



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS**

**ARTÍCULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del yogurt con adición de extracto hidroalcohólico de la cascarilla del cacao (*Theobroma cacao L.*)

**AUTORES:**

Larenas Montenegro Ginger Nicole.

Toala Gutierrez Naidelin Jasley.

**TUTOR:**

Ing. Yessenia Maribel García Montes, Mg.

**MANTA – MANABI – ECUADOR**

**2024(2)**

## DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

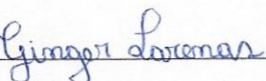
Nosotras, Larenas Montenegro Ginger Nicole con C.I 1313156620 y Toala Gutierrez Naidelin Jasley con C.I 1350507750 declaramos que el presente trabajo de titulación denominado “**Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del yogur con adición de extracto hidroalcohólico de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*)**”, es de nuestra autoría.

Asimismo, autorizamos a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para que realice la digitalización y publicación de este proyecto en el repositorio digital de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior.

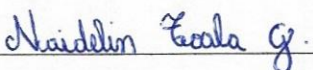
La responsabilidad del contenido presente en este estudio corresponde exclusivamente a nuestra autoría y el patrimonio intelectual de la investigación pertenecerá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 13 de febrero de 2025

Lo certificamos:



**Larenas Montenegro Ginger Nicole**



**Toala Gutierrez Naidelin Jasley**

 ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de la Ciencia de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica “Eloy Alfaro “de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el trabajo de integración curricular y/o examen de carácter bajo la autoría del estudiante Larenas Montenegro Ginger Nicole, legalmente matriculada en la carrera de Agroindustria, periodo académico 2024 - 2025 cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problemático es “Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del yogurt con adición de extracto hidroalcohólico de la cascarilla del cacao (*theobroma cacao*)”.


La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certificado para los fines consiguientes salvo disposición de la ley en contrario.

Manta, 07 de enero 2025

Lo certifico,

  
Ing. Yesenia Garcia Montes Mg.Sc  
**Docente Tutor/a**  
**Area: Agroindustrias**

 <b>Uleam</b> <small>UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> CERTIFICADO DE TUTOR(A).	<b>CÓDIGO:</b> PAT-04-F-004
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	<b>REVISIÓN:</b> 1 Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de la Ciencia de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el trabajo de integración curricular y/o examen de carácter bajo la tutoría del estudiante Toala Gutierrez Naidelin Jasley, legalmente matriculada en la carrera de Agroindustria, periodo académico 2024 - 2025 cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problemático es "Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del yogurt con adición de extracto hidroalcohólico de la cascarilla del cacao (*theobroma cacao*)".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certificado para los fines consiguientes salvo disposición de la ley en contrario.

Manta, 07 de enero 2025

Lo certifico,


  
Ing. Yessenia García Montes Mg.Sc  
**Docente Tutor/a**  
**Area: Agroindustrias**

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS**

**APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO**


Los honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban el proyecto de investigación con el tema: “**Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del yogur con adición de extracto hidroalcohólico de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*)**”, de las estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial: **Larenas Montenegro Ginger Nicole y Toala Gutierrez Naidelin Jasley**, luego de haber sido analizado por los señores miembros del tribunal Examinador, en cumplimiento de lo que establece la Ley se aprueba el trabajo de titulación.

Por constancia firman:




---

Lic. Dolores Muñoz Verduga, Ph.D  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**



---

Ing. José Luis Coloma, Ph.D  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Blgo. Víctor Otero Tuarez, Ph. D  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTES DEL YOGURT CON ADICIÓN DE EXTRACTO  
HIDROALCOHÓLICO DE LA CASCARILLA DEL CACAO (*Theobroma Cacao L.*)**

Larenas Montenegro Ginger Nicole<sup>1</sup>; Toala Gutierrez Naidelin Jasley<sup>2</sup>; Yessenia  
Maribel García Montes<sup>3</sup>

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias de la Vida y  
Tecnología, Laboratorio de Lácteos, 130802 Manta, Manabí, Ecuador.

