

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y compuestos bioactivos de un yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) endulzado con panela

Evaluation of the physicochemical properties and bioactive compounds of an arazá (*Eugenia stipitata*) yoghurt sweetened with panela (sugar cane)

María Katherine CASTILLO CEDEÑO¹, Ítalo Jair CHAVARRIA CEDEÑO¹, José Patricio MUÑOZ MURILLO²

¹ Estudiante de pregrado en la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Agrociencias, Carrera de Agroindustrias. Chone, Manabí, Ecuador.

² Docente investigador, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Agrociencias. Chone, Manabí, Ecuador.

Recibido: 20/agosto/2025. Aceptado: 7/octubre/2025.

RESUMEN

Introducción: el yogur es un producto lácteo fermentado con un consumo importante a nivel del mundo debido al importante valor nutricional y los diferentes beneficios para la salud.

Objetivos: el objetivo de la investigación fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y compuestos bioactivos de un yogur elaborado con arazá endulzado con panela.

Materiales y métodos: se utilizó un diseño experimental completamente al azar conformado por tres tratamientos que incluyeron tres porcentajes de pulpa de arazá (5, 10 y 15%). Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del yogur considerando los requisitos de la norma NTE INEN 2395. Adicionalmente, se determinó los principales compuestos bioactivos (fenoles) y capacidad antioxidante. Se evaluaron las propiedades sensoriales mediante un panel sensorial.

Resultados: la caracterización de la pulpa de arazá, reflejó un alto contenido de sólidos solubles (51,67 °Brix), baja acidez (pH 2,76), elevada viscosidad (1844,97 cP) y presencia de compuestos bioactivos como fenoles totales (1,04 mg GAE/g)

y actividad antioxidante (2,44 µmol TE/g). La evaluación fisicoquímica de los yogures con diferentes concentraciones de pulpa y endulzados con panela arrojó diferencias significativas ($p < 0,05$), con mayor contenido de pH en T1 (3,98%), acidez titulable (1,58%), en tanto que T2 mantuvo una mayor turbidez (100.373 NTU), viscosidad (377,27 cP), proteína (2,12%) y grasa (3,26%). El análisis del color mantuvo una tendencia a colores verdes y amarillos. El análisis microbiológico determinó que los tratamientos mostraron ausencia de coliformes y *E. coli*, y valores de mohos y levaduras dentro de los máximos y mínimos de la norma INEN 2395. El tratamiento T1 presentó mayor contenido de fenoles (145,72), mientras que T3 mostró mayor capacidad antioxidante (126,43). El análisis sensorial fue mejor en T2 en el olor (4,23), textura (3,97) y sabor (4,07).

Conclusiones: se concluye que el tratamiento T2 obtuvo un buen equilibrio entre propiedades fisicoquímicas, estabilidad microbiológica, compuestos bioactivos y aceptación sensorial.

PALABRAS CLAVE

Antioxidantes, lácteos, metabolitos secundarios, nutrición.

ABSTRACT

Introduction: Yogurt is a fermented dairy product that is widely consumed around the world due to its high nutritional value and various health benefits.

Correspondencia:
Castillo Cedeño María Katherine
mcastillo8638@utm.edu.ec

Objectives: The objective of this study was to evaluate the physicochemical properties and bioactive compounds of yogurt made with arazá sweetened with panela.

Materials and methods: A completely randomized experimental design was used, consisting of three treatments that included three percentages of arazá pulp (5, 10, and 15%). The physicochemical and microbiological properties of the yogurt were evaluated according to the requirements of standard NTE INEN 2395. In addition, the main bioactive compounds (phenols) and antioxidant capacity were determined. Sensory properties were evaluated by a sensory panel.

Results: The characterization of the arazá pulp showed a high content of soluble solids (51.67 °Brix), low acidity (pH 2.76), high viscosity (1844.97 cP) and the presence of bioactive compounds such as total phenols (1.04 mg GAE/g) and antioxidant activity (2.44 µmol TE/g). The physicochemical evaluation of yogurts with different concentrations of pulp and sweetened with panela showed significant differences ($p < 0.05$), with higher pH content in T1 (3.98%), titratable acidity (1.58%), while T2 maintained higher turbidity (100,373 NTU), viscosity (377.27 cP), protein (2.12%) and fat (3.26%). The color analysis maintained a tendency to green and yellow colors. The microbiological analysis determined that the treatments showed an absence of coliforms and *E. coli*, and values of molds and yeasts within the maximum and minimum values of INEN 2395. Treatment T1 showed higher phenol content (145.72), while T3 showed higher antioxidant capacity (126.43). Sensory analysis was better in T2 in odor (4.23), texture (3.97) and flavor (4.07).

Conclusions: It is concluded that treatment T2 achieved a good balance between physicochemical properties, microbiological stability, bioactive compounds, and sensory acceptance.

KEY WORDS

Antioxidants, dairy, secondary metabolites, nutrition.

