

Recibido: 2023-01-15

Aceptado: 2023-02-15

Publicado: 2023-03-15

**Análisis Nutricional Comparativo de Purés de Mango Fortificados con
harina de Avena: Un estudio de las variedades *Tommy Atkins* y *Criollo***

**Comparative Nutritional Analysis of Oat Flour Fortified Mango
Purees: A Study of the Tommy Atkins and Criollo Varieties**

AUTORES

Naranjo-Guerrero Luisa Fernanda
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil
Ecuador – Guayaquil
lnaranjo@alu.ucsg.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0743-0655>

Resumen

El valor nutricional del puré de mango puede mejorarse significativamente mediante la fortificación con harina de avena, un ingrediente rico en fibra dietética, proteínas, minerales y compuestos bioactivos. Este estudio evalúa el impacto de la adición de harina de avena (*Avena sativa*) en la composición nutricional de purés elaborados con dos variedades de mango: Tommy Atkins y Criollo, ambas ampliamente cultivadas y consumidas en diversas regiones tropicales.

La investigación compara las diferencias en la composición de macronutrientes, incluyendo carbohidratos, proteínas y grasas, así como el perfil de fibra dietética y su efecto en la digestibilidad del producto final. Además, se analizan los micronutrientes esenciales, como vitaminas A, C y E, y minerales como calcio, hierro y zinc, para determinar el impacto de la fortificación en la calidad nutricional del puré.

Asimismo, se examinan las propiedades antioxidantes de las formulaciones enriquecidas, evaluando la capacidad de reducción de radicales libres mediante métodos espectrofotométricos, lo que permite identificar posibles beneficios en la salud humana, especialmente en la prevención del estrés oxidativo.

El estudio también considera aspectos sensoriales y de aceptabilidad del producto fortificado, evaluando parámetros como textura, sabor y apariencia, fundamentales para la aceptación por parte del consumidor. Los resultados obtenidos permitirán establecer la formulación óptima del puré de mango enriquecido con harina de avena, maximizando sus beneficios nutricionales y su potencial como alimento funcional.

Palabras clave: mango, *Avena sativa*, micronutrientes, , Calidad sensorial, Composición nutricional.

Abstract

The nutritional value of mango puree can be significantly enhanced through fortification with oat flour, an ingredient rich in dietary fiber, proteins, minerals, and bioactive compounds. This study evaluates the impact of adding oat flour (*Avena sativa*) on the nutritional composition of purees made from two mango varieties: Tommy Atkins and Criollo, both widely cultivated and consumed in various tropical regions.

The research compares differences in macronutrient composition, including carbohydrates, proteins, and fats, as well as the dietary fiber profile and its effect on the digestibility of the final product. Additionally, essential micronutrients such as vitamins A, C, and E, and minerals like calcium, iron, and zinc are analyzed to determine the impact of fortification on the nutritional quality of the puree.

Furthermore, the antioxidant properties of the enriched formulations are examined by evaluating their free radical reduction capacity through spectrophotometric methods, allowing the identification of potential health benefits, particularly in preventing oxidative stress.

The study also considers sensory aspects and consumer acceptability of the fortified product by assessing parameters such as texture, flavor, and appearance, which are essential for consumer preference. The obtained results will help establish the optimal formulation of oat flour-enriched mango puree, maximizing its nutritional benefits and its potential as a functional food.

Keywords: mango, *Avena sativa*, micronutrients, sensory quality, nutritional composition.

Introducción

Una dieta balanceada y saludable desde la infancia constituye un factor clave para lograr un adecuado crecimiento tanto a nivel físico como cognitivo (Unicef, 2019).

partir del medio año de vida, los bebés comienzan la fase conocida como alimentación complementaria, la cual contribuye al desarrollo continuo del microbiota intestinal y al fortalecimiento del sistema inmunológico. Por esta razón, se recomienda evitar el consumo de productos con aditivos, saborizantes o que hayan sido sometidos a procesos industriales intensivos. En su lugar, se sugiere priorizar alimentos naturales como cereales, frutas y hortalizas (Fernández-Vegue, 2018).

Las variedades Tommy Atkins y Criollo, seleccionadas para este estudio, presentan diferencias en sus características físicoquímicas, tales como color, firmeza, dulzura y acidez, lo que influye en su perfil nutricional y en su aplicabilidad en productos procesados como purés y jugos. Mientras que la variedad Tommy Atkins se caracteriza por su firmeza y menor contenido de azúcares, el mango Criollo suele presentar una mayor concentración de compuestos bioactivos y un sabor más intenso. Estas diferencias pueden impactar la estabilidad, textura y calidad del puré final, lo que hace relevante su comparación en términos de contenido nutricional y funcionalidad. (Aguirre et al., 2020).

