

## Yogur tipo II con adición de pulpa de acaí (*Euterpe oleracea* Mart) edulcorado con *Stevia rebaudiana*

*Type II yogurt with the addition of acai pulp (*Euterpe oleracea* Mart) sweetened with *Stevia rebaudiana**

Fabián Ponce-Fuentes<sup>1</sup>, Elena Ponce-Fuentes<sup>1</sup>, Patricio Muñoz-Murillo<sup>1,2</sup>, Jordan García-Mendoza<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Procesos Agroindustriales, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador, 130105; [fabian\\_pf\\_95@hotmail.com](mailto:fabian_pf_95@hotmail.com); [elenitaponce1@hotmail.com](mailto:elenitaponce1@hotmail.com); [jpmunoz@utm.edu.ec](mailto:jpmunoz@utm.edu.ec)

<sup>2</sup> Grupo de Investigación: Industrialización de Productos y Subproductos Agroindustriales "IPSA", Departamento de Procesos Agroindustriales, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador, 130105

\*Correspondencia: [jgmendoza4408@gmail.com](mailto:jgmendoza4408@gmail.com)

**Citación:** Ponce-Fuentes, F., Ponce-Fuentes, E., Muñoz-Murillo, P., & García-Mendoza, J., (2023). Yogur tipo II con adición de pulpa de acaí (*Euterpe oleracea* Mart) edulcorado con *Stevia rebaudiana*. *Novasinerгия*. 6(1). 36-49. <https://doi.org/10.37135/ns.01.11.03>

Recibido: 19 julio 2022

Aceptado: 12 enero 2023

Publicación: 16 enero 2023

Novasinerгия

ISSN: 2631-2654

**Resumen:** En esta investigación se evaluó el efecto de la pulpa de acaí sobre la calidad fisicoquímica, sensorial y capacidad antioxidante de un yogur tipo II edulcorado con *Stevia*. Se planteó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, el factor en estudio correspondió a las concentraciones del 5, 10 y 15% de pulpa de acaí. Se estableció tres réplicas por ensayo de formulación, respectivamente. Para las variables fisicoquímicas y de capacidad antioxidante se utilizó la prueba de Tukey, mientras que, para el perfil sensorial, fue la prueba de Kruskal Wallis. Se determinó diferencia significativa en las variables de estudio y se obtuvo los siguientes resultados: pH 3.78 – 3.79; °Brix 6.53 – 7.03%; acidez 0.90 – 1.02%; densidad 1.036 – 1.039 g/ml; sólidos totales 11.93 – 12.05%; viscosidad de 291.67 – 382.67 mPa.s; proteína 2.43 – 2.49%; grasa 1.27 – 1.57%; fenoles totales 635.80 – 2002.04 mg EAG/mL; capacidad antioxidante 0.55 – 1.84 µmol EQ Trolox/mL; el ensayo con mejor aceptación sensorial fue el A3 (15% pulpa de acaí) el cual obtuvo diferencia significativa en el atributo sabor y textura; además, presentó mejores valores en colorimetría en cuanto a Luminosidad 74.87, saturación 2.47 y tono 19.30. A excepción del contenido proteico, todos los tratamientos presentaron calidad microbiológica y fisicoquímica dentro de lo exigido por la norma INEN 2395, por otra parte, se aceptó la hipótesis planteada ya que todos los parámetros evaluados variaron significativamente en las formulaciones propuestas. El yogur con pulpa de acaí puede ser considerado como un alimento con potenciales compuestos funcionales para beneficio del consumidor.

**Palabras clave:** Capacidad antioxidante, fenoles totales, leche fermentada, sensorial.

**Abstract:** In this research, the effect of acai pulp on the physicochemical, sensory quality, and antioxidant capacity of a type II yogurt sweetened with *Stevia* was evaluated. A completely randomized experimental design with a factorial arrangement was proposed, the factor under study corresponded to the concentrations of 5, 10 and 15% of acai pulp. Three replicates per formulation trial were established respectively. The Tukey test was used for the physicochemical and antioxidant capacity variables, while the Kruskal Wallis test was used for the sensory profile. A significant difference was determined in the study variables and the following results were obtained: pH 3.78 - 3.79; °Brix 6.53 - 7.03%; acidity 0.90 - 1.02%; density 1,036 - 1,039 g/ml; total solids 11.93 - 12.05%; viscosity of 291.67 - 382.67 mPa.s; protein 2.43 - 2.49%; fat 1.27 - 1.57%; total phenols 635.80 - 2002.04 mg EAG/mL; antioxidant capacity 0.55 - 1.84 µmol EQ Trolox/mL; the test with the best sensory acceptance was A3 (15% acai pulp) which obtained a significant difference in the flavor and texture attribute, in addition, it presented better values in colorimetry in terms of Lightness 74.87, saturation 2.47 and tone 19.30. Except for the protein content, all the treatments presented microbiological and physicochemical quality within the requirements of the INEN 2395 standard, on the other hand, the proposed hypothesis was accepted since all the evaluated parameters varied significantly in the proposed formulations. Yogurt with acai pulp can be considered a food with potential functional compounds for the benefit of the consumer.

**Keywords:** Antioxidant capacity, total phenols, fermented milk, sensory.



**Copyright:** 2023 derechos otorgados por los autores a Novasinerгия.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC).

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introducción

La fruta de acaí (*Euterpe oleracea Martius*) es originaria de América Central y del Sur, es considerada la palmera más productiva de la región amazónica. Su baya es de forma globular, de 1 a 2 cm de diámetro y peso promedio de 1.5 g; lo cual depende del tipo de especie y maduración, el epicarpio es morado o verde, pero su consumo frecuentemente no se da en forma natural, necesita ser procesado. En los últimos años, el fruto del acaí ha ganado atención internacional como alimento funcional, debido a sus beneficios nutricionales y terapéuticos (Silva, Albuquerque, & Gomes, 2018), considerándose de tal forma como una súper fruta debido a su alta capacidad antioxidante y compuestos fitoquímicos (Jie *et al.*, 2012).

Diversos estudios han demostrado que el acaí presenta beneficios para la salud que están asociados con la composición química, especialmente la presencia de sustancias bioactivas (De Lima *et al.*, 2015), se han descrito sus actividades biológicas, como la acción antiparasitaria, anticancerígena o metabólica. Además, datos preclínicos recientes respaldan un potente efecto neuroprotector del acaí (Souza *et al.*, 2019), también se ha informado que esta fruta al ser un potente antioxidante natural puede utilizarse como ingrediente alternativo natural a los antioxidantes sintéticos en la industria alimentaria y farmacéutica (Danguí *et al.*, 2021).