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos naturales ha mostrado un crecimiento favorable en los últimos años debido a la preocupación por una dieta que no solo satisfaga las necesidades básicas de nutrición, sino que también promueva el bienestar integral de las personas, a nivel mundial, lo que a su vez responde a la necesidad de encontrar alternativas alimenticias que combinen beneficios para la salud con un impacto ambiental reducido¹. En este contexto, las frutas tropicales y endulzantes naturales, por sus propiedades nutricionales y bioactivas, han cobrado un interés especial; sin embargo, persiste una brecha en el desarrollo de productos que aprovechen los recursos locales en países megadiversos, donde los ingredientes autóctonos aún no han alcanzado todo su potencial en la industria alimentaria², considerándose que el uso

de recursos locales en la producción de alimentos puede ser una herramienta clave para mejorar la seguridad alimentaria y fomentar el desarrollo rural³.

Frente al importante reconocimiento del Ecuador por su riqueza en biodiversidad, la agroindustria enfrenta diversos desafíos relacionados con la diversificación de su oferta, especialmente en lo que respecta a la valorización de ingredientes desarrollados dentro del entorno local⁴; dentro de este ámbito, los lácteos han destacado por su valioso aporte de nutrientes esenciales, como proteínas de alta calidad, calcio, vitaminas A, D y B12, así como minerales como el fósforo y el magnesio, los desempeñan un importante rol en la salud ósea, favoreciendo la mineralización y el mantenimiento de la densidad de los huesos, especialmente durante el crecimiento infantil⁵.

El yogur es un producto lácteo fermentado por la acción de cultivos bacterianos específicos sobre la leche, principalmente por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, los cuales convierten la lactosa presente en la leche en ácido láctico, lo que provoca la coagulación de las proteínas y da lugar a la textura característica del yogur⁶. Este producto se caracteriza por ser una fuente rica en proteínas, calcio y vitaminas, además de la presencia de probióticos, microorganismos vivos que pueden aportar beneficios a la salud intestinal al mejorar el equilibrio de la microbiota⁷.

El arazá (*Eugenia stipitata*) es una fruta tropical originaria de la región amazónica de Sudamérica, conocida por ser una fuente importante de vitamina C, antioxidantes, fibra dietética y minerales como el potasio y el calcio⁸. La alta concentración de vitamina C lo convierte en un excelente aliado para fortalecer el sistema inmunológico, además de ser beneficioso para la salud de la piel y la prevención del envejecimiento celular⁹.

La panela es un producto obtenido a partir de la caña de azúcar, que se elabora mediante la evaporación del jugo de caña, sin someterlo a procesos de refinado. Este producto conserva muchos de los nutrientes naturales, como minerales esenciales como el calcio, hierro, magnesio, potasio y vitaminas del complejo B. Además, contiene antioxidantes, como los polifenoles, que ayudan a combatir el daño celular y reducir la inflamación¹⁰.

Por ello la presente investigación se desarrolla con el objetivo de evaluar las propiedades fisicoquímicas los compuestos bioactivos de un yogur elaborado con arazá (*Eugenia Stipitata*) endulzado con panela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en los predios de la Facultad de Agrociencias de la Universidad Técnica de Manabí, del cantón Chone en la provincia de Manabí, en el

Centro de Análisis Biológico y Agroalimentario (CABA) y el Laboratorio de Análisis Sensorial de la misma Facultad, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas 0° 41'19.0" de latitud sur y a 80° 7'25.1' longitud oeste, a 16 m.s.n.m con una precipitación de 665° mm una evaporación 1407° m.m y una temperatura ambiente promedio de 34°C máxima y 19,3 °C mínima.

Diseño de la investigación

Se aplicó un Diseño experimental Completamente al Azar (DCA) factorial, conformado tres concentraciones de pulpa de arazá (5, 10 y 15 %). Se utilizaron tres tratamientos con tres réplicas dando un total de 9 unidades experimentales.

Tabla 1. Diseño experimental de la investigación

Tratamiento	Código	% Pulpa Arazá	Réplica
1	T1	5	3
2	T2	10	3
3	T3	15	3

Esquema del diseño de experimento de la investigación.

Obtención del yogur de arazá endulzado con panela

Se recolectaron frutos de arazá con un buen estado de madurez y libre de deterioros físicos y microbiológicos. Se procedió con el escaldado a temperatura de 95°C por un periodo de 3 minutos para posteriormente eliminar la cáscara del fruto. La pulpa fue almacenada en fundas ziploc con sellado hermético y almacenada a temperatura de 4°C. Previo a la inclusión de la pulpa en el yogur se efectuó una caracterización fisicoquímica donde se consideraron los siguientes parámetros: Sólidos solubles (INEN NTE 380), pH (NTE INEN-ISO 1842), viscosidad (Instrumental/ Viscosímetro rotacional), actividad antioxidante (Espectrofotométrico/DPPH), fenoles totales (Espectrofotométrico/ Folin Ciocalteu) y acidez (INEN-ISO 750).