La fortificación de alimentos es una estrategia ampliamente utilizada para mejorar el perfil nutricional de productos procesados, especialmente en poblaciones con deficiencias nutricionales. En este contexto, la harina de avena (*Avena sativa*) se considera un ingrediente altamente beneficioso debido a su contenido de fibra soluble, como los betaglucanos, además de su aporte de proteínas, minerales y antioxidantes. Su incorporación en productos a base de mango podría potenciar no solo el valor nutricional del puré, sino también mejorar su textura, viscosidad y estabilidad, aumentando su aceptación y funcionalidad como alimento saludable. (Ronco, 2013).

El mango (*Mangifera indica*) es una fruta tropical de gran valor nutricional y amplia aceptación en la dieta humana debido a su sabor, textura y riqueza en compuestos bioactivos. Su elevado contenido de vitaminas y minerales, especialmente vitamina C, vitamina A y fibra dietética, lo convierte en un alimento clave para la nutrición y la salud. Además de sus propiedades nutricionales, el mango aporta antioxidantes naturales, como carotenoides y polifenoles, que contribuyen a la prevención de enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo (Sumaya-Martínez et al., 2012).

Según datos recopilados por (Agrocalidad, 2020) Ecuador cuenta con aproximadamente 100 haciendas certificadas para la exportación y comercialización interna de mango, alcanzando una producción total de 105.585 toneladas en 2019 (CFN, 2020). No obstante, en la provincia del Guayas existen numerosos pequeños agricultores no registrados que comercializan sus productos en el mercado local o de manera informal, siendo los más afectados en situaciones de sobreproducción, lo que genera pérdidas económicas y un alto nivel de desperdicio.

En este contexto, el aprovechamiento del mango mediante su transformación en productos con mayor valor agregado, como purés fortificados, representa una alternativa viable para reducir el desperdicio y mejorar la rentabilidad de los productores. Por ello, el presente estudio tiene como propósito evaluar y comparar la contribución nutricional de purés elaborados con las variedades Tommy Atkins y Criollo, fortificados con harina de avena. Se analizará la composición de macronutrientes, el contenido de fibra, vitaminas y minerales, así como las propiedades antioxidantes de cada formulación. A través de este análisis, se busca identificar la combinación óptima que maximice los beneficios nutricionales del producto final, proporcionando información relevante para su posible aplicación en la industria alimentaria y en programas de alimentación saludable.

Material y métodos

Material

Insumos, equipos y materiales

Equipos.

- Licuadora
- Mufla
- Agitador
- Estufa
- Balanza digital
- Balanza analítica
- pH metro
- Refractómetro

Insumos.

- Ácido Ascórbico
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Agua 2.3.4

Materiales.

- Recipientes de metal
- Colador
- Placa Petri
- Vasos de precipitado
- Termómetro
- Crisol
- Frascos de vidrio
- Pipetas
- Papel toalla
- Envase de plástico
- Tubos de ensayo
- Buretas
- Cuchilla
- Pinzas
- Guantes
- Cofia

Métodos

Preparación de Muestras

Para la elaboración de los purés, se seleccionaron mangos maduros de las variedades Tommy Atkins y Criollo, asegurando que presentaran un grado de madurez homogéneo para mantener la uniformidad en las muestras. Los frutos fueron lavados con agua potable y desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio al 100 ppm durante 10 minutos para eliminar posibles contaminantes superficiales.

Posteriormente, se procedió al pelado manual y a la eliminación de semillas. La pulpa obtenida fue triturada mecánicamente hasta alcanzar una consistencia homogénea, dando lugar a los purés base de cada variedad.

Se incorporó harina de avena (*Avena sativa*) en una proporción estandarizada del 10% p/p en cada puré de mango, con el fin de mejorar el perfil nutricional del producto final. La mezcla se realizó mediante agitación mecánica a 500 rpm durante 5 minutos, garantizando una distribución uniforme de los ingredientes.

Las formulaciones obtenidas fueron sometidas a un proceso de pasteurización a 85 °C durante 5 minutos, con el objetivo de prolongar su vida útil y asegurar la inocuidad del producto. Finalmente, los purés fueron envasados en recipientes herméticos de polietileno de alta densidad y almacenados a 4 °C hasta su posterior análisis.

Análisis Nutricional

Composición de Macronutrientes

- Se realizó un análisis proximal para determinar el contenido de humedad, proteínas, grasas, carbohidratos y fibra dietética en cada formulación.
- La determinación de humedad se llevó a cabo mediante secado en estufa a 105 °C hasta peso constante.
- El contenido de proteínas se analizó utilizando el método de Kjeldahl.
- La cuantificación de grasas se realizó mediante extracción Soxhlet con hexano.
- Los carbohidratos totales fueron calculados por diferencia, mientras que la fibra dietética se determinó por el método gravimétrico enzimático.