Email: gingerlarenas23@gmail.com ; naydelinjasley.toalagutierrez@gmail.com ;  
yessenia.garcia@uleam.edu.ec

**Resumen**

El objetivo del presente trabajo fue determinar los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del yogurt enriquecido con extracto de cascarilla de cacao. El extracto de cascarilla de cacao fue obtenido mediante una disolución de etanol-agua con relación (70:30 v/v). El extracto fue microencapsulado con alginato de sodio. Posteriormente, se elaboró el yogurt natural y se adicionó el extracto a diferentes concentraciones. (T1 = 2%, T2 = 5%, T3 = 8%) encapsulados y (T4 = 2%, T5 = 5%, T6 = 8%) no encapsulados. La cuantificación de polifenoles totales se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu y se midió la absorbancia de la solución a 760 nm en el espectrofotómetro. Por otra parte, la capacidad antioxidante fue medida por la solución del radical libre ABTS<sup>•+</sup>. La prueba Duncan nos indica que en ambas pruebas el T6 alcanzó los valores máximos de (51,41 a  $\pm 0,020$  EAG/100 mL) para CTP y (51,41 a  $\pm 0,020$  mg TROLOX/L) para CAO en los días 5, 10 y 15, las cuales son estadísticamente diferentes entre los distintos tratamientos con un nivel de significancia de  $p < 0.05$  (95%). Se determinó el pH y la acidez reportando una estabilidad hasta los 10 días. La viabilidad de las bacterias ácido-lácticas fueron analizadas por el método de dilución y vaciado en placa, utilizando agar MRS para *Lactobacillus*. Se reportó que los tratamientos T4, T5 y T6 presentaron los mayores aumentos en la carga microbiana, con valores que superaron los  $1,06 \times 10^6$  ufc/mL en los 15 días de evaluación. El análisis sensorial en donde se emplearon 30 jueces no entrenados, reportó que el T3 tuvo mayor aceptabilidad entre los otros tratamientos.



Los resultados obtenidos confirman que la adición de compuestos fenólicos extraídos de la cascarilla de cacao al yogurt, le confiere propiedades antioxidantes, convirtiéndolo en un alimento con beneficios potenciales para la salud.

### **Palabras claves**

Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, yogurt, cascarilla de cacao.

### **Abstract**

The aim of this work was to determine the phenolic compounds and antioxidant capacity of yogurt enriched with cocoa shell extract. Cocoa shell extract was obtained by means of an ethanol-water solution in a ratio of (70:30 v/v). The extract was microencapsulated with sodium alginate. Subsequently, natural yogurt was prepared and the extract was added at different concentrations. (T1 = 2%, T2 = 5%, T3 = 8%) encapsulated and (T4 = 2%, T5 = 5%, T6 = 8%) non-encapsulated. The quantification of total polyphenols was determined by the Folin-Ciocalteu method and the absorbance of the solution was measured at 760 nm in the spectrophotometer. On the other hand, the antioxidant capacity was measured by the free radical solution ABTS<sup>•+</sup>. The Duncan test indicates that in both tests T6 reached the maximum values of (51.41 to  $\pm 0.020$  EAG/100 mL) for CTP and (51.41a $\pm 0.020$  mg TROLOX/L) for CAO on days 5, 10 and 15, which are statistically different between the different treatments with a significance level of  $p < 0.05$  (95%). The pH and acidity were determined, reporting stability up to 10 days. The viability of the lactic acid bacteria was analyzed by the dilution and pour plate method, using MRS agar for Lactobacillus. It was reported that treatments T4, T5 and T6 presented the greatest increases in the microbial load, with values that exceeded  $1.06 \times 10^6$  cfu/mL in the 15 days of evaluation. Sensory analysis, which involved 30 untrained judges, reported that T3 had the highest acceptability among the other treatments. The results obtained confirm that the addition of phenolic compounds extracted from cocoa husks to yogurt confers antioxidant properties, making it a food with potential health benefits.

### **Keywords**

Phenolic compounds, antioxidant capacity, yogurt, cocoa Shell.



## **Introducción**

Ecuador presenta una gran variedad de productos agrícolas, que, procesándolos, quedan residuos y desechos que sirven como potencial energético. Entre estos productos se encuentran: maíz, café, caña de azúcar, arroz y cacao.

El problema que presentan los desechos del cacao en centros de acopio es que no existe una clara conciencia ambiental para su manejo. La falta de capacidad y recursos económicos hace que estos no tengan un destino final, y que al usar el término "residuo", no tengan un valor comercial por sus características y su contenido orgánico.