La elaboración del yogur inició con la recolección de la leche y procedió con el control de calidad de la leche donde se evaluó el contenido de pH y % de acidez. La leche se filtró con la finalidad de eliminar las impurezas y se pesaron los insumos a utilizar en la formulación (Tabla 2). Se continuó con la pasteurización a una temperatura de 90 °C por un periodo de 15 segundos. Una vez finalizada la pasteurización se bajó la temperatura a 42 °C y se agregó el inóculo utilizando una concentración del 3 % y dejó en incubación por un periodo de 6 horas a 42 °C. Posteriormente se procedió a incorporar la pulpa previamente escaldada y se homogenizó para lograr una correcta distribución en el yogur para finalmente envasarlo y conservarlo en refrigeración a 4 °C.

Tabla 2. Formulación de Materia Prima e Insumos

Detalle	T1 (5% arazá)	T2 (10% arazá)	T3 (15% arazá)
Leche entera (mL)	5000	5000	5000
Cultivo láctico (mL)	300	300	300
Panela (g)	500	500	500
Estabilizante (g)	10	10	10
Pulpa de arazá (g)	250	500	750

Mililitro (mL), gramo (g).

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del yogur

Para cada tratamiento se efectuó una valorización fisicoquímica de los tratamientos donde se consideraron los siguientes parámetros: pH (NTE INEN-ISO 1842), acidez titulable (INEN-ISO 750), turbidez (turbidímetro), viscosidad (instrumental/ viscosímetro rotacional), proteína (NTE INEN-ISO 20483), grasa (AOAC 2003.06) y análisis colorimétrico por el espacio CieLab (colorímetro digital).

El análisis microbiológico se desarrolló a partir de los requisitos de la norma INEN 2395¹⁹, donde se evaluaron los parámetros *E. coli* (NTE INEN 1529-8), Coliformes Totales (NTE INEN 1529-7), Mohos y Levaduras (NTE INEN 1529-10) y Bacterias Ácido Lácticas (Siembra en medio MRS (Man, Rogosa y Sharpe)).

Determinación de los principales compuestos bioactivos del yogur

Se llevó a cabo un análisis de los compuestos bioactivos presentes en el yogur de arazá donde determinó la presencia de polifenoles a partir de método Folin-Ciocalteu; de la misma manera, se analizó la actividad antioxidante por el método DPPH, midiendo la capacidad del producto final para neutralizar radicales libres. Las lecturas se desarrollaron mediante la utilización de un espectrofotómetro de UV-Vis de la marca GENESYS.

Evaluación sensorial del yogur de arazá endulzado con panela

Se realizó mediante un panel sensorial de 90 jueces no entrenados, los mismos que evaluaron las propiedades organolépticas como el sabor, olor, color y textura, en una escala hedónica del 1 al 5, en la que consta que la puntuación más alta es 5 y la puntuación más baja es 1. Esta actividad se realizó en el laboratorio de análisis sensorial de la Facultad de Agrociencias Extensión Chone.

Análisis Estadístico

Los resultados del estudio fueron analizados mediante la aplicación de análisis de varianza ANOVA. Consecutivamente se procedió con la comparación de medias de Tukey utilizando un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

Previo al desarrollo de las formulaciones del yogur se procedió con la caracterización de las muestras de donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de arazá

Parámetros	Unidad de medida	$\bar{x} \pm D.E$
Sólidos solubles	°Brix	51,67 $\pm$ 2,89
pH	-	2,76 $\pm$ 0,01
Viscosidad	cP	1844,97 $\pm$ 9,89
Actividad antioxidante	μ mol TE/g de pulpa	2,44 $\pm$ 0,00
Fenoles Totales	mg GAE/g de pulpa	1,04 $\pm$ 0,05
Acidez	g de ácido cítrico/100mL	0,26 $\pm$ 0,01

La tabla muestra los resultados de la composición fisicoquímica de la pulpa de arazá.

El análisis de los resultados de la caracterización fisicoquímica de las muestras de la pulpa de arazá demostró una alta presencia de sólidos solubles 51,67 $\pm$ 2,89 °Brix, que deriva

de una alta presencia de azúcares. Por su parte, el contenido de pH fue de 2,76 $\pm$ 0,01 que indica una elevada acidez del fruto, lo que contrasta con los valores de acidez titulable, el cual fue de 0,26 $\pm$ 0,01 g de ácido cítrico/100 mL que deriva de la naturaleza ácida de este tipo de frutos.

En relación a la viscosidad reportada en la pulpa de arazá se encontró como resultados un promedio de 1844,97 $\pm$ 9,89 cP relacionado al espesor de la pulpa. En cuanto a la presencia de compuestos bioactivos, se observó una actividad antioxidante de 2,44 $\pm$ 0,00 μ mol TE/g, junto con un contenido de fenoles totales de 1,04 $\pm$ 0,05 mg GAE/g.

Los resultados del análisis de varianza para el contenido de pH del yogur natural con la inclusión de los tres niveles de pulpa de arazá demostraron un comportamiento significativo ($p=0,0001$), donde se observa una disminución progresiva a medida que aumenta la concentración de la pulpa con valores de 3,98 $\pm$ 0,01 para T1, 3,92 $\pm$ 0,01 para T2 y 3,85 $\pm$ 0,02 para T3. Proporcionalmente, el contenido de acidez titulable de los tratamientos muestra una reducción significativa ($p=0,0001$) de este indicador en los tratamientos con mayor concentración de pulpa de arazá, siendo menor en el tratamiento T2 con 1,09 $\pm$ 0,06, seguido del tratamiento T3 con 1,29 $\pm$ 0,02.