Contenido Vitamínico

- La concentración de vitamina C y β -caroteno se determinó mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), utilizando un detector de matriz de diodos (DAD) para la cuantificación específica de los compuestos.
- Se utilizó un estándar interno y se compararon las áreas de los picos cromatográficos con los estándares de referencia.

Capacidad Antioxidante

- Se evaluó la actividad antioxidante de cada formulación mediante el ensayo de eliminación de radicales libres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).
- Se midió la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro UV-Vis, calculando el porcentaje de inhibición del radical libre.
- Los resultados fueron expresados en términos de capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de comparar las diferencias en los parámetros nutricionales entre las dos formulaciones de puré de mango fortificado.

Se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0.05$, y los análisis fueron realizados utilizando el software estadístico SPSS versión 25.

Resultados

Análisis de los Resultados

Evaluación Fisicoquímica y Microbiológica de los Purés de Mango (Tommy Atkins y Criollo)

Sólidos solubles (°Brix).

El contenido de sólidos solubles varió entre las dos variedades de mango evaluadas. En el puré elaborado con la variedad Tommy Atkins, se obtuvo un valor de 13 °Brix, mientras que, en la variedad Criollo, el contenido fue de 16 °Brix. Estos valores cumplen con los parámetros estipulados en la normativa vigente (NTE INEN EN, 2013)), lo que indica que ambas formulaciones mantienen una adecuada concentración de azúcares naturales.

pH (Potencial de Hidrógeno). Los resultados del análisis de pH mostraron diferencias mínimas entre las formulaciones. El puré de la variedad Tommy Atkins presentó un pH de 4.45, mientras que el puré de la variedad Criollo registró un pH de 4.50. A pesar de la ligera variación, ambos valores se encuentran dentro del rango permitido por las normativas alimentarias (Bedrán & Becerra, 2017) , garantizando así la estabilidad del producto final.

Rendimiento del Proceso

La eficiencia del procesamiento de los purés mostró diferencias entre las variedades. La variedad Criollo tuvo un rendimiento del 73.42 %, mientras que la variedad Tommy Atkins alcanzó un 78.93 %, lo que representa una diferencia del 5.51 %. Esta variación puede estar influenciada por factores como el contenido de fibra y la proporción de pulpa en cada variedad.

Acidez titulable.

El análisis de acidez, realizado según el método (ISO 750, 1998) , mostró valores de 0.21 % para la variedad Criollo y 0.14 % en Tommy Atkins. La diferencia del 0.07 % indica que la variedad Criollo tiene una mayor concentración de ácidos orgánicos, lo que podría influir en el perfil sensorial y la estabilidad del producto.

Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos de los purés desarrollados con las variedades de mango (A y B) fueron muy similares. Los resultados obtenidos de estos análisis se muestran en la Tabla 1 que se encuentra a continuación.

Tabla 1.

Resultado del análisis microbiológico

	Unidad	Resultado	Método	Observaciones
Coliformes Totales	UFC/g	< 10	AOAC 991.14 (ME04-PG20-PO02-7.2 M)	21st Aceptado
Coliformes fecales	UFC/g	< 10	AFNOR 3M 01/2-09/89C (ME10-PG20-PO02-7.2 M)	Aceptado
Levaduras mohos	y UFC/g	< 10	AOAC 997.02 (ME07-PG20-PO02-7.2 M)	21st Aceptado
Aerobios mesófilos	UFC/g	2.0 x 10 ¹	AOAC 966.23	21st Aceptado

Nota: Resultados del análisis microbiológico en los purés de mango, verificando la ausencia de microorganismos dañinos.

Fuente: Autora, 2022

Según los datos proporcionados por el laboratorio, un recuento inferior a 10 UFC/g se considera indicativo de ausencia de microorganismos.

Calidad física, química, microbiológica de las compotas de mango

Potencial hidrogeno (pH)

En la Tabla 2 muestra que el valor R² es de 96 %, esto explica la interacción entre el pH y el producto, mientras el coeficiente de varianza posee un valor de 1.14.

Tabla 2.

Análisis de Varianza, pH variedad A (Tommy Atkins)

Variable	N	R ²	R ² Ajustable	CV
pH	4.40	0.96	0.64	1.14

Nota: Análisis de Varianza (ANOVA) del pH en las compotas de Tommy Atkins y Criollo.

Fuente: Autora, 2022

En la Tabla 3 se observa que el valor de R² es de 99 %, esto explica la interacción entre el pH y el producto, mientras el coeficiente de varianza posee un valor de 0.18.

Tabla 3.