El acaí es uno de los productos más ricos en antocianinas, compuestos fenólicos y hierro (Silva *et al.*, 2018); además, representa una fuente importante de lípidos, proteínas, fibras, minerales (Mn, Cu, Cr, B) y vitaminas. El elevado contenido de lípidos del acaí le da al producto un alto valor energético (Dos Santos *et al.*, 2008). Su pulpa se ha utilizado en la industria alimentaria como pigmento natural, extracción de aceite, dulces, cápsulas de gelatina, polvos y té (De Oliveira & Schwartz, 2018); a su vez, es empleada como aditivo en la preparación de alimentos por las poblaciones nativas del Amazonas en países como Brasil, Venezuela, Ecuador, Surinam y Colombia (Rojano *et al.*, 2011).

En Ecuador se cultiva la misma palma (*Euterpe oleracea Martius*) específicamente en el norte de la provincia de Esmeraldas en el pueblo Maldonado y en el Oriente Ecuatoriano, en la provincia de Sucumbíos y Orellana. Es por esto por lo que a nivel nacional exceptuando las provincias antes mencionadas, existe poca información y peor aún de aprovechamiento de esta fruta. En cuanto a sus usos en las provincias nombradas, generalmente se elabora una bebida tipo chicha y helado (Espinoza & Olivo, 2019). Sin embargo, aunque Ecuador es productor de acaí, no se lo ha tomado en cuenta por su desconocimiento y se ha desperdiciado sus beneficios y usos, sumado la poca capacitación a los productores e interesados en este fruto provoca el desaprovechamiento de esta materia prima (Bustillos, 2015). Además, es una fruta altamente perecedera con una vida útil muy corta, por lo que existe la necesidad de buscar alternativas de transformación agroindustrial (Tonon *et al.*, 2009).

Según Macedo & Vélez (2015) la incorporación de nuevos ingredientes en la composición de un yogur contribuye a modificar las propiedades y características de este producto lácteo, por tal razón, este derivado es una excelente alternativa para la inclusión de materias primas no convencionales como el acaí, ya que en su formulación se puede incluir pulpas de frutas exóticas, además, ha sido catalogado como un alimento saludable (Arias *et al.*, 2019), esto se debe a que es uno de los alimentos lácteos fermentados que contienen probióticos, los cuales, consumidos en cantidades suficientes, ejercen efectos benéficos en la población microbiana del tracto gastrointestinal. Las bacterias que se encuentran en este producto son principalmente miembros del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Parras, 2012). Por otra parte, es considerado uno de los productos representativos y económicamente más importantes entre las leches fermentadas (Cadena & Santacruz, 2012).

La especie *Stevia rebaudiana*, es una planta originaria del sudeste de Paraguay, familia de las Asteráceas, conocida como “hoja dulce”, es utilizada para el consumo como sustituto de la sacarosa, con efectos positivos sobre la salud en los tratamientos como el sobrepeso y diabetes (Pico, Araméndiz, & Pérez, 2020), ha sido tradicionalmente empleada por sus propiedades como edulcorante de origen vegetal (Cebada, Villalobos, & Dimas, 2020). Debido a la dulzura natural de sus hojas, *S. rebaudiana* ha llamado la atención en los campos científicos e industriales. Las hojas contienen glucósidos, que comprenden el esteviósido, rebaudiosidos A, B, C, D, E y F y dulcósido A (Garro, Jiménez, & Alvarenga, 2014). Las investigaciones a nivel mundial se han enfocado en los extractos obtenidos a partir de las hojas de esta planta, de las que se obtiene un polvo blanco que contiene glucósidos de esteviol (SGs), los cuales son usados como endulzantes naturales, no calóricos y sin sacarosa, en un amplio rango de productos alimenticios (Vázquez *et al.*, 2017).

De acuerdo con lo anterior, existe la necesidad de generar un aprovechamiento de las bondades que contiene el acaí y la stevia, de tal forma que se permita brindar un producto lácteo que promueva la ingesta combinada de estos grupos de alimentos, y que genere nuevas características nutricionales que beneficien a la salud del consumidor. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto la pulpa de acaí sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y capacidad antioxidante de un yogur tipo II edulcorado con stevia.

## 2. Metodología

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales, en el área de Lácteos de la Facultad de Ciencias Zootécnicas extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí.

### 2.1 Diseño experimental

En este estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, la variable en estudio correspondió a las distintas concentraciones de pulpa de acaí (*Euterpe oleracea Martius*) al 5, 10 y 15%, respectivamente, con tres repeticiones por ensayo; se obtuvo un total de 9 unidades experimentales. Los ensayos de formulación estudiados se detallan en la tabla 1.

Tabla 1: Ensayos de formulación del diseño experimental.

Ensayos	Símbolo	Variables en estudio	Repeticiones
1	A1	5% pulpa de acaí	3
2	A2	10% pulpa de acaí	3
3	A3	15% pulpa de acaí	3

### 2.2 Unidad experimental

La unidad experimental (U.E) estuvo establecida por 5000 ml de leche semidescremada y las concentraciones de pulpa de acaí se establecieron en relación con la U.E.

Tabla 2: Formulación del yogur tipo II con pulpa de acaí y stevia.

Materia primas e insumos	Ensayos		
	A1 (5% acaí)	A2 (10% acaí)	A3 (15% acaí)
Leche semidescremada (ml)	5000	5000	5000
Pulpa de acaí (g)	250	500	750
Cultivo láctico (ml)	150	150	150
Stevia (g)	150	150	150
Estabilizante (g)	5	5	5

### 2.3 Procedimiento experimental

Se receptó pulpa de acaí, la cual se obtuvo de la ciudad de Quito y leche proveniente del hato bovino de la Facultad de Ciencias Zootécnicas; la materia prima láctea se filtró a través de un colador con el fin de retener partículas no deseadas que se encuentren en el producto, continuamente se realizó el proceso de eliminación parcial del contenido graso, lo cual permitió obtener una leche semidescremada cuya composición proximal fue de 12.7 °Brix; 6.50 pH; 1.85 acidez y 1.029 en densidad.