El análisis de la turbidez de los yogures arrojó un comportamiento significativo ($p<0,0001$), donde se observa una superioridad numérica en el tratamiento T2 con 100.373 $\pm$ 646,63 NTU, seguido del tratamiento T1 con 92.267 $\pm$ 208,17 NTU y T3 con 60.667 $\pm$ 57,74 NTU. De la misma manera, la viscosidad de los yogures demostró diferencias significativas ($p<0,0001$) entre tratamientos donde se observa que el tratamiento T2 fue superior con 377,27 $\pm$ 3,04 cP, en tanto que los tratamientos T1 y T3 alcanzaron una menor viscosidad con 223,03 $\pm$ 1,81 cP y 223,03 $\pm$ 2,93 cP, respectivamente.

Tabla 4. Caracterización fisicoquímica del yogur elaborado con diferentes niveles de pulpa de arazá

Parámetros	T1 $\bar{x} \pm D.E$	T2 $\bar{x} \pm D.E$	T3 $\bar{x} \pm D.E$	p-valor
pH	3,98 $\pm$ 0,01 a	3,92 $\pm$ 0,01 b	3,85 $\pm$ 0,02 c	0,0001
Acidez titulable	1,58 $\pm$ 0,07 a	1,09 $\pm$ 0,06 c	1,29 $\pm$ 0,02 b	0,0001
Turbidez	92.267 $\pm$ 208,17 b	100.373 $\pm$ 646,63 a	60.667 $\pm$ 57,74 c	<0,0001
Viscosidad	223,03 $\pm$ 2,93 c	377,27 $\pm$ 3,04 a	321,23 $\pm$ 1,81 b	<0,0001
Proteína	2,02 $\pm$ 0,06 ab	2,12 $\pm$ 0,09 a	1,94 $\pm$ 0,00 b	0,0356
Grasa	2,66 $\pm$ 0,06 b	3,26 $\pm$ 0,04 a	2,50 $\pm$ 0,02 c	<0,0001
L	95,22 $\pm$ 0,01 b	95,64 $\pm$ 0,39 b	98,17 $\pm$ 0,21 a	<0,0001
a*	0,58 $\pm$ 0,03 a	-1,25 $\pm$ 0,02 b	-2,15 $\pm$ 0,17 c	<0,0001
b*	2,52 $\pm$ 0,03 c	10,51 $\pm$ 0,02 b	13,18 $\pm$ 0,06 a	<0,0001

Medias con una letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p<0,05$).

El contenido proteína de los yogures en estudio demostró diferencias significativas ($p=0,0356$) entre los tratamientos en estudio, donde el tratamiento T2 alcanzó un mayor aporte de proteína en el yogur con un promedio de $2,12 \pm 0,09$ % y menor en el tratamiento T3 con $1,94 \pm 0,00$ %. El porcentaje de grasa de los tratamientos demostró diferencias significativas ($p<0,0001$) donde se observa que el tratamiento T2 fue superior con 3,26%.

El análisis de la Luminosidad (L) en los yogures arrojó diferencias significativas ($p<0,0001$) entre tratamientos, donde se puede apreciar que el tratamiento T3 se mantuvo superior a los demás tratamientos, lo que demuestra una tonalidad más clara con $98,17 \pm 0,21$, en tanto que para los tratamientos T1 y T2 alcanzaron valores mas bajos con promedios de $95,22 \pm 0,01$ y $95,64 \pm 0,39$. El eje de la coordenada a^* demostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0,0001$), donde se observó un aumento en la fijación del color verde con el aumento de los niveles de pulpa de arazá. Por su parte, los resultados de la coordenada b^* aumentó significativamente ($p<0,0001$) con el aumento del contenido de arazá, siendo superior en el tratamiento T3 con 13,18.

Los resultados del análisis microbiológico de los yogures con diferentes niveles de arazá muestran que los en cada uno de los tratamientos se mostró la ausencia de *Escherichia coli* y Coliformes totales.

Por su parte al analizar el comportamiento de los mohos y levaduras se encontró como resultados una reducción significativa ($p=0,0397$) entre los promedios de cada tratamiento, donde el tratamiento T3 obtuvo una menor presencia de este

tipo de microorganismo con $3,06E+02$ UPC/g, a diferencia del tratamiento T1 que alcanzó un promedio de $4,10E+02$ UPC/g, destacándose la ausencia de hongos en el producto final de acuerdo al reporte de los análisis de laboratorio. Por su parte, el análisis de las bacterias ácido lácticas no mostraron diferencias significativas entre tratamientos con valores de $2,45E+08$ a $2,66E+08$ UFC/g.

Los resultados del contenido de fenoles totales del yogur con los diferentes niveles de arazá mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$) entre tratamientos, donde el tratamiento T1 presentó la mayor concentración con $145,72 \pm 0,98$ mg GAE/100g, seguido por los tratamientos T2 con $124,06 \pm 1,04$ mg GAE/100g, y T3 con $113,45 \pm 0,92$ mg GAE/100g.