Análisis de Varianza, pH variedad B (Criollo)

Variable	N	R ²	R ² Ajustable	CV
pH	4.46	0.99	0.99	0.18

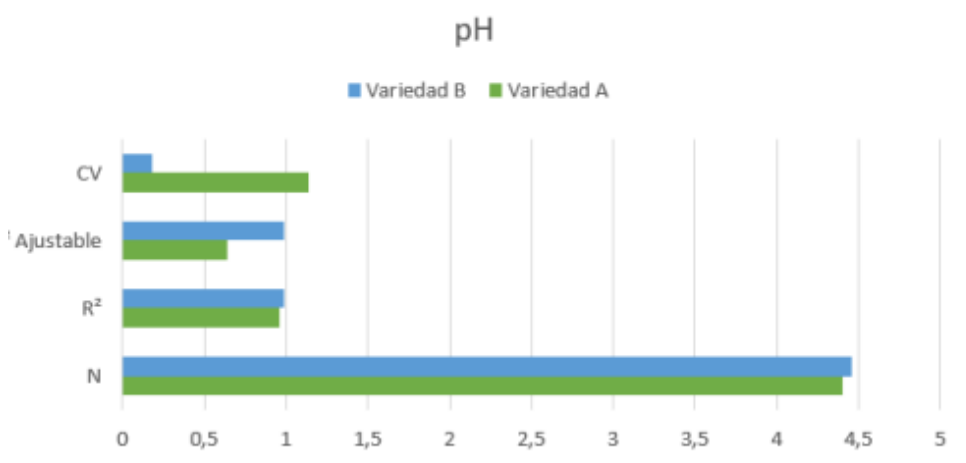
Nota: Análisis de Varianza (ANOVA) del pH en las compotas de Tommy Atkins y Criollo.

Fuente: Autora, 2022

Estos datos son posibles observarlos de forma gráfica a continuación

Figura 1.

Comparación de los datos de varianza de pH



Nota: Composición nutricional de la harina de avena en términos de energía, proteínas, fibra y minerales.

Fuente: Autora, 2022

Como se puede observar, existen datos muy similares en lo referente a la media de los porcentajes de pH y los valores de R^2 , aunque existe una gran variación en su coeficiente de varianza, información que demostraría que existe cierta diferencia entre las dos compotas.

Sólidos solubles (°Brix).

En la Tabla 4 se observa que el valor de R^2 es de 99 %, esto explica la interacción entre los sólidos solubles y el producto, mientras el coeficiente de varianza posee un valor de 3.06.

Tabla 4.

Análisis de Varianza, °Brix variedad A (Tommy Atkins)

Variable	N	R ²	R ² Ajustable	CV
pH	13.73	0.99	0.95	3.06

Nota: ANOVA de sólidos solubles (°Brix) para evaluar la concentración de azúcares.

Fuente: Autora, 2022

En la Tabla 5 se observa que el valor de R^2 es de 99 %, esto explica la interacción entre los sólidos solubles y el producto, mientras el coeficiente de varianza posee un valor de 3.56.

Tabla 5.

Análisis de Varianza, °Brix variedad B(criollo)

Variable	N	R^2	R^2 Ajustable	CV
pH	16.18	0.99	0.94	3.56

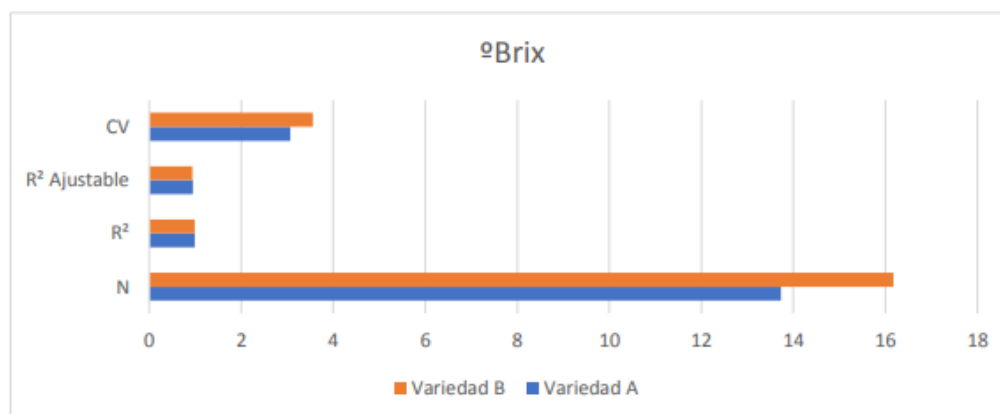
Nota: ANOVA de sólidos solubles (°Brix) para evaluar la concentración de azúcares.

Fuente: Autora, 2022

Estos datos son posibles observar de forma gráfica en la Figura a continuación.