Manabí es una de las provincias del Ecuador que genera residuos agroindustriales a partir del acopio de cacao, por tener las mayores actividades. Sin embargo, muchas instituciones, empresas o centros no conocen los beneficios que estos residuos tienen; por tal motivo, no son reutilizados y quedan en estado de abandono. Al quedar en este estado, se convierten en contaminantes de suelos y aguas subterráneas. (Valencia y Solorzano, 2017).

Durante el proceso de transformación del cacao, se van generando un sinfín de residuos, entre ellas: la cáscara, la cascarilla, la placenta y el mucilago, de los cuales la mayor parte son designados como "desperdicios agroindustriales". De acuerdo con lo mencionado por Carpio et al. (2018), en nuestro país se generan 41 mil toneladas métricas anuales de desechos orgánicos originarios de la almendra de cacao (cascarilla de cacao), los mismos que pueden ser utilizados de una forma positiva para la creación de productos innovadores elaborados a partir de estos desechos.

En un estudio realizado por Panak et al. (2018), se menciona que la cascarilla del cacao contiene importantes polifenoles, como la epicatequina, la catequina y las procianidinas, conocidas por su fuerte actividad antioxidante. No obstante, Arlorio et al. (2005), en su investigación, nos indica que la cascarilla de cacao nutricionalmente aporta, como todo alimento, macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales).

Por su parte, los polifenoles son moléculas que contienen uno o varios anillos aromáticos o bencénicos, los cuales se encuentran unidos a uno o varios grupos hidroxilos. Estos están ampliamente distribuidos en la naturaleza, sobre todo en las plantas, como los cereales, frutas y verduras, ya sea en los tallos, raíces, flores, frutos y semillas (Abarca, 2018). Además, son conocidos por prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, es decir, cánceres, enfermedades del sistema cardiovascular o nervioso.





Se homogenizó manualmente con una espátula hasta quedar totalmente disueltos, sin grumos. Luego, se añadió el extracto en cada vaso de precipitación, de acuerdo con cada concentración planteada en los tratamientos.

Se añadió 11% de cloruro de calcio en un vaso de precipitación de 150 mL y se aforó con agua destilada. Posteriormente, se homogenizó. Con una jeringa de 10 cm, se procedió a colocar gota a gota la muestra sobre el cloruro de sodio, para formar las microcápsulas. Después, pasaron por un colador para retirar el líquido de las cápsulas, y luego se adicionaron los respectivos tratamientos según su concentración (Jiménez, 2011).

### **Elaboración del yogurt**

Se calentó la leche durante 15 minutos a 35 °C. Después, se incorporó el azúcar, que representaba el 8% del volumen total de la leche. A medida que la leche aumentaba la temperatura hasta alcanzar los 45 °C, se procedió a añadir las bacterias lácticas al 3%. Posteriormente, pasó por una incubación de 12 horas. Una vez que se formó el coágulo, se realizó una agitación vigorosa y se homogenizó la mezcla. Finalmente, se les adicionaron los compuestos fenólicos, dependiendo de sus respectivos tratamientos.

### **Incorporación de extracto de cascarilla de cacao**

Para la adición de extracto de cascarilla de cacao, se procedió a dividir el producto (yogur) en 7 partes, cada una constaba de 1800 mL. Se agregó extracto hidroalcohólico encapsulado a los tratamientos 1, 2 y 3, con sus diferentes concentraciones. Asimismo, se agregó extracto hidroalcohólico no encapsulado a los tratamientos 4, 5 y 6. El último tratamiento consistió en yogur sin adición de extracto de la cascarilla de cacao.

### **Cuantificación de compuestos fenólicos**

Para el contenido total de polifenoles, se adaptó el protocolo de Mahmood et al. (2011). Se tomó 10 mL de la muestra (yogur) y se mezcló con 5 mL de etanol (95% v/v). Luego, se aforó la mezcla hasta 100 mL con agua destilada, obteniendo así la solución madre. De esta solución, se tomó 0.1 mL y se mezcló con 0.5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu. Posteriormente, se dejó en reposo por 5 minutos y se adicionó 1 mL de solución de carbonato de sodio (5%).

Esta mezcla se aforó hasta 25 mL con agua destilada. La solución se dejó en reposo en la oscuridad por 1 hora y de la solución resultante, se tomó 3 mL en una celda de cuarzo (cubeta) y se midió la absorbancia de la solución a 760 nm en el espectrofotómetro (Jebway, USA).



Por otra parte, estimulan la producción de hormonas, ejercen un efecto positivo sobre el metabolismo de los lípidos y también participan en varias otras funciones biológicas, como la protección de la piel (Nichols y Katiyar, 2010).