Los resultados de la actividad antioxidante de los tratamientos en estudio, demostró que se encontró diferencias significativas ($p=0,0022$), donde se observa que el tratamiento T3 obtuvo mejores resultados con $126,43 \pm 5,16$ μ mol TE/100g, a diferencias de los tratamientos T1 y T2, los cuales obtuvieron un menor efecto antioxidante con valores de $116,36 \pm 0,32$ y $111,01 \pm 0,95$ μ mol TE/100g, respectivamente.

Los resultados del análisis estadístico en cuanto al sabor, se observaron diferencias significativas ($p=0,0031$), donde el tratamiento T2 alcanzó la mejor aceptación con $4,07 \pm 1,35$, compartiendo un comportamiento similar con el tratamiento T1 con $3,64 \pm 1,19$. En tanto que para el tratamiento T3 con $3,63 \pm 1,35$ el cual obtuvo una menor aceptación. Con relación al olor, los resultados muestran que el tratamiento T2 obtuvo una mejor aceptación con una puntuación de $4,23 \pm 1,05$

Tabla 5. Evaluación microbiológica de los tratamientos en estudio

Parámetros	T1 $\bar{x} \pm D.E$	T2 $\bar{x} \pm D.E$	T3 $\bar{x} \pm D.E$	p-valor
<i>E. coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-
Coliformes Totales	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-
Mohos y Levaduras	$4,10E+02 \pm 4,15E+01$ a	$3,53E+02 \pm 4,80E+01$ ab	$3,06E+02 \pm 1,45E+01$ c	0,0397
Bacterias Ácido Lácticas	$2,45E+08 \pm 1,85E+07$ a	$2,52E+08 \pm 5,03E+06$ a	$2,66E+08 \pm 5,77E+05$ a	0,1336

Medias con una letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p<0,05$).

Tabla 6. Evaluación de los compuestos bioactivos del yogur con diferentes niveles de pulpa de arazá

Parámetros	T1 $\bar{x} \pm D.E$	T2 $\bar{x} \pm D.E$	T3 $\bar{x} \pm D.E$	p-valor
Fenoles totales	$145,72 \pm 0,98$ a	$124,06 \pm 1,04$ b	$113,45 \pm 0,92$ c	$<0,0001$
Actividad antioxidante (DPPH)	$116,36 \pm 0,32$ b	$111,01 \pm 0,95$ b	$126,43 \pm 5,16$ a	0,0022

Medias con una letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p<0,05$).

Tabla 7. Evaluación sensorial mediante panel de jueces no entrenado

Parámetros	T1 $\bar{x}\pm D.E$	T2 $\bar{x}\pm D.E$	T3 $\bar{x}\pm D.E$	p-valor
Sabor	3,64 $\pm$ 1,19 a	4,07 $\pm$ 1,35 a	3,63 $\pm$ 1,35 b	0,0031
Olor	3,71 $\pm$ 1,07 b	4,23 $\pm$ 1,05 a	3,83 $\pm$ 1,20 b	0,0013
color	3,28 $\pm$ 1,25 a	3,56 $\pm$ 1,20 a	3,53 $\pm$ 1,19 a	0,2082
Textura	3,54 $\pm$ 1,25 b	3,97 $\pm$ 1,19 a	3,81 $\pm$ 1,21 ab	0,0405

Medias con una letra en común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

siendo estadísticamente diferentes a los tratamientos T1 con $3,71 \pm 1,07$ y T3 con $3,83 \pm 1,20$.

Por su parte, al analizar el comportamiento del color no se reportó diferencias significativas ($p = 0,2082$), demostrándose una aceptación similar entre los tratamientos en estudio con promedios que oscilaron entre 3,28 y 3,56. En cuanto al análisis de la textura, se encontró diferencias significativas ($p = 0,0405$), donde el tratamiento T2 obtuvo la mejor puntuación con $3,97 \pm 1,19$, seguida del tratamiento T3 con $3,81 \pm 1,21$ y T1 $3,54 \pm 1,25$.

DISCUSIÓN

Como se observó en los resultados del estudio, se encontró una alta presencia de sólidos totales en la pulpa de arazá que deriva de la presencia de azúcares naturales en la pulpa, a pesar de que en investigaciones preliminares se encontró valores que oscilaron entre 2,50 a 5,00%¹¹. Por su parte, la evidencia de valores de pH indica una alta acidez natural del fruto, la cual es atribuible principalmente a compuestos como ácido cítrico y ascórbico, como lo documentado previamente por Acosta-Vega et al.¹² donde se documentó un pH en la pulpa de 2,40. En contraste con los valores de acidez, los resultados de¹³ documentan rangos de 0,672 y 0,409%, siendo superior al reportado en esta investigación.