Posteriormente se realizó la pasteurización de la leche a 90 °C x 5 minutos proceso que garantizó la eliminación de microorganismos patógenos, asegurando la estabilidad, calidad sanitaria e inocuidad del producto; durante la homogenización se adicionó el estabilizante, 5 g por cada 5 L de leche semidescremada y el edulcorante no calórico (stevia) en una cantidad de 150 g; luego en el proceso de inoculación se agregó el cultivo láctico a una temperatura de 42 °C, para lo cual se utilizó 150 ml de yogur natural; inoculada la leche se procedió a colocarla en una olla esterilizada, luego fue llevada a una tina de pasteurización redonda la cual contenía agua a temperatura de 45 °C este proceso de incubación duro un tiempo aproximado de 5 horas; el producto fue llevado a refrigeración por un tiempo de 12 horas a temperatura de 4 °C.

Pasado el tiempo mencionado se procedió a realizar el batido del yogur mediante el uso de un agitador para leches fermentadas con la finalidad de romper el coágulo formado por la incubación, dándole uniformidad y textura; durante este proceso se realizó la adición de pulpa de acaí la cual presentó una composición proximal de 2.9 °Brix; 5.16 pH; y 1.92 en acidez titulable, los porcentajes fueron agregados de acuerdo a cada ensayo presente en la tabla 2 (5, 10 y 15% pulpa de acaí).

Terminado el proceso de batido se ejecutó el envasado en botellas de vidrio esterilizadas con capacidad de 160 ml; el almacenamiento del yogur fue a temperatura de 4 °C, posteriormente luego de 24 horas de almacenamiento se realizaron los respectivos análisis de laboratorio.

### 2.4 Análisis de Laboratorio

**Fisicoquímicos:** al yogur tipo II con pulpa de acaí edulcorado con stevia, se le realizaron los siguientes análisis de calidad fisicoquímica:

- **pH:** por medio de un Potenciómetro marca HANNA Basic modelo HI 98107 (INEN 1842:2013)
- **°Brix:** mediante el uso de un refractómetro modelo Bj-ht119 equipo con escala de 0 a 90 °Brix con compensación de temperatura a 10 y 30 °C (INEN 380:1999)
- **Acidez:** según el método (AOAC 18 th 942 15)
- **Densidad:** mediante el método de Lactodensímetro (marca Widder modelo 0102)
- **Sólidos totales:** por medio del método (INEN 13580:2000)
- **Viscosidad:** mediante el uso del equipo viscosímetro digital viscometer
- **Proteína:** método Kjeldahl (AOAC, 1994)
- **Grasa:** de acuerdo al método (INEN 2395)
- **Colorimetría:** por método instrumental (colorímetro marca Croma Meter CR-400) previamente calibrado con iluminante D65 y ángulo de observador de 2º para determinar L\*a\*b\*.

**Fenoles totales:** Se realizó mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu reportado por Sultana, *et al.* (2009), con algunas modificaciones. 20 µL de muestra fueron mezclados con 1580 µL de agua desionizada y se adicionó 100 µL de solución Fenol de Folin-Ciocalteu 2N (Sigma Aldrich) después de 1 min se mezcló con 300 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Sigma Aldrich) al 20% y se almacenó por 2 horas

a temperatura ambiente. La absorbancia se registró a 700 nm (espectrofotómetro VIS, JENWAY 6320D, USA).

**Capacidad antioxidante:** El radical libre 2,2-azino-bis (3-etilbenzo-tiazolone-6-ácido sulfónico) (ABTS<sup>+</sup>) se realizó mediante el método reportado por Re, *et al.* (1999), con algunas modificaciones. Se hizo reaccionar 9.8 mL de ABTS (Sigma-Aldrich) a 7.4 mM con 0.2 mL de persulfato de potasio (Merck) a 122.5 mM y se incubó en oscuridad por 16 h. Posteriormente se diluyó 1 mL de solución de ABTS<sup>+</sup> con 49 mL de metanol (Merck) hasta obtener una absorbancia entre 0.7 ( $\pm$  0.02) a 734 nm (Espectrofotómetro VIS 10, USA). Luego 100  $\mu$ L de los extractos (50 – 500  $\mu$ g/mL) se hizo reaccionar con 900  $\mu$ L de radical ABTS<sup>+</sup> por 6 min en un ambiente oscuro.

**Microbiológicos:** a todas las formulaciones estudiadas del yogur tipo II con pulpa de acaí y stevia, se les realizaron los siguientes análisis de calidad microbiológica de acuerdo a la norma INEN 2395:2011: Coliformes totales UFC/g (unidades formadoras de colonias/gramos), recuento de *Escherichia coli* UFC/g, recuento de mohos y levaduras UFC/g.

## 2.5 Análisis sensorial

Para la evaluación del análisis sensorial en los ensayos de formulación estudiados, se contó con la participación de 30 catadores semientrenados, a los cuales se les facilitó un test con escala hedónica de 7 puntos (1 = me disgusta mucho; 2 = me disgusta moderadamente; 3 = me disgusta poco; 4 = ni me gusta – ni me disgusta; 5 = me gusta poco; 6 = me gusta moderadamente; 7 = me gusta mucho). Adicionalmente, se suministró un vaso con agua para ser utilizada como enjuague bucal. Posteriormente, se les entregó las muestras para la cata, las cuales fueron facilitadas en vasos plásticos transparentes codificadas y en orden aleatorio. Los catadores evaluaron en términos de calidad los atributos; color, olor, sabor y textura.

## 2.6 Análisis estadístico

El procesamiento de los datos se realizó en el software estadístico InfoStat versión libre 2016. En las variables de estudio del perfil fisicoquímico y de capacidad antioxidante se aplicó un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey al 95% de confianza y 0.05% de significancia, mientras que, para el análisis sensorial se empleó estadística no paramétrica y prueba de contraste Kruskal Wallis al  $p < 0.05\%$ .

# 3. Resultados

## 3.1 Calidad fisicoquímica y antioxidante

De acuerdo con los resultados de ANOVA reportados en la tabla 3, se logró evidenciar que todos los parámetros evaluados presentaron diferencia estadística significativa entre los ensayos de formulación ( $p < 0.05\%$ ) es decir, que la pulpa de acaí influyó sobre la calidad fisicoquímica del yogur tipo II. La prueba de Tukey permitió determinar que el ensayo de formulación A3 (15% pulpa de acaí) presentó valores superiores en las variables pH 3.79; densidad 1.039 g/ml; sólidos totales 12.05; viscosidad 382.67 mPa·s; proteína 2.49%; grasa 1.57; fenoles totales 2002.04 mg EAG/mL y capacidad antioxidante 1.84  $\mu$ mol EQ Trolox/mL, mientras que, el mayor contenido de °Brix lo obtuvo el A1 con 7.03%, y en acidez el A2 con 0.95%.