Por tal motivo, el interés de crear nuevos productos funcionales a partir de residuos agroindustriales ha aumentado, razón por la cual esta investigación tuvo por objetivo determinar la capacidad antioxidante y contenido total de polifenoles del yogurt enriquecido con extracto de cascarilla del cacao (*Theobroma cacao L.*), con la finalidad de convertirlo en un producto rico en contenido de compuestos fenólicos.

## **Materiales y métodos**

### **Obtencion de la materia prima**

La leche que se utilizó fue adquirida en un centro de abasto de Manta, Manabí. Se procedió a llevar la materia prima para la elaboración del producto al laboratorio de lácteos de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Las cascarillas de cacao o testa de cacao fueron de tipo Nacional, provenientes de fincas de cacao asociadas a la empresa Kacao S.A. La misma se obtuvo en el laboratorio de Calidad Integral de Cacao de la Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí, y se transportó al laboratorio de lácteos.

### **Extracción hidroalcohólica etanol – agua (70%-30%)**

La preparación de la muestra consistió en triturar las cascarillas con un molino de cuchillas de alta velocidad (BIOBASE, modelo MD120, 2500 rpm). Después, se pesó 30 g de cascarilla de cacao y se añadieron 500 mL de una disolución de etanol-agua con una relación de 70:30 v/v. La muestra se dejó en una plancha de agitación a 125 rpm (Fisher Scientific, modelo 11-100-49SH) a temperatura ambiente (25°C) durante 24 horas.

Seguidamente, las muestras fueron centrifugadas a 4000 rpm durante 10 minutos (centrifuga), y, por último, se evaporó el etanol utilizando una estufa a 50°C durante 24 horas. Este método fue realizado según López et al. (2022).

### **Preparación de micro encapsulados**

Consistió en usar 2% de alginato; se colocó en un vaso de precipitación de 500 mL y se agregó 200 mL de agua destilada, la cual se midió en una probeta.



La cuantificación de los compuestos fenólicos totales se realizó utilizando una curva de calibración con ácido gálico como estándar.

### **Capacidad Antioxidante**

El radical ABTS se preparó mediante la reacción acuosa de persulfato de potasio, el cual consistió en diluir 0,0360 gr de ABTS en 10 ml de agua destilada y 0,0662 gr de Persulfato de Potasio en 100 ml, se mezcló en partes iguales (20 ml) y se dejó reposar en la oscuridad por 20 horas a 20 °C. La solución de ABTS que se obtuvo se diluyó con etanol (95%).

Hasta que se obtuvo una absorbancia de 0.70 ( $\pm 0,1$ ) a 734 nm 30°C. Después que se obtuvo la solución estable, se tomó 2 ml de la solución estable y 20 microlitros de la muestra (yogurt) en el cartucho del espectrofotómetro. Y posteriormente se tomó la absorbancia (Coronel, 2021).

### **Análisis de pH**

Para el análisis de pH, se utilizó un potenciómetro digital (Qingdao, China) según el método descrito en la norma NTE INEN 389 (1985-12) que indica el uso de potenciómetro para productos líquidos.

### **Análisis de acidez**

Se determinó según la tesina de Mendoza (2015) con modificaciones, el cual consistió en emplear 9 ml de la muestra (yogurt) y se los colocó en un vaso precipitado. Luego, se agregaron dos gotas de solución de fenolftaleína y se agitó. Posteriormente, se tituló con hidróxido de sodio al 0.1 N hasta la aparición de un color rosado. Se continuó agitando a medida que se agregó el hidróxido de sodio. El porcentaje se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\%acidez = \frac{(V NaOH * Normalidad NaOH * meq acido)}{V muestra} * 100$$

### **Evaluación de la viabilidad de las bacterias ácido lácticas en el yogur**

Se evaluaron los 6 tratamientos, incluido el testigo. La cantidad de UFC de BAL por gramo de muestra (yogurt) recién elaborado y durante los días de evaluación, se midió para estimar la viabilidad de las bacterias. La prueba se realizó cada cinco días durante quince días.

Para ello, se utilizó el método de dilución y vaciado en placa, utilizando agar MRS para *Lactobacillus*. Las placas se incubaron a 37 °C durante 48 horas (Rojas et al., 2009).