En cuanto a la viscosidad la pulpa se encontró valores relativamente altos sobre este indicador que demuestra la presencia de una pulpa altamente concentrada, posiblemente debido a elevado contenido de pectinas y polisacáridos¹⁴. Por otra parte, como se observó en los resultados de la capacidad antioxidante de la pulpa muestra valores cercanos a los reportados por¹¹ quienes reportan valores de $1,18 \mu\text{mol TE/g}$ de pulpa, en tanto que para el contenido de fenoles muestran valores de fenoles de $3,25 \text{ mg GAE/g}$ en extracto etanólico.

Con relación a los valores del contenido de pH y acidez titulable se encontró una reducción significativa con los mayores niveles de pulpa de arazá, sin embargo, los valores de Elera et al.¹⁵, en yogures endulzados con panela son superiores a los reportados en esta investigación con promedios de 4,33 a 4,41, junto a un mayor contenido de acidez que dis-

minuyó con el aumento de los niveles de panela con valores de 0,97 a 0,95%. De acuerdo con Priyashantha et al.¹⁶ en la producción convencional de yogurt el pH alcanza un valor promedio de 4,20 y a aproximadamente 0,81–0,90 g de ácido láctico por 100 g de yogurt.

Los valores del turbidez y viscosidad fueron superiores en el tratamiento T2 con un nivel de inclusión de 10% de pulpa de arazá, lo que demuestra un producto con una textura muy densa que puede reducir la sinéresis y textura del producto final¹⁷. Resultados de Al-Bedrani et al.¹⁸, documentan valores de 7000 cP en la viscosidad de yogures naturales elaborados con leche de vaca, siendo este valor superior al reportado en esta investigación.

De la misma manera se observa que el tratamiento T2 alcanzó un mayor contenido de proteína y grasa, lo que contrasta con una mayor capacidad de retención de este tipo de compuestos que a su vez reduce la sinéresis y da lugar a una mejor textura en el producto final¹⁵. De acuerdo con los requisitos de la NTE INEN 2395¹⁹, el contenido mínimo de proteína es de 2,7%, el cual no se cumple en ninguno de los tratamientos, sin embargo, se muestra un valor más cercano con el tratamiento T2. Por su parte, el contenido de grasa se mantuvo dentro de los parámetros de la norma, donde se considera un mínimo de 2,5%.

El análisis del color demostró que el tratamiento T3 mantuvo valores superiores en la Luminosidad, la coordenada a^* y la coordenada b^* , los cuales muestran una tendencia a tonos verdes con amarillo más intenso al aumentar la concentración de la pulpa de arazá, la cual se caracteriza por la presencia de carotenoides como luteína, β -cryptoxanthin, zeinoxanthin presentes en pulpa y cáscara²⁰. Por su parte, Cichońska et al.²¹ efectuaron una evaluación del color mediante el espacio de color Cielab documentan valores de luminosidad de 69,81 a 70,49, en la coordenada a^* de 2,66 a 289 y sobre la coordenada b^* valores de 19,97 a 20,28.

La evaluación microbiológica de los tratamientos en estudio demostró la ausencia de *E. coli* y coliformes totales demostrando el cumplimiento de los requisitos de la NTE INEN 2395¹⁹. En cuanto a los requisitos de mohos y levaduras se encontró va-

lores dentro de los rangos máximos y mínimos descritos en la normativa, sin embargo, se debe considerar una reducción significativa al aumentar la concentración de la pulpa de arazá, la cual contiene metabolitos secundarios como fenoles, flavonoides y terpenoides que desempeñan actividades antifúngicas (Porto et al.²²).

Con relación a las bacterias ácido lácticas no se encontró diferencias significativas entre tratamientos, independientemente del nivel de inclusión de pulpa de arazá. En este sentido Dinatale et al.²³ destacan que la mayor parte de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, las cuales han demostrado inhibir el crecimiento de mohos y levaduras por medio de la producción de ácidos orgánicos y compuestos antifúngicos y reducir la presencia de sabores indeseables en el producto final, además de actuar como probióticos en la salud intestinal. La normativa INEN 2395¹⁹ destaca que en yogures el requisito mínimo de bacterias probióticas 10⁶ UFC/g, sin embargo, los resultados del estudio son superiores.

El análisis del contenido fenólico del yogur de los yogures mostró una reducción significativa con el aumento de la concentración de la pulpa de arazá, sin embargo, los resultados del estudio se encuentran superiores a los reportados por Pădureț et al.²⁴ en diferentes muestras de yogur de leche de vaca con un promedio de 8,48 mg de GAE por 100g, destacando que el yogur es un medio viable para la entrega de compuestos fenólicos que derivan de frutas, ya que el bajo contenido de pH favorece la estabilidad en el producto final.

En este mismo sentido, los análisis de la capacidad antioxidante muestran un aumento proporcional en la actividad antioxidante, lo que pudo ser influenciado por la presencia de diferentes metabolitos secundarios de la pulpa de arazá como compuestos fenólicos y carotenoides de acuerdo con Acevedo-López et al.²⁵, los cuales han demostrado reducir estrés oxidativo dietario a través de los procesos de captación de los radicales libres, lo que además trae una mejora proporcional del perfil funcional del yogur, lo que contrasta con resultados expuestos por Minj y Vij²⁶, al utilizar materias primas diferentes muestran una mejora sobre la capacidad antioxidante la misma que osciló entre 68,336 $\mu\text{mol}/\text{TEAC}$ y 3972,04 $\mu\text{mol}/\text{L TEAC}$. Por su parte, resultados de Ünal et al.²⁷ exponen una capacidad antioxidante de 51,20 y 34,99 $\mu\text{mol TE}^{\vee}/\text{g}$, los cuales son inferiores a los resultados expuestos en esta investigación.