Figura 2.

comparación de los datos de varianza, °Brix



Nota: Comparación de los datos de varianza de los sólidos solubles (°Brix), que mide la concentración de azúcares en la compota.

Fuente: Autora, 2022

Como se puede observar existen datos muy similares en lo referente a los valores de R^2 , aunque existe una gran variación en su media, información que demostraría que existe diferencia entre los valores de °Brix de las dos compotas.

Análisis microbiológico

Se analizó microbiológicamente el mejor tratamiento (T8) de las dos variedades de mango (A y B) obteniendo una mínima diferencia en el porcentaje de aerobios mesófilos dentro del rango permitido por la norma NTE INEN 2337 (2008). La determinación de los análisis microbiológicos se muestra en las Tablas 6 y 7

Tabla 6.

Análisis microbiológico en compota, Variedad B (criollo)

	Unidad	Resultado	Método	Observaciones
Coliformes Totales	UFC/g	< 10	AOAC 21st 991.14 (ME04- PG20- 7.2 M)	Aceptado
Coliformes fecales	UFC/g	< 10	AFNOR 3M 01/2-09/89C (ME10-PG20- PO02-7.2 M)	Aceptado
Levaduras mohos	y UFC/g	< 10	AOAC 21st 997.02 (ME07- PG20- 7.2 M)	Aceptado
Aerobios mesófilos	UFC/g	1.0 x 10 ²	AOAC 21st 966.23	Aceptado

Nota: Resultados microbiológicos en las compotas finales de ambas variedades.

Fuente: Autora, 2022

Información brindada por el laboratorio determina que < 10 UFC/g se considera ausencia de microorganismo.

Tabla 7.

Análisis microbiológico en compota, Variedad A (Tommy Atkins)

	Unidad	Resultado	Método	Observaciones
Coliformes Totales	UFC/g	< 10	AOAC 21st 991.14 (ME04- PG20- 7.2 M)	Aceptado
Coliformes fecales	UFC/g	< 10	AFNOR 3M 01/2-09/89C (ME10-PG20- PO02-7.2 M)	Aceptado
Levaduras mohos	y UFC/g	< 10	AOAC 21st 997.02 (ME07- PG20- 7.2 M)	Aceptado
Aerobios mesófilos	UFC/g	1.1 x 10 ²	AOAC 21st 966.23	Aceptado

Nota: Resultados microbiológicos en las compotas finales de ambas variedades.

Fuente: Autora, 2022

Información brindada por el laboratorio determina que < 10 UFC/g se considera ausencia de microorganismo.

Acidez titulable

La medición del porcentaje de acidez en las compotas se realizó por el método (ISO 750, 1998) en el mejor tratamiento (T8) de cada variedad. Siendo aquella compota elaborada con la variedad A (Tommy Atkins) con un valor superior de 0.63 % mientras que aquella elaborada con la variedad B (criollo) obtuvo un valor del 0.56 % dando como resultado una diferencia del 0.07 % valor que permanece desde el puré utilizado como materia prima para su elaboración.

Proteínas y Fibra

El análisis del contenido proteico, basado en la metodología AOAC 21st 920.87, mostró que la compota de Tommy Atkins presentó un 0.37 %, mientras que la variedad Criollo tuvo un 0.16 %, reflejando una diferencia del 0.21 %.

En cuanto a la fibra, los valores obtenidos con el método AOAC 21st 978.10 fueron de 0.14 % en Tommy Atkins y 0.13 % en Criollo, mostrando una diferencia mínima del 0.01 %.

Análisis sensorial de las compotas

Se llevó a cabo una evaluación sensorial mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), utilizando un panel de 20 participantes sin entrenamiento previo. Se analizaron cuatro atributos: color, olor, sabor y textura, mediante una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 representa una valoración negativa y 5 indica una alta preferencia (Incap, 2020).

Variedad A (Tommy Atkins)

El análisis del QDA de los tratamientos de compota para la variedad A (Tommy Atkins) se presenta en la Figura 3.

Figura 3.

QDA de tratamiento de compota, Variedad A



Nota: QDA (Quantitative Descriptive Analysis) del mejor tratamiento en la compota Variedad A (Tommy Atkins), mostrando los atributos sensoriales evaluados.

Fuente: Autora, 2022

El tratamiento T8 obtuvo la mejor calificación en textura con un promedio de 4.05, seguido por T10 y T4. En términos de sabor, el tratamiento T10 destacó con un puntaje de 4.1, mientras que T8 y T7 mostraron valores similares.

Cada atributo fue analizado considerando la percepción de los panelistas en relación con la materia prima utilizada, la homogeneidad del color, la intensidad del aroma y el dulzor característico de la fruta.