### **Análisis Sensorial**

Se efectuó mediante el método propuesto por Gonzales et al. (2014) con modificaciones, este consistió en 30 jueces no entrenados. Se propuso una escala hedónica basándose en la evaluación organoléptica de los parámetros del yogurt de 5 puntos, en donde se les dio 30 ml de los tratamientos con mayor porcentaje de concentración de extracto de cascarilla de cacao junto con el testigo.

Se evaluó cada una de las siguientes características: apariencia general, sabor, color y olor. El ordenamiento fue de menor a mayor preferencia, y se empleó la siguiente escala de clasificación: Muy bueno (5), Bueno (4), Aceptable (3), Desagradable (2) y Extremadamente Desagradable (1).

### **Análisis estadístico**

El análisis estadístico de los datos se efectuó con el paquete estadístico Infostat 2020 versión libre. Además, se aplicó ANOVA y la prueba de medias de DUNCAN para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos utilizando un nivel de significancia de  $p < 0.05$  (95%).

### **Resultados y discusión**

#### **Contenido total de polifenoles presentes en el yogurt**

En la (Tabla 1) se muestran los resultados del CTP, como se puede observar, el tratamiento T3 presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos en el día 0 ( $165,11^a \pm 0,011$  mg EAG/100 mL), seguido por el tratamiento T6 ( $129,72^b \pm 0,005$  mg EAG/100 mL) y el tratamiento T2 ( $128,32^c \pm 0,005$  mg EAG/100 mL). A medida que avanzaron los días de almacenamiento, se observó una disminución significativa en el contenido de compuestos fenólicos en todos los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T6 ( $51,41^a \pm 0,020$  EAG/100 mL) mantuvo los valores más altos de contenido de compuestos fenólicos en los días 5, 10 y 15.

Según los valores reportados por Santos y Payano (2020), en su estudio de adición de compuestos fenólicos de la frambuesa silvestre al yogurt, nos menciona que obtuvo un valor máximo de 21,96 mg EAG/100 ml cantidad que resulta menor a la indicada en el presente trabajo y diferente al propuesto por Burgos et al. (2023) en su trabajo de investigación, contenido de polifenoles totales en el yogurt adicionado con harina de cascara de mandarina, el cual alcanza un valor máximo de 13.115 mg EAG/100 ml.



Estas diferencias de la cantidad de compuestos fenólicos presentes en el yogurt pueden ser influenciada por factores como la variedad de fruta, el método de extracción y la calidad de la materia prima, pero lo concreto es que la cascarilla de cacao presenta importantes polifenoles como las catequinas epicatequinas y proantocianidinas.

**Tabla 1. Anova del contenido total de polifenoles**

Tratamientos	Media (mg EAG/100 mL)			
	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
T1	126,86 <sup>d</sup> ±0,023	45,02 <sup>f</sup> ±0,010	34,53 <sup>f</sup> ±0,005	32,66 <sup>f</sup> ±0,005
T2	128,32 <sup>c</sup> ±0,005	47,59 <sup>d</sup> ±0,005	41,21 <sup>c</sup> ±0,011	39,25 <sup>c</sup> ±0,011
T3	165,11 <sup>a</sup> ±0,011	49,74 <sup>c</sup> ±0,005	45,16 <sup>d</sup> ±0,005	42,31 <sup>d</sup> ±0,005
T4	94,16 <sup>f</sup> ±0,017	45,41 <sup>e</sup> ±0,011	45,31 <sup>c</sup> ±0,011	43,13 <sup>c</sup> ±0,011
T5	126,10 <sup>c</sup> ±0,005	52,87 <sup>b</sup> ±0,023	50,98 <sup>b</sup> ±0,005	47,62 <sup>b</sup> ±0,005
T6	129,72 <sup>b</sup> ±0,005	57,13 <sup>a</sup> ±0,017	53,66 <sup>a</sup> ±0,020	51,41 <sup>a</sup> ±0,020

*Las letras diferentes indican diferencias significativas (a, b, c, d, e, f) entre los tratamientos.*

### Capacidad antioxidante del yogurt

La (Tabla 2) muestra que el tratamiento T3 presentó la mayor capacidad antioxidante en el día 0 (13,67<sup>a</sup> ± 0,005 mg TROLOX/L), seguido por el tratamiento T6 (13,41<sup>b</sup> ± 0,011 mg TROLOX/L) y el tratamiento T5 (13,13<sup>d</sup> ± 0,023 mg TROLOX/L). A medida que avanzaron los días de almacenamiento, se observó una disminución significativa en la capacidad antioxidante en todos los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T6 mantuvo los valores más altos de capacidad antioxidante en los días 5, 10 y 15.