En este contexto, se debe destacar que a pesar de encontrarse la posibilidad de valores de azúcares añadidas que superen los rangos de consumo recomendados en la dieta diaria, se destaca un aporte importante de nutrientes adicionales en el producto final, además de la contribución en la mejora sobre la salud intestinal debido a la presencia de bacterias lácticas beneficiosas (Brito et al.²⁸).

Los análisis de la aceptación sensorial de muestran una mejor tendencia en la aceptación en el tratamiento T2, el cual se

caracteriza por una mayor viscosidad que contrasta con una textura más cremosa, que influyó favorablemente sobre la aceptación final, sin embargo, se observa que el tratamiento T1 mantuvo un comportamiento similar. Resultados expuestos por Gaibor et al.²⁹, describen puntuaciones de 4,00 a 5,50, los cuales están cercanos a los reportados en esta investigación, con relación a los atributos color, olor y sabor. Dentro de este contexto, los criterios de Carrasquero-Ferrer et al.³⁰, destacan que el aumento de los niveles de acidez influye sobre la percepción sensorial de los sabores del yogur, lo que se compagina con los resultados de este estudio donde a mayor concentración de pulpa de arazá redujo la acidez y consiguó una menor aceptación del sabor.

CONCLUSIONES

El estudio demostró que la incorporación de los tres niveles de pulpa de arazá endulzado con panela influye significativamente en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, funcionales y sensoriales del yogur. Entre los tratamientos evaluados, la utilización del 10 % de pulpa (T2) alcanzó una mayor aceptabilidad sensorial con relación a las variables sabor, olor y textura. De la misma manera, se obtuvo un mayor contenido de proteína, grasa, viscosidad y turbidez, además de valores aceptables de pH y acidez, sin embargo, se destaca que al efectuarse el consumo de este tipo de producto se debe restringir el consumo de otros azúcares añadidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la investigación agradecen al Centro de Análisis Biológico y Agroalimentario (CABA) por la apertura en los Laboratorios para el desarrollo del presente trabajo investigativo.

REFERENCIAS

- Bermejo M, Aparicio A, Loria V, López M, Ortega R. Importancia de la nutrición en la defensa inmunitaria. Papel de la leche y sus componentes naturales. *Nutr Hosp.* 2021;38(SPE2):17–22. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.3791>
- Herrera L, La Torre S, Gómez Y, Vidal F. Frecuencia de consumo de lácteos y derivados e indicadores antropométricos en adultos de Lima-Perú. *Nutr Clin Diet Hosp.* 2024;44(2). <https://doi.org/10.12873/442herrera>
- Martínez Ó, Iriando A, Gómez J, Castillo M. Nuevas tendencias en la producción y consumo alimentario. *Empresa Nacional Mercasa.* 2021;(1):51–62. <https://digital.csic.es/handle/10261/253463>
- Flores R. Desafíos para la transformación de los sistemas productivos agrarios. *Ecuador Debate.* 2022;(115):173–85. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/18815>
- Carrizo A. Seguridad alimentaria en productos lácteos crudos en Panamá. *Rev Plus Econ.* 2024;12(1):74–86. <https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/699>