En la Tabla 8 se muestran los promedios obtenidos a partir del análisis sensorial que fueron generados por Design Expert versión 11.

Tabla 8.

Promedios de atributos generados en el QDA para compota de variedad A

	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
T1	4.3	3.55	3.9	3.35
T2	3.85	3.8	3.65	3.4
T3	4.05	3.85	3.9	3.55
T4	3.95	3.8	3.25	3.7
T5	3.85	3.4	3.6	3.6
T6	3.3	3.6	3.65	3.15
T7	4.1	3.55	4	3.6
T8	4.45	3.65	4.05	4.05
T9	4	3.45	3.65	3.5
T10	3.85	3.55	4.1	3.8
T11	3.8	3.8	3.85	3.55

Nota: Evaluación sensorial de la compota Variedad A (Tommy Atkins), con análisis de atributos de color, olor, sabor y textura.

Fuente: Autora, 2022

La Tabla 9 muestra la fórmula idónea para compota designada por Design Expert 11.

Tabla 9.

Fórmula idónea designada por Design expert 11 para compota

Ingredientes	(%)	(g)
Puré de mango	70	350
Harina de avena	4	20
Agua	25	125
Ácido Ascórbico	1	5
Total	100	500

Nota: Evaluación sensorial de la compota Variedad A (Tommy Atkins), con análisis de atributos de color, olor, sabor y textura.

Fuente: Autora, 2022

Tras el análisis de los datos obtenidos a partir de la interpretación del QDA y la información proporcionada por el software Design Expert versión 11, se identificó un tratamiento que presenta uniformidad en los atributos evaluados, mostrando similitudes con la opción óptima sugerida por el programa, como se detalla en la Tabla 10 y Fuente: Autora, 2022

Figura 4.

Tabla 10.

Tratamientos elegidos por Design Expert y QDA

Tratamiento	Color	Sabor	Olor	Textura
Design Expert	3.93	3.48	3.86	3.59
T8	4.45	3.65	4.05	4.05

Nota: Evaluación sensorial de la compota Variedad A (Tommy Atkins), con análisis de atributos de color, olor, sabor y textura.

Fuente: Autora, 2022

Figura 4.

Representación de los tratamientos para la compota



Nota: Representación gráfica de los tratamientos escogidos para la compota basados en el software Design Expert 11.

Fuente: Autora, 2022

En la Tabla 11 se presenta el modelo lineal creado para el parámetro color donde el análisis de varianza indique un valor de F de 6.62 señalando significancia en el modelo. Se posee un 2.02% de p-valor refiriendo a la probabilidad de crecimiento en los valores de F.

Tabla 11.

ANOVA de color para compota de variedad A

F.V.	SC.	df	CM	F	p - valor	
Modelo	0.5498	2	0.2749	6.62	0.0202	significancia
Línea de mezcla	0.5498	2	0.2749	6.62	0.0202	
Error	0.3325	8	0.0416			
Total	0.8823	10				

Nota: Evaluación sensorial de la compota Variedad A (Tommy Atkins), con análisis de atributos de color, olor, sabor y textura.

Fuente: Autora, 2022

En la Tabla 12 se muestra un valor de R² de 0.62 lo que explica las interacciones de las combinaciones en relación al color, el coeficiente de varianza que se obtuvo fue de 5.15 %

Tabla 12.

Estadística de ajuste de color en compota con variedad A

Análisis de Varianza	
Variable	0.2039
N	3.95
C.V. %	5.15
R²	0.6232
R² ajustado	0.5290
R² pronosticado	0.1715

Nota: Evaluación sensorial de la compota Variedad A (Tommy Atkins), con análisis de atributos de color, olor, sabor y textura.

Fuente: Autora, 2022

En base a los datos ingresados en el Software se generó la siguiente ecuación lineal.

$$color = 4,19 * A + 4,19 * B + 3,29 * C$$

Dónde:

A= puré de mango

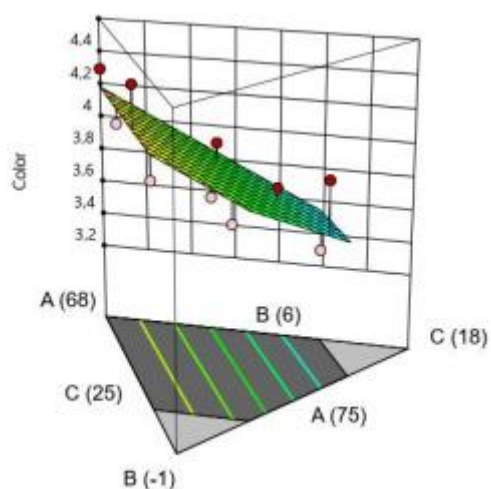
B= harina de avena

C= Agua

En la Figura 5, los puntos rojos muestran los valores con mayor relevancia, siendo las restricciones las mismas que se aplican en la ecuación, mostrada con anterioridad

Figura 5.