Estos valores son inferiores a lo reportado por Camacho y Merino, (2018) que fue de 424,85 μmol Trolox/L para el yogurt aromatizado con café orgánico y de 449,97 μmol Trolox/L del café aromatizado con café convencional.

Además, es también inferior al resultado obtenido por Canale y Michilot, (2019) en su trabajo "Evaluación del efecto de la incorporación de Camillia sinensis L. (té verde) sobre el contenido de flavonoides, capacidad antioxidante y aceptación sensorial de un yogurt probiótico" que fue de 1,89 mg trolox /mL.

En general, el café puede tener una mayor capacidad antioxidante que el yogurt debido a su contenido de polifenoles y ácidos clorogénicos. Sin embargo, es importante destacar que la capacidad antioxidante de ambos alimentos puede variar dependiendo de factores como la calidad de la leche o el café, el proceso de producción y la preparación.



**Tabla 2. Anova de capacidad antioxidante**

Tratamientos	Media (mg TROLOX/L)			
	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
T1	10,93 <sup>f</sup> ±0,011	8,81 <sup>f</sup> ±0,011	5,44 <sup>f</sup> ±0,017	4,85 <sup>f</sup> ±0,005
T2	13,22 <sup>c</sup> ±0,005	8,97 <sup>c</sup> ±0,005	7,42 <sup>c</sup> ±0,005	5,48 <sup>c</sup> ±0,005
T3	13,67 <sup>a</sup> ±0,005	10,23 <sup>c</sup> ±0,005	8,51 <sup>d</sup> ±0,005	5,51 <sup>b</sup> ±0,005
T4	12,04 <sup>c</sup> ±0,011	9,85 <sup>d</sup> ±0,005	9,12 <sup>c</sup> ±0,005	5,36 <sup>c</sup> ±0,011
T5	13,13 <sup>d</sup> ±0,023	12,07 <sup>b</sup> ±0,005	10,11 <sup>b</sup> ±0,005	5,41 <sup>d</sup> ±0,005
T6	13,41 <sup>b</sup> ±0,011	12,80 <sup>a</sup> ±0,011	10,14 <sup>a</sup> ±0,011	5,62 <sup>a</sup> ±0,020

Las letras diferentes indican diferencias significativas (a, b, c, d, e, f) entre los tratamientos.

### PH del yogur

La (Tabla 3) muestra que no hubo diferencias significativas en el pH entre los tratamientos en el día 0. Sin embargo, a medida que avanzaron los días de almacenamiento, se observaron ligeras disminuciones en el pH en todos los tratamientos. El tratamiento T7 presentó el pH más alto en el día 0 (4,15<sup>a</sup> ± 0,005), mientras que el tratamiento T3 presentó el pH más bajo en el día 15 (3,91<sup>c</sup> ± 0,011).

De acuerdo con Mori (2017) la disminución en el pH se debe a que las bacterias ácido lácticas continúan con su actividad metabólica, a pesar del almacenamiento se siguen produciendo ácido láctico, lo cual provoca que el medio se acidifique y baje el pH.

**Tabla 3. Anova del pH**

Tratamientos	Media			
	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
T1	4,10 <sup>b, c</sup> ±0,005	4,05 <sup>a</sup> ±0,005	4,03 <sup>a</sup> ±0,015	3,96 <sup>a</sup> ±0,015
T2	4,10 <sup>c</sup> ±0,010	4,04 <sup>a</sup> ±0,017	4,02 <sup>a</sup> ±0,017	3,95 <sup>a, b</sup> ±0,005
T3	4,09 <sup>c</sup> ±0,005	4,03 <sup>a</sup> ±0,015	4,02 <sup>a</sup> ±0,015	3,91 <sup>c</sup> ±0,011
T4	4,11 <sup>b, c</sup> ±0,010	4,05 <sup>a</sup> ±0,011	4,00 <sup>a</sup> ±0,010	3,92 <sup>c</sup> ±0,015
T5	4,10 <sup>b, c</sup> ±0,005	4,04 <sup>a</sup> ±0,020	4,03 <sup>a</sup> ±0,015	3,93 <sup>b, c</sup> ±0,017
T6	4,10 <sup>b, c</sup> ±0,015	4,02 <sup>a</sup> ±0,026	4,03 <sup>a</sup> ±0,020	3,95 <sup>a, b</sup> ±0,010
T7	4,15 <sup>a</sup> ±0,005	4,03 <sup>a</sup> ±0,020	4,02 <sup>a</sup> ±0,010	3,97 <sup>a</sup> ±0,010

Las letras diferentes indican diferencias significativas (a, b, c, d, e, f) entre los tratamientos.