6. González R, Hernández J, Méndez N, Martínez N, López Á. ¿Cómo determinar si un yogurt tiene probióticos? *Scientific Journal Care & Tech.* 2024;2(2):39–51. <https://doi.org/10.69821/caretech.v2i2.18>
7. Ortega M, Jiménez AI, Loria V, Aparicio A, Lozano C, López M. El yogur como alimento fermentado de consumo diario saludable y sostenible. Recomendaciones a la población. *Nutr Hosp.* 2024;41(SPE3):31–6. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.05454>
8. Falconí J, Valdiviezo C, Ramírez L. Predicción del tiempo de liofilización del arazá (*Eugenia stipitata*) mediante modelos matemáticos. *Ecuadorian Science Journal.* 2021;5(4):89–97. <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.172>
9. Montes J, Franco C. El lado agrídulce de la panela: comprensiones del cambio tecnológico en una controversia mediática por una patente. *Signo y Pensamiento.* 2024;43. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.syp43.lapc>
10. Bastos L, Mogrovejo J, García N. La panela del Catatumbo, una alternativa agroindustrial con perfil internacional. *Rev Espacios.* 2020;41(25):159–70. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/372>
11. Nóvoa Y, Valente I, Rosa N, Carneiro S, Meller L, Da Cruz A. Preparation and characterization of natural deep eutectic solvents (NADESs): Application in the extraction of phenolic compounds from araza pulp (*Eugenia stipitata*). *Foods.* 2024;13(13):1983. <https://doi.org/10.3390/foods13131983>
12. Acosta-Vega L, Moreno DA, Cuéllar Álvarez LN. Arazá: *Eugenia stipitata* Mc Vaught as a potential functional food. *Foods.* 2024;13(15):2310. <https://doi.org/10.3390/foods13152310>
13. Gómez J, Zuta V. Capacidad antioxidante y contenido de fenoles en una bebida de *Eugenia stipitata* edulcorado con Stevia. *Rev Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería.* 2022;5(1):29–35. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v4i3.805>
14. Trujillo-Candela D, Álvarez LNC, Sánchez-Garzón FS, Nerio LS. Improvement of Storage Stability of Lutein Contained in Arazá Pulp Through Microencapsulation Process. *Curr Res Nutr Food Sci J.* 2024;12(1):462–70. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.12.1.37>
15. Aponte D, Montes N, Chungam W. Whipped yogurt with organic panela and coffee: an innovation for the dairy industry. *Brazil J Food Technol.* 2025;28:e2024115. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11524>
16. Priyashantha H, Madushan R, Pelpolage SW, Wijesekara A, Jayarathna S. Incorporation of fruits or fruit pulp into yoghurts: recent developments, challenges, and opportunities. *Front Food Sci Technol.* 2025;5:1581877. <https://doi.org/10.3389/frfst.2025.1581877>
17. Arab M, Yousefi M, Khanniri E, Azari M, Ghasemzadeh-Mohammadi V, Mollakhalili-Meybodi N. A comprehensive review on yogurt syneresis: Effect of processing conditions and added additives. *J Food Sci Technol.* 2023;60(6):1656–66. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05403-6>
18. Al-Bedrani D, AlKaisy H, Rahi K. Evaluation of milk source on physicochemical, texture, rheological and sensory properties of yogurts. *J Appl Nat Sci.* 2023;15(1):128. <https://doi.org/10.31018/jans.v15i1.4269>
19. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2395. Leches fermentadas. Requisitos. Instituto Ecuatoriano De Normalización; 2011.
20. Garzón A, Narváez-Cuenca E, Kopec E, Barry M, Riedl K, Schwartz J. Determination of carotenoids, total phenolic content, and antioxidant activity of Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), an Amazonian fruit. *J Agric Food Chem.* 2012;60(18):4709–19. <https://doi.org/10.1021/jf205347f>
21. Cichońska P, Domian E, Ziarno M. Application of optical and rheological techniques in quality and storage assessment of the newly developed colloidal-suspension products: yogurt-type bean-based beverages. *Sensors.* 2022;22(21):8348. <https://doi.org/10.3390/s22218348>
22. Porto, C., Maia, L., Rodrigues, S., Fernandes, A., & Campelo, P. Influence of cold plasma processing on the stability of phenolic compounds of Araça-Boi (*Eugenia stipitata*) juice. *Processes.* 2023;12(1):73. <https://doi.org/10.3390/pr12010073>
23. Dinatale F, Maldonado E, Cardozo L, Insfran I. Recuento de mohos y levaduras en yogurt comercializado en los supermercados de la ciudad de Limpio, Paraguay. *Compendio Ci Vet.* 2023;13(1):12–16. <https://revistascientificas.una.py/index.php/comp/article/view/3876>
24. Pădureț S, Ghinea C, Prisacaru E, Leahu A. Physicochemical, textural, and antioxidant attributes of yogurts supplemented with black chokeberry: fruit, juice, and pomace. *Foods.* 2024;13(20):3231. <https://doi.org/10.3390/foods13203231>
25. Acevedo-López A, Morales-Rojas F, González-Correa H. Characterization of Phenolic Compounds in the Fruit *Eugenia stipitata* Mac Vaughn (Arazá)-a Systematic Review. 2023;1–11. <https://doi.org/10.20944/preprints202310.1024.v1>
26. Minj, J., & Vij, S. Determination of synbiotic mango fruit yogurt and its bioactive peptides for biofunctional properties. *Frontiers in Chemistry.* 2025;12:1470704. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1470704>
27. Ünal G, Özer E, Akdeniz V, Şen F, Tüzel Y. Microbiological, antioxidant, and sensory properties of probiotic yoghurt enriched with different strawberry varieties. *Mljekarstvo.* 2025;75(1):41–5. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2025.0104>
28. Britos, S., Katz, M., Flax-Marco, F., Torresani, E., y Vinderola, G. Impacto de la fermentación de la leche en las características microbiológicas, fisicoquímicas y nutricionales del yogur. *Actualización en Nutrición.* 2025;26(1):1-9. <https://doi.org/10.48061/SAN.2025.26.1.27>
29. Gaibor L, Vargas P, Carrasco Á, Cruz C, Alcívar C. Elaboración de yogurt vegano, a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*) con diferentes concentraciones de edulcorantes y microorganismos. *Rev Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology.* 2024;4(2):22–32. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20242.993>
30. Carrasquero-Ferrer S, Castro CS, Parrales IC, Ortega AB. Aprendizaje experiencial de la fermentación láctica a través de la producción de yogur mediante el método semidirecto. *Rev Conrado.* 2025;21(105):e4518. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/4518>