Tabla 3: Resultados del análisis de varianza de la calidad fisicoquímica y antioxidante del yogur tipo II

Parámetros Fisicoquímicos	Ensayos de formulación			Sig. Tukey	C.V
	A1 (5% acaí)	A2 (10% acaí)	A3 (15% acaí)		
pH	3.78 a	3.78 ab	3.79 b	0.0332	0.15
°Brix (%)	7.03 b	6.67 a	6.53 a	0.0001	0.86
Acidez (%)	0.95 b	1.02 c	0.90 a	0.0001	0.60
Densidad (g/ml)	1.036 a	1.038 b	1.039 b	0.0020	0.06
Sólidos totales (%)	11.93 a	12.01 b	12.05 c	0.0001	0.06
Viscosidad (mPa.s)	291.67 a	353.67 b	382.67 c	0.0001	0.17
Proteína (%)	2.43 a	2.46 b	2.49 c	0.0001	0.24
Grasa (%)	1.27 a	1.47 b	1.57 b	0.0001	4.03
Fenoles totales (mg EAG/mL)	635.80 a	1389.09 b	2002.04 c	0.0001	1.50
Capacidad antioxidante ( $\mu$ mol EQ Trolox/mL)	0.55 a	1.11 b	1.84 c	0.0001	9.86

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.005$ ). CV = coeficiente de variación.

### 3.2 Colorimetría

En la tabla 4 se presentan los resultados del análisis instrumental de colorimetría aplicado en todos los ensayos de formulación del yogur tipo II con pulpa de acaí, aquellos valores permitieron identificar que el ensayo con mejor luminosidad, saturación y tono fue el A3.

Tabla 4: Resultados del análisis instrumental de colorimetría en yogur tipo II

Colorimetría	Ensayos de formulación		
	A1 (5% acaí)	A2 (10% acaí)	A3 (15% acaí)
L*	65.52	72.04	74.87
a*	1.25	1.63	2.47
b*	12.54	16.01	19.30

L\* = luminosidad. a\* = saturación. b\* = tono.

### 3.3 Calidad microbiológica

En la tabla 5 se detallan los microorganismos evaluados en el yogur tipo II con pulpa de acaí, en la cual se logró identificar que todos los ensayos presentaron resultados aceptables de acuerdo a lo exigido en la norma INEN 2395: 2011, de tal manera se permitió garantizar un producto inocuo para el consumidor; sin embargo, el ensayo de formulación A3 presentó mejores valores en calidad microbiológica.

Tabla 5: Resultados de calidad microbiológica en yogur tipo II

Microorganismos	Ensayos de formulación			Resultados
	A1 (5% acaí)	A2 (10% acaí)	A3 (15% acaí)	
Coliformes totales UFC/g	19	8	5	Aceptable
Recuento de <i>E. coli</i> UFC/g	---	---	---	Aceptable
Recuento de mohos UFC/g	9	11	---	Aceptable
Recuento de levaduras UFC/g	---	---	---	Aceptable

### 3.4 Calidad microbiológica

De acuerdo con los resultados de ANOVA reportados en la tabla 6 se logró determinar que en los atributos olor y color no existió significancia estadística entre los ensayos formulados; sin embargo, con un  $p < 0.05$  los atributos sabor y textura si fueron estadísticamente diferentes entre los ensayos en estudio, es decir, que la pulpa de acaí si influyó en la aceptación de estas dos variables de perfil sensorial. Por otra parte, la prueba de Kruskal Wallis determinó que el ensayo de

formulación con mayor aceptación por parte de los catadores semientrenados fue el A3 (15% pulpa de acaí) con una ponderación de  $6.67 \pm 0.49$  (olor);  $6.50 \pm 0.52$  (color);  $6.83 \pm 0.39$  (sabor) y  $6.92 \pm 0.29$  (textura) el producto presentó según la escala hedónica una calificación de me gusta moderadamente, por otra parte, con menor aceptación se encuentra el ensayo A1 (5% pulpa de acaí), es decir, que entre mayor sea la concentración de acaí en el yogur, mejor aceptación tendrá el producto por parte de los catadores.

Tabla 6. Resultados de análisis de varianza no paramétrico del perfil sensorial

Atributos Sensoriales	Ensayos de formulación			Sig. K. Wallis
	A1 (5% acaí) Media $\pm$ D.E.	A2 (10% acaí) Media $\pm$ D.E.	A3 (15% acaí) Media $\pm$ D.E.	
Olor	6.42 $\pm$ 0.51 a	6.58 $\pm$ 0.51 a	6.67 $\pm$ 0.49 a	0.4650 <sup>ns</sup>
Color	6.50 $\pm$ 0.67 a	6.42 $\pm$ 0.79 a	6.50 $\pm$ 0.52 a	0.9784 <sup>ns</sup>
Sabor	6.17 $\pm$ 0.83 a	6.33 $\pm$ 0.49 ab	6.83 $\pm$ 0.39 b	0.0336 <sup>**</sup>
Textura	6.25 $\pm$ 0.75 a	6.42 $\pm$ 0.67 ab	6.92 $\pm$ 0.29 b	0.0276 <sup>**</sup>

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0.005$ ). <sup>ns</sup> = no significativo. <sup>\*\*</sup> = significancia estadística. D.E = desviación estándar.

#### 4. Discusión

El pH fue variable entre los ensayos de formulación en estudio, con un coeficiente de variación de 0.15 se obtuvieron valores entre 3.78 y 3.79; los cuales son valores de pH más bajos que los reportados por Simijaca *et al.* (2018) quienes determinaron pH de 4.1, 4.4 y 4.3 en un yogur con almíbar de rosas. Al contrario, Parra (2015) reportó en su investigación descenso de pH en yogur con y sin fruta de carambolo, stevia e inulina, demostrando valores iniciales de 4.65 – 4.22 y finales de 3.83 – 3.57 esta disminución se generó por los cambios en el contenido de ácido láctico en el yogur durante el almacenamiento. En las leches fermentadas se recomienda un pH < 5 (Mendoza, Guerrero, & Herrera, 2021), los resultados del yogur con pulpa de acaí se encuentran dentro del rango recomendado.