### Acidez del yogur

En la (Tabla 4) muestra que no hubo diferencias significativas en la acidez entre los tratamientos en el día 0. Sin embargo, a medida que avanzaron los días de almacenamiento, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. En el día 5, los tratamientos T3 y T5 presentaron valores de acidez significativamente menores que los demás tratamientos.



En el día 10, los tratamientos T2, T4 y T6 presentaron valores de acidez significativamente menores que los tratamientos T1 y T3. En el día 15, se observó que el tratamiento T3 presentó el valor de acidez más alto ( $1,21^a \pm 0,010$ ), mientras que el tratamiento T7 presentó el valor de acidez más bajo ( $1,08^c \pm 0,005$ ).

Valores cercanos al de Santos y Payano, (2020) que en su estudio alcanzó una acidez de 1,1665 de ácido láctico. Al respecto, La norma NTE INEN 13 nos indica que el porcentaje de acidez titulable en el yogur debe estar entre 0.8% y 1.8% de ácido láctico, valores que reportados en este estudio cumplen con dicha disposición. De acuerdo con Ibarra (2020), nos menciona que el aumento de la acidez del yogurt por la producción de ácido láctico ocasiona la coagulación de la caseína, además afecta la textura y el sabor en el producto. Por tal motivo, la concentración óptima de ácido láctico es crucial para producir un yogurt de alta calidad con características organolépticas deseables, como sabor, textura, olor y reducir la aparición de sinéresis durante el almacenamiento.

**Tabla 4. Anova de la acidez**

Tratamientos	Media			
	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
T1	$0,80^a \pm 0,005$	$0,85^a \pm 0,005$	$1,02^a \pm 0,015$	$1,10^{d,c} \pm 0,005$
T2	$0,82^a \pm 0,017$	$0,85^a \pm 0,005$	$0,96^b \pm 0,010$	$1,14^{b,c} \pm 0,015$
T3	$0,81^a \pm 0,010$	$0,83^b \pm 0,005$	$1,04^a \pm 0,010$	$1,21^a \pm 0,010$
T4	$0,81^a \pm 0,017$	$0,85^a \pm 0,005$	$1,03^a \pm 0,020$	$1,14^b \pm 0,005$
T5	$0,81^a \pm 0,005$	$0,86^a \pm 0,011$	$0,90^c \pm 0,005$	$1,15^{c,d} \pm 0,005$
T6	$0,81^a \pm 0,010$	$0,80^c \pm 0,005$	$0,96^b \pm 0,017$	$1,13^{b,c} \pm 0,026$
T7	$0,82^a \pm 0,005$	$0,85^a \pm 0,015$	$0,95^b \pm 0,005$	$1,08^c \pm 0,005$

Las letras diferentes indican diferencias significativas (a, b, c, d, e, f) entre los tratamientos.

### Análisis microbiológico

#### Viabilidad de las bacterias ácido lácticas

Como se puede visualizar en la Tabla 5, las bacterias ácido lácticas continuaron siendo viables en el yogurt a pesar de que los compuestos fenólicos tienen actividad antimicrobiana. Los valores obtenidos de UFC en los tratamientos 1, 2 y 3 correspondientes a los encapsulados nos indican que en los 15 días de estudio las bacterias ácido lácticas no se vieron afectadas por la acción antimicrobiana justamente por la encapsulación, sin embargo, en los tratamientos 4, 5 y 6 correspondiente a los no encapsulados se observa una disminución a los cinco días de evaluación. Esto pudo darse por un desarrollo lento de las bacterias ácido lácticas debido a que los compuestos fenólicos se encontraban directamente



en contacto con el producto, motivo por el cual pudieron inhibir alguna de ellas, sin embargo, en el día 10 y 15 se visualiza un incremento de las bacterias ácido lácticas, esto nos indica que a pesar de que existió una descendencia, continuaron con su metabolismo