Uniformidad de color de la compota con Variedad A



Nota: Comparación de atributos sensoriales de la compota Variedad A (Tommy Atkins), analizando color, olor, sabor y textura.

Fuente: Autora, 2022

El modelo de cuarto grado desarrollado para el parámetro de olor muestra un valor de F de 37.90 en el análisis de varianza (ANOVA), lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo. Además, se obtuvo un p-valor de 0.026 y una probabilidad de error del 0.0041 %. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 13

Tabla 13.

ANOVA de olor para compota con Variedad A

F.V.	SC.	df	CM	F	p - valor	
Modelo	0.6173	8	0.0772	37.90	0.0260	significancia
Línea de mezcla	0.2786	2	0.1393	68.41	0.0144	
AB	0.0128	1	0.0128	6.29	0.1289	
AC	0.0262	1	0.0262	12.87	0.0697	
BC	0.0504	1	0.0504	24.77	0.0381	
A ² BC	0.0200	1	0.0200	9.84	0.0884	
AB ² C	0.1350	1	0.1350	66.29	0.0148	
ABC ²	0.0235	1	0.0235	11.53	0.0769	
Error	0.0041	2	0.0020			
Total	0.6214	10				

Nota: Evaluación sensorial de la compota Variedad A (Tommy Atkins), con análisis de atributos de color, olor, sabor y textura.

Fuente: Autora, 2022

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que la variedad de mango empleada en la elaboración de compotas fortificadas influye significativamente en las características fisicoquímicas y nutricionales del producto final. La selección de la materia prima es un factor determinante en la composición de sólidos solubles, pH, contenido de proteínas y fibra, lo que repercute en la calidad y aceptación del producto dentro de los parámetros normativos establecidos.

Se identificó una diferencia en los valores de sólidos solubles (°Brix) entre los purés elaborados con las dos variedades de mango evaluadas. La variedad A presentó un valor de 13 °Brix, mientras que la variedad B alcanzó los 16 °Brix, ambos valores superiores al mínimo de 11 °Brix establecido por la norma NTE INEN 2337 para este tipo de fruta.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de (Marrugo et al., 2017) , quienes reportaron valores de 14 °Brix en productos similares. La variabilidad en los sólidos solubles puede estar relacionada con el grado de maduración de la fruta, lo que afecta el contenido de azúcares y la percepción sensorial del producto final.

En cuanto al pH, se registró una diferencia de 0.05 unidades entre los purés utilizados como materia prima, diferencia que se mantuvo en el producto final tras la fortificación con harina de avena. Sin embargo, ambos valores se encuentran dentro del rango permitido por la norma (NTE INEN-ISO 750, 2013), lo que sugiere que la estabilidad ácida del puré no se ve comprometida significativamente por la variedad de mango utilizada.

Respecto al contenido de proteínas, la variedad A (Tommy Atkins) presentó un porcentaje de 0.37 %, mientras que la variedad B (Criollo) alcanzó un 0.16 %. Aunque estos valores son inferiores a lo establecido en la norma (NTE INEN EN, 2013), son consistentes con los niveles reportados en productos comerciales disponibles en el mercado local. La baja concentración de proteínas en los purés de mango se debe a la composición intrínseca de la fruta, por lo que la fortificación con fuentes proteicas adicionales podría ser una estrategia viable para mejorar este parámetro en futuros desarrollos de productos.

En cuanto al contenido de fibra, los valores obtenidos fueron de 0.14 % para la compota elaborada con la variedad A y de 0.13 % para la variedad B, cifras dentro de los límites aceptados por la norma (NTE INEN EN, 2013), que establece un máximo de 3 g de fibra por cada 100 g de producto. A pesar de la ligera variación entre las formulaciones, ambos valores confirman la presencia de fibra dietética en el producto final, lo que refuerza su valor nutricional.

En general, los resultados obtenidos indican que la variedad de mango seleccionada influye en la calidad final del puré fortificado, particularmente en los parámetros de sólidos solubles, pH y contenido de macronutrientes. Sin embargo, todas las formulaciones se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por las normativas vigentes, lo que sugiere su viabilidad para la producción y comercialización de compotas enriquecidas con harina de avena. Futuras investigaciones podrían enfocarse en optimizar los niveles de fortificación y evaluar el impacto sensorial del producto en diferentes segmentos de consumidores.

