.3390/agriculture15101025>

Giacaman, C., & Muñoz-Sandoval, P. (2024). Grado de acidez y potencial erosivo de las bebidas energizantes disponibles en Chile. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*.

Gonzáles Ordoñez, A. (Julio de 2018). Obtenido de <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/614>

GonzálezTorres, L., & Téllez Valencia, A. (2007). *LAS PROTEÍNAS EN LA NUTRICIÓN* . Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>

Gonzalo Vargas, Oscar; Centanaro Quiroz, Paulo Humberto; Morán Castro, Cesar Ernesto; Flores Cadena, Cristian Andrés. (30 de Junio de 2023). Obtenido de Revista Científica FIPCAEC: <https://ftp.polodelconocimiento.com/index.php/fipcaec/article/view/848/1487>

Gutierrez, R., & Jiménez, B. (15 de Agosto de 2024). Obtenido de <https://www.ciad.mx/la-textura-en-los-alimentos-una-delicia-sensorial/>

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An introduction to statistical learning: with applications* . New York: Springer.

Latínez, P., Valqui, J., & Yzásiga, M. J. (2015). *Determinaciones densimétricas*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria La Molina: <https://pdfcoffee.com/densidad-analisis-de-alimentos-pdf-free.html>

López, N., & Sindy, P. (2022). Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/1ab7aab9-7694-4e2a-be42-22c8bec553f7>

Marcia-Fuentes , J., Alemán, R., Ore Areche , F., Corilla Flores, D., Ventura Roman, A., Vertedor, D., & Fernández, I. (Mayo de 2026). *VI*. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949824425004574?via%3Dihub>

Marqués Martinez , L., Lietz, L., Cabrera Tarin , C., Borrell Garcia , C., Aura Tormos, J., & García Miralles, E. (2024). Análisis de los niveles de pH en bebidas energéticas y pre-entrenamiento y frecuencia de consumo: un estudio transversal. *BMC Oral Health*.



- Martínez Montés, F., Pardo Vásquez, J. P., & Riveros Rosas, H. (2018). *Bioquímica de Laguna y Piña*. El Manual Moderno. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=6OFmDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT322&dq=info:DqAdayQDSsoJ:scholar.google.com/&ots=zZcRIB2Jk2&sig=5cdXDP78XDm1Lsl8kQzTT1t-1c&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Montgomery, D. C. (2020). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Limusa.
- Moya, S. A., Navarro, E., Chércoles, R., & de la Roja, J. M. (02 de 2018). ¿El color importa? Efecto de las sustancias coloreadas en el comportamiento del PVC. págs. 83-96.
- National Research Council (US). (1989). *Dietary fiber. En Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk. National Academies Press*. Whashington DC: National Academies Press (US).
- Paz Echeverri, A. M., & Ibañez Sempé, A. (2011). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6dec6b4f-69cf-42bc-b2b2-1f136d30c1f2/content>
- Pico-Poma, J. V.-P.-L.-G.-Y. (24 de Junio de 2025). *Universidad Tecnológica Nacional*. Obtenido de <https://www.scielo.org.ar/pdf/reteci/n53/1666-6933-reteci-53-39.pdf>
- Priego, D. E. (2024). BEBIDA FUNCIONAL ELABORADA CON BASE DE HARINA DE PLÁTANO (Musa AAA cavendish) COMO FUENTE DE PREBIÓTICO. *UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO*. Obtenido de <https://ri.ujat.mx/items/fea22d6e-eb07-4e23-905e-da0396d1aec9?>
- Rodas, B. B. (09 de 2020). *TEMPERATURA Y TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA (Solanum quitoense Lam.) POR AIRE*. Obtenido de *TEMPERATURA Y TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA (Solanum quitoense Lam.) POR AIRE*: <https://repositorio.unj.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cb43fdcc-b99f-4928-bbd0-e52844c9fa9f/content>
- Sebastián, M. G.-P. (Agosto de 2019). Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4350aed3-0c70-4554-84ab-ae761dd2c9b/content>

Solutions, F. H. (s.f.). *AxFlow*. Obtenido de <https://www.axflow.com/en-lt/>

Universidad nacional de educación a distancia. (s.f.). *El valor energético de los alimentos*. Obtenido de <https://www.uned.es/universidad/inicio/estudios/formacion-permanente/cursos/pea-nutricion-y-dietetica/guia-nutricion/valor-energetico.html>

Verma, L., & Joshi, V. (2000). *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables: Handling, Processing, Fermentation and Waste Management*. *Indus Publishing Company*.