Los máximos valores de °Brix fueron obtenidos en el A1 7.03%; mientras que, los valores de este parámetro disminuyeron con el aumento del porcentaje de acaí (A2 6.67% y A3 6.53%). Este comportamiento se debió producto de la acción de las bacterias lácticas sobre los carbohidratos existentes, aquello hace referencia a lo manifestado por Parra (2014) quien determinó que los sólidos solubles (S.S) disminuyeron durante la liberación de microorganismos ácidos lácticos encapsulados, degradando parte de los azúcares presentes en el yogur, a diferencia del tratamiento que no contuvo cápsulas sus valores de S.S no variaron. Particularmente en las leches fermentadas se recomiendan sólidos solubles entre 14 y 16 °Brix. Sin embargo, en este estudio los resultados fueron inferiores ya que no se utilizó sacarosa sino stevia como edulcorante natural, y además los °Brix de la pulpa de acaí fueron de 2.9%, lo cual permitió brindar un producto con menor aporte calórico.

La acidez presentó valor de 0.90% para el ensayo de formulación A3 resultando inferior al de los demás ensayos (A1 0.95 y A3 1.02%); estos resultados fueron superiores a los presentados por Huertas (2014) quien logró obtener intervalos de 0.7 – 0.8% de acidez en un yogur con sábila encapsulada. Al contrario, Vásquez *et al.* (2015) demostraron en su estudio de yogur con leche descremada de cabra una acidez de 0.76% en yogur frutado con mango y 0.75% en yogur con plátano, según los datos de los investigadores, fueron resultados que se encontraron dentro de los rangos mínimos y máximos de 0.6% a 1.5% en acidez titulable para leches fermentadas. En esta investigación los resultados de acidez para yogur tipo II con pulpa de acaí estuvieron dentro de los rangos previamente citados.



Los resultados para la densidad fueron significativamente variables entre los ensayos de formulación, se obtuvo valores que van de 1.036 g/ml (A1) 1.038 g/ml (A2) y 1.039 g/ml (A3), el ensayo A3 fue el de mayor valor en densidad para el yogur con acaí. Estudios como el de Giraldo, Marin, & Agudelo (2016) determinaron una densidad de 1.032 a 1.036 para yogures en estado fresco, los cuales se encuentran relacionados a los presentes en este estudio. Por otra parte, Macedo & Vélez (2015) no encontraron cambios significativos en densidad para un yogur enriquecido con microcápsulas de ácidos grasos Omega 3, determinándose promedios de densidad entre 1219.90 kg/m<sup>3</sup> y 1245.80 kg/m<sup>3</sup> superiores a los presentados en esta investigación. De igual forma, en el trabajo experimental de Cabrera, Morales, & Aguilar (2021) no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos de yogur con sustitución de sólidos lácteos por harina de garbanzo mostrando una densidad media de 1079.5 ± 24.45 kg/m<sup>3</sup>, valor ligeramente similar a los determinados en los ensayos de formulación en estudio de yogur tipo II con pulpa de acaí.

En cuanto a los sólidos totales se determinó que existió diferencias estadísticamente significativas entre los ensayos formulados. Se estableció al A3 con un valor de 12.05% superior a los demás ensayos estudiados cuyo valor es de 11.93% (A1) y 12.01% (A2). Gómez *et al.* (2020) en su estudio muestran resultados de sólidos totales de 19.4 ± 1.4 g/100g en un yogur con aceite de microalga, valor superior a los obtenidos en esta investigación. Otros estudios como el de Mahmoudi *et al.* (2021) demostraron que el añadir polvo de fruta de higo al 8% 10% y 12%, los niveles de sólidos totales aumentaron significativamente en el yogur, a diferencia del yogur natural que se obtuvo valores promedios de sólidos totales de 17.01 ± 0.30, 18.37 ± 0.11 y 23.31 ± 0.09%, superiores a los determinados en este estudio.

El ensayo de formulación A3 presentó mayor valor determinado en viscosidad para este parámetro 382.67 mPa.s a diferencia de los demás ensayos que manifestaron valores inferiores de 353.67 mPa.s (A2) y 291.67 mPa.s (A1), es decir que existió significancia estadística, lo cual confirmó que la pulpa de acaí influyó sobre este parámetro fisicoquímico del yogur. Estos valores se encuentran inferiores a los expuestos en la literatura de Montesdeoca *et al.* (2019) quienes determinaron una viscosidad de 4057.66 cP a 6381.66 cP en yogur con diferentes concentraciones de pulpa y mucílago de melón amargo, la viscosidad de un yogur puede variar de acuerdo a la variedad de materias primas utilizadas durante el proceso de producción. Así lo afirman Kermiche *et al.* (2018) al señalar que la viscosidad es un atributo de calidad en los yogures que puede verse afectada por la composición de la formulación, los autores en su investigación obtuvieron resultados de viscosidad entre 2350 ± 608 Pa.s (yogur natural), 2091 ± 170 Pa.s (yogur con puré de melón), 2120 ± 379 Pa.s (yogur con melón seco) y 1058 ± 59 Pa.s (yogur con puré de melón y melón seco) cuyos valores son diferentes a los determinados en los ensayos de formulación de yogur tipo II con pulpa de acaí.

Los valores de grasa y proteína obtenidos en esta investigación, fueron significativamente diferentes entre los ensayos de formulación estudiados. Los resultados de grasa (A1: 1.27, A2: 1.47 y A3:1.57%) estuvieron dentro de lo exigido por la norma INEN 2395 (2011) la cual establece un contenido mínimo y máximo de grasa para yogur semidescremado entre 1.0 y <2.5. Sin embargo, los valores de proteínas (A1: 2.43, A2: 2.46 y A3: 2.49%) no se encontraron dentro de lo establecido en la norma INEN 2395 (2011) ya que fueron inferiores al rango mínimo de 2.7% que exige la norma, al contrario, García *et al.* (2021) determinaron resultados similares de grasa entre 1.43% a 1.80% en un yogur frutado con inclusión de hojas de amaranto. En lo que respecta la disminución de proteína en el yogur con pulpa de acaí se pudo ver influenciada por la temperatura de pasteurización que fue de 90° C x 5 min, aquello hace referencia a los resultados expuestos en la literatura de Bravo *et al.* (2019). No obstante, el contenido de proteína también puede variar entorno al tipo de yogur y materia prima utilizada en el procesamiento, tal como lo demostraron Escalona *et al.* (2022) quienes obtuvieron resultados en proteína de 4.08 ± 0.07 en yogur griego y 2.71 ± 0.17 en yogur tradicional.