Conclusiones

La fortificación del puré de mango con harina de avena representa una estrategia efectiva para mejorar su perfil nutricional, incrementando significativamente el contenido de fibra dietética, proteínas y la capacidad antioxidante del producto final. Estos beneficios no solo contribuyen a una mayor calidad nutricional, sino que también pueden potenciar el valor funcional del puré, haciéndolo más adecuado para consumidores que buscan alternativas saludables y equilibradas en su dieta diaria.

Los resultados obtenidos evidenciaron que, si bien ambas formulaciones fortificadas ofrecen mejoras nutricionales sustanciales, la variedad Criollo mostró una mayor concentración de vitamina C, lo que podría estar asociado a su composición natural y su menor grado de procesamiento. Además, este puré tuvo una mejor aceptación sensorial en términos de sabor, textura y color, lo que sugiere que su incorporación en productos comerciales podría ser más viable desde la perspectiva del consumidor.



Estos hallazgos destacan la importancia de seguir explorando estrategias adicionales de fortificación para maximizar los beneficios de los alimentos funcionales a base de frutas. Futuros estudios podrían centrarse en la adición de otros ingredientes ricos en micronutrientes, evaluar el impacto de distintos porcentajes de harina de avena en la formulación, así como investigar métodos alternativos de conservación que prolonguen la vida útil sin afectar las propiedades nutricionales y organolépticas del producto.

Asimismo, sería relevante realizar estudios de biodisponibilidad de los nutrientes presentes en el puré fortificado para comprender mejor su absorción y aprovechamiento en el organismo. Finalmente, la posibilidad de desarrollar productos derivados, como snacks, bebidas o postres a base de este puré enriquecido, abre nuevas oportunidades para la industria alimentaria y el diseño de alimentos funcionales innovadores.

Referencias bibliográficas

- Agrocalidad. (2020). *AGR-AGROCALIDAD_DE-2020-000005-C*.
https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/AGR-AGROCALIDAD_DE-2020-000005-C.pdf
- Aguirre, I. N., Bulnes, C. E., Orellana, G. A., Suazo, B. N., Modesto, M. E., Murillo, M. G., Fortin, H. D., García, H. E., Atúan, M. N., Barralaga, M. M., & Hernandez, A. M. (2020). *Trastornos Funcionales Digestivos del Lactante Functional Digestive Disorders in Infants*. 16(2). <https://doi.org/10.3823/1425>
- Bedrán, L. C. N., & Becerra, B. G. C. (2017). *ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/577cab47-c34d-4c78-bce6-6b100151e9d0/D-CD88528.pdf>



- CFN. (2020). *FICHA SECTORIAL: CULTIVO DE MANGOS GDPS-SUBG. DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2020/ficha-sectorial-4-trimestre-2020/FS-Cultivo-de-mango-4T2020.pdf>
- Fernández-Vegue, M. G. (2018). *Comité de Nutrición ALIMENTACIÓN COMPLEMENTARIA*. https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/recomendaciones_aep_sobre_alimentacio_n_complementaria_nov2018_v3_final.pdf
- Incap. (2020). *Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos*. <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- ISO 750. (1998). *Fruit and vegetable products-Determination of titratable acidity*. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/22569/cef01c3051f247398eb411358ccf25d1/ISO-750-1998.pdf>
- Marrugo, L. Y. A., Rios-Dominguez, I. C., Martínez, P. C. E., Severiche-Sierra, C. A., & Jaimes, M. osé del C. (2017). *Vista de Elaboración de un alimento tipo compota utilizando como espesante el almidón del frijol Zaragoza (Phaseolus lunatus)*. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2036>
- NTE INEN EN. (2013). *LISTADO-DE-NORMAS-INEN*. <https://solsegsa.com/wp-content/uploads/2022/05/LISTADO-DE-NORMAS-INEN.pdf>
- NTE INEN-ISO 750. (2013). *Norma técnica Ecuatoriana*. https://www.academia.edu/36881948/NORMA_TÉCNICA_ECUATORIANA_NTE_I_NEN_ISO_750_2013_PRODUCTOS_VEGETALES_Y_DE_FRUTAS_DETERMINACIÓN_DE_LA_ACIDEZ_TITULABLE_IDT_Primer_Edición
- Ronco, A. M. (2013). *La Nutritiva y Saludable Avena*. <https://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2018/11/Avena.pdf>
- Sumaya-Martínez, M. T., Sánchez, H. L. M., Torres, G. G., & García, P. D. (2012). RED DE VALOR DEL MANGO Y SUS DESECHOS CON BASE EN LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30, 826–833. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14123097005>

Unicef. (2019). *y Zimbabwe por facilitar los talleres del Estado Mundial de la Infancia. The World Business Council for Sustainable Development por su ayuda y apoyo.*
<https://www.unicef.org/media/62486/file/Estado-mundial-de-la-infancia-2019.pdf>