Los resultados de fenoles totales (A1: 635.80; A2: 1389.09 y A3: 2002.04 mg EAG/mL) y capacidad antioxidante (A1: 0.55; A2: 1.11 y A3: 1.84  $\mu\text{mol EQ Trolox/mL}$ ) presentaron significancia estadística entre los ensayos de formulación. El ensayo A3 fue el de mayor valor tanto para fenoles totales como para la capacidad antioxidante, es decir que el aumento de sus compuestos funcionales en el yogur se vió asociado al incremento de las concentraciones de la pulpa de acaí, aquello se debe al contenido de antioxidantes que presenta esta fruta exótica en su composición, así lo manifiesta Pimentel *et al.*, (2017) quien determinó un contenido de 240.14 mg EGA 100g – 372,43 mg EGA 100 g en fenoles y antocianinas con promedio de 24.98 mg 100 g para pulpas de acaí. Estudios como el de Matter, Mahmoud, & Zidan (2016) demostraron diferencia significativa en los compuestos fenolicos (0.62 – 5.20 y 18.20 mg EGA/100g) y de actividad antioxidante (0.17 – 1.98 y 2.02%) cuyos datos comprenden en el mismo orden para yogur natural, y con adición de frutas por separado como tuna y papaya, evidenciando que, al agregar frutas a la leche fermentada (yogur) aumentó considerablemente sus propiedades nutricionales, claro está, que los resultados dependerán del tipo de fruta que se incluya en el producto lácteo. Lo antes mencionado, se puede ver relacionado con lo expuesto por Gutiérrez, Beltrán, & Granados (2020) quienes determinaron resultados de  $14.8 \pm 0.26 \mu\text{mol trolox/100 g}$  de extracto en capacidad antioxidante para una bebida láctea tipo yogur con cristales de Aloe vera y granadilla. Estos resultados permiten corroborar que la búsqueda de nuevas materias primas como las pulpas de frutas con compuestos bioactivos son importantes alternativas para el desarrollo agroindustrial de productos lácteos que generen bienestar en la salud del consumidor.

En cuanto al análisis de colorimetría se identificó que el ensayo de formulación A3 manifestó mejores características a nivel de color en cuanto a luminosidad, saturación y tono. Sus resultados;  $L^* 74.87$ ;  $a^* 2.47$  y  $b^* 19.30$ , de acuerdo con la escala CIEL\*a\*b\* se relaciona al color púrpura, con valores similares, Inostroza *et al.* (2015) obtuvieron un yogur de color púrpura y tonalidad rojiza, el producto obtuvo niveles iniciales de  $L^* 68.4$ ; Hue $^\circ$  336.2; Croma 47.0 y finales;  $L^* 59.9$ ; Hue $^\circ$  341.3 y Croma 46.1; la variabilidad en el color se debió a la aplicación del colorante natural extraído del tubérculo mashua *Tropaeolum tuberosum*, el cual contiene una cantidad considerable de antocianinas responsable de la pigmentación, de igual forma, la pulpa de acaí manifiesta según estudios niveles importantes de antocianinas. Estudios como el de Aguilera *et al.* (2012) también demuestran que, al agregar pigmento en polvo de la cáscara de la fruta de higo, obtenido por aspersión y liofilización, influye de manera significativa en el color del yogur natural, presentando valores finales para:  $L 40.0 - 35.9$ ; Hue  $12.1 - 21.0$ ; cromas  $5.6 - 3.6$ , la tonalidad del producto lácteo con pigmento en polvo por aspersión corresponde al color rojo con tonalidad violeta, los cuales presentaron colores más vivos en el yogur. S'cibisz, Ziarno, & Mitek (2019) evaluaron por separado y durante 8 semanas el color de diferentes yogures mezclados con fruta (fresa, cereza agria y arándanos) presentando valores finales de:  $L^* 76.3$  (YF) 68.8 (YCA) y 56.7 (YA);  $h^\circ 35.3$  (YF) 2.7 (YCA) 328.3 (YA); Cromas 9.6 (YF) 12.4 (YCA) y 14.5 en yogur con arándanos (YA), resultados similares a los expuestos en esta investigación.

Todos los ensayos de formulación en estudio fueron microbiológicamente aceptables en cuanto a coliformes totales (5 – 8 y 19 UFC/g) *E. coli* (Ausencia) mohos (9 -11 UFC/g) y levaduras (ausencia), asegurando un producto de calidad microbiológica para el consumidor. Los valores de *E. coli* y levaduras se encuentran igual a los presentados por Reyes & Ludeña (2015) quienes determinaron que no existió presencia de estos microorganismos patógenos en yogur elaborado con sucralosa y stevia lo cual garantizó el cumplimiento de las normas básicas de higiene. En cuanto a coliformes totales y mohos sus valores fueron similares a los expuestos en el estudio de Demera *et al.* (2019). En esta investigación los niveles aceptables garantizaron el buen empleo de las normas básicas de buenas prácticas de manufactura, lo cual permitió obtener un alimento seguro.

En los resultados de análisis sensorial no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los atributos olor y color. Al contrario, los promedios de sabor y textura si se vieron influenciado por el factor en estudio en la aceptación sensorial por parte de los catadores semientrenados. Se obtuvo mayores promedios de aceptación de 6.83 (sabor) y 6.92 (textura) en el ensayo A3 (15% pulpa de acaí), los cuales según la escala de calificación numérica de 7 puntos mantienen una aceptabilidad de me gusta moderadamente, este nivel de preferencia se relaciona con el grado de aceptación expuesto en la literatura de Mahmoud *et al.* (2020) para un yogur probiótico con distintas concentraciones de fruta del monje *Siraitia grosvenorii*. Investigaciones como la de Hekmat *et al.* (2015) demostraron promedios de preferencia organoléptica por parte de los panelistas calificados en sabor;  $4.72 \pm 2.11$  a  $5.96 \pm 2.91$  y textura de  $4.72 \pm 2.34$  a  $5.32 \pm 2.44$ , tanto para formulaciones de yogur con puré de aguacate y puré de banana, estando dentro de una categoría cercana a neutral y de me gusta muchísimo. Por otra parte, Dutta *et al.* (2015) demostraron que las concentraciones de 5, 10 y 15% de pulpa de fruta de sandía en yogur fueron las menos aceptadas por los consumidores, sin embargo, el yogur con un máximo de 15% de pulpa de papaya fue el más aceptado a nivel sensorial, lo cual coincide con la concentración de aceptación del 15% de pulpa de acaí en yogur tipo II.

## 5. Conclusiones

La pulpa de acaí influye sobre las propiedades fisicoquímicas y antioxidante del yogur tipo II edulcorado con stevia, no obstante, sus compuestos funcionales de fenoles totales y de capacidad antioxidante aumentan de manera significativa en el producto lácteo con mayores concentraciones de acaí, convirtiéndose en una excelente alternativa de consumo a nivel alimentario.

Los análisis microbiológicos cumplieron con los requisitos exigidos en la norma INEN 2395 para leches fermentadas, en cuanto a la calidad fisicoquímica solo el parámetro de proteína obtuvo valores por debajo de los permitidos en la normativa ecuatoriana.

En cuanto al ensayo de mayor aceptación por parte de los catadores semientrenados fue el A3 (15% pulpa de acaí); además, también fue el que presentó mejor resultado a nivel de colorimetría. En el producto lácteo el edulcorante no calórico (stevia) no influyó sobre la aceptación sensorial.

El trabajo de investigación acepta la hipótesis planteada al existir diferencias estadísticas significativas en todas las variables de estudio para cada ensayo de formulación con diferentes concentraciones de pulpa de acaí.

El yogur tipo II con pulpa de acaí edulcorado con stevia, puede ser considerado como un alimento con potenciales compuestos funcionales necesarios en la alimentación humana. Se recomienda realizar otros estudios como la extracción de antocianinas presentes en la pulpa de acaí y su posible utilización como colorante natural en alimentos.

## Conflicto de Interés

Los autores declaramos que no existe ningún tipo de Conflicto de Interés en este trabajo de investigación.

## Contribución de los autores

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://casrai.org/credit/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Ponce, F.	Ponce, E.	Muñoz, P.	García, J.
Conceptualización				
Análisis formal				
Investigación				
Metodología				
Recursos				
Validación				
Redacción – revisión y edición				

## Referencias

- Aguilera, M., Reza, M., Chew, R., Aguilar, J., & Ramírez, P. (2012). Antocianinas de higo como colorantes para yogur natural. *Revista Biotecnia*, 14(1), 18-24. <https://doi.org/10.18633/bt.v14i1.111>
- Arias, D., Molina, J., & Andrade, M. (2019). Evaluación del potencial de uso de epicarpio de maracuyá deshidratado (*Passiflora edulis f. flavicarpa* O. Deg.) en la formulación de yogurt. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1145>
- Bustillos, M. (2015). Proyecto de Factibilidad Económico - Financiero para la fabricación y comercialización de productos cosméticos a base de la Baya Acaí. (Trabajo de Titulación). Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Guayaquil-Ecuador.
- Bravo, J., Vera, G., Andrade, V., Gorozabel, W., & García, J. (2019). Evaluación de parámetros físico-químicos y organolépticos de una leche fermentada enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*). *La Técnica Revista de las Agrociencias* (22), 35-46. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i22.1716](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i22.1716)
- Cabrera, A., Morales, D., & Aguilar, V. (2021). Milk solids replacement with chickpea flour in a yogurt system and their impact on their physicochemical, rheological, and microstructural properties during storage. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 385-391. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.042>
- Cadena, R., & Santacruz, S. (2012). Estudio de factibilidad para la industrialización del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como fuente de fructooligosacáridos (FOS) para la aplicación en yogur tipo II en Cayambe. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 4(1), 4-7. <https://doi.org/10.18272/aci.v4i1.83>
- Cebada, J., Villalobos, J., & Dimas, J. (2020). Descripción del control de una deshidratadora pasiva y su efecto en la regulación de temperatura en el proceso de deshidratación de hojas de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Revista Ingeniería y Región*, 24, 50-61. <https://doi.org/10.25054/22161325.2733>
- Dangui, L., Sari, R., Diedrich, C., Pereira, C., De Lima, V., Cadorin, T., & Teresinha, S. (2021). Extraction, characterization and antioxidant properties of phenolic compounds in açai juçara (*Euterpe edulis* Mart.) from Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Food Technology*, 1-11. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.19320>

- De Lima, K., Ravazi, L., Lamarao, C., Silva, E., & Da Veiga, V. (2015). Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chemistry*, 179, 137-151. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055>
- Demera, F., Sacón, E., Zambrano, L., Montesdeoca, R., Mendoza, N., Andrade, E., & Vera, A. (2019). Efecto pulpa-mucilago de melón amargo (*Momordica charantia*) en las características microbiológicas y sensoriales de un yogur. *Revista Alimentos Hoy*, 27(47), 41-48.
- De Oliveira, M., & Schwartz, G. (2018). Açai—*Euterpe oleracea*. *Exotic Fruits*, 1-5. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00002-2>
- Dos Santos, G., Arraes, G., Machado, P., Correia, J., Wilane, R., & Do Prado, G. (2008). Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açai (*Euterpe oleracea* Mart). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(2), 187-192.
- Dutta, D., Saha, T., Akter, M., Hosain, M., Khatun, H., & Chandra, M. (2015). Quality Evaluation of Yogurt Supplemented with Fruit Pulp (Banana, Papaya, and Water Melon). *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(6), 695-699. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150406.25>
- Escalona, M., Hernández, L., Ramírez, L., Alcano, M., & Richards, N. (2022). Greek vs traditional yogurts: Sensory and physicochemical comparison. *Revista Chilena de Nutrición*, 49(2), 167-172. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000200167>
- Espinoza, M., & Olivo, J. (2019). Determinación de las propiedades del Palmiche (*Euterpe oleracea martius*), para su posterior aplicación en propuestas culinarias. (Proyecto de Investigación). Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil-Ecuador.
- García, Y., Meriño, L., Morales, N., Cassiani, M., & Alcalá, L. (2021). Efecto de la inclusión de hojas de amaranto (*Amaranthus dubius*) en las propiedades de un yogurt frutado. *INGE CUC*, 17(1), 340-350. <http://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.25>
- Garro, G., Jiménez, K., & Alvarenga, S. (2014). Caracterización genética molecular de materiales procesados de *Stevia rebaudiana* utilizando la técnica de microsatélites. *Revista Tecnología en Marcha*, 27(3), 32-40. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2064>
- Giraldo, G., Marin, Z., & Agudelo, L. (2016). Formulación de una galleta a base de yogur deshidratado. *Vitae*, 23, 74 - 78.
- Gómez, B., Sepúlveda, J., Álzate, A., Herrera, J., & Rojano, B. (2020). Evaluación oxidativa, microbiológica, sensorial y perfil de ácidos grasos de un yogur con ácido docosahexaenoico (DHA) extraído de aceite de microalgas. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(4), 568-579. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000400568>
- Gutiérrez, K., Beltrán, L., & Granados, C. (2020). Bromatological characterization of a fermented yoghurt-type milk drink from whey with aloe vera crystals (*Aloe barbadensis* Miller) and granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). *Revista Chilena de Nutrición*, 47(3), 390-395. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300390>
- Hekmat, S., Morgan, K., Soltani, M., & Gough, R. (2015). Sensory Evaluation of Locally-grown Fruit Purees and Inulin Fibre on Probiotic Yogurt in Mwanza, Tanzania and the Microbial Analysis of Probiotic Yogurt Fortified with Moringa oleifera. *Journal of health, population, and nutrition*, 33(1), 60-67. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4438649/>
- Huertas, R. (2014). Encapsulación de sábila (*Aloe vera*) y su efecto durante la incubación de yogur. *Cultura Científica*, (12), 66 - 73. [https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult\\_cient/article/view/154](https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult_cient/article/view/154)

- INEN 2395. (2011). Leches fermentadas. Requisitos. Obtenido de: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te-inen-2395-2r.pdf>
- Inostroza, L., Castro, A., Hernández, E., Carhuapoma, M., Yuli, R., Collado, A., & Córdova, J. (2015). Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogur. *Ciencia e Investigación*, 18(2), 83-89. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615>
- Jie, K., Keshari, T., Chenghui, X., Miwako, K., Yudong, T., Boxin, O., & Wu, X. (2012). Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. *Food Chemistry*, 133(3), 671-677. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.048>
- Kermiche, F., Makhlouf, L., Felix, M., Madouri, L., Remini, H., Madani, K., & Romero, A. (2018). Effects of the incorporation of cantaloupe pulp in yogurt: Physicochemical, phytochemical and rheological properties. *Food Science and Technology International*, 24(7), 585-597. <https://doi.org/10.1177/1082013218776701>
- Macedo, R., & Vélez, J. (2015). Propiedades Físicoquímicas y de flujo de un yogur asentado enriquecido con microcápsulas que contienen ácidos grasos Omega 3. *Información Tecnológica*, 26(5), 87-96. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000500012>
- Mahmoud, A., Romeih, E., Huang, Z., Enomoto, T., Huanga, L., & Ling, L. (2020). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food Chemistry*, 303, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125400>
- Mahmoudi, S., Barrocas, C., Manhita, A., Boutoumi, H., & Charif, R. (2021). Formulation of goat's milk yogurt with fig powder: Aromatic profile, physicochemical and microbiological characteristics. *Food Science and Technology International*, 27(8), 712-725. <https://doi.org/10.1177/1082013220983961>
- Matter, A., Mahmoud, E., & Zidan, N. (2016). Fruit flavored yoghurt: Chemical, Functional and Rheological Properties. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2(5), 57 - 66.
- Mendoza, R., Guerrero, S., & Herrera, B. (2021). Reología del yogur: efectos de las operaciones unitarias en el procesamiento y uso de aditivos. *Revista Digital Novasinergia*, 4(1), 151-163. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.09>
- Montesdeoca, R., Demera, F., Piloso, K., Vera, A., & Manzaba, M. (2019). Efecto pulpa - mucilago de melón amargo (*Momordica charantia*) en las características físicoquímicas de un yogur. *Revista Alimentos Hoy*, 27(48), 51 - 65.
- Parras, R. (2012). Yogur en la salud humana. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 162-177. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69525875008>
- Parra, R. (2014). Encapsulación de bacterias ácido lácticas y su efecto en las características físicoquímicas y microbiológicas de yogur. *Momentos de Ciencia*, 11(1), 23-27. <https://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/momentos-de-ciencia/article/view/475>
- Parra, A. (2015). Evaluación de adición de carambolo, stevia e inulina en yogur. *Cultura Científica* (13), 58 -67. [https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult\\_cient/article/view/139](https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult_cient/article/view/139)

- Pico, A., Araméndiz, H., & Pérez, D. (2020). Caracterización morfoagronómica de 25 clones de estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni.*), en condiciones del valle del Sinú medio. *Revista Temas Agrarios*, 25(2), 106-116. <https://doi.org/10.21897/rta.v25i2.2365>
- Pimentel, R., Filomeno, E., Luciana, M., Ribeiro, F., Fernandes, A., & Stringheta, P. (2017). Physicochemical and microbiological characterization and antioxidant capacity of açai pulps marketed in the states of Minas Gerais and Pará, Brazil. *Ciência Rural*, 47(1), 1-6. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151172>
- Reyes, J., & Ludeña, F. (2015). Evaluación de las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de un yogur elaborado con sucralosa y estevia. *Revista Politécnica*, 36(2), 1-9. [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/634](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/634)
- Rojano, B., Zapata, I., Alzate, A., Mosquera, A., Cortés, F., & Gamboa, L. (2011). Polifenoles y actividad antioxidante del fruto liofilizado de palma naidi (Acaí colombiano) (*Euterpeoleracea Mart.*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 64(2), 6213-6220. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664018>
- S'cibisz, I., Ziarno, M., & Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *J Food Sci Technol*, 56(4), 1997-2009. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03668-y>
- Silva, A., Ferreira, K., Alves, T., Santos, L., & Araújo, Y. (2018). Technological differences between açai and juçara pulps and their sorbets. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, 1-6. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.4717>
- Silva, P., Albuquerque, E., & Gomes, T. (2018). Antioxidant properties of acai (*Euterpe oleracea*) in the metabolic syndrome. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, 1-7. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09217>
- Simijaca, S., Malaver, L., Castillo, M., & Parra, R. (2018). Características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur con almíbar y pétalos de rosas en refrigeración. *Revista Alimentos Hoy*, 26(44), 2-16.
- Souza, J., Arrifano, G., Queiroz, A., Mello, B., Custódio, C., Macêdo, D., & Rogez, H. (2019). Antidepressant and antiaging effects of açai (*Euterpe oleracea Mart.*) in Mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1-17. <https://doi.org/10.1155/2019/3614960>
- Tonon, R., Baroni, A., Brabet, C., Gibert, O., Pallet, D., & Hubinger, M. (2009). Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea Mart.*) juice. *Journal of Food Engineering*, 94(3), 215-221. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.03.009>
- Vásquez, V., Aredo, V., Velásquez, L., & Lázaro, M. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 177-189. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.04>
- Vázquez, M., Gerardo, R., Aguirre, H., Alvarado, A., & Romero, H. (2017). Consumo actual de edulcorantes naturales (beneficios y problemática): Stevia. *Revista Médica Electrónica*, 39(5), 1153-1159. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242017000500016](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000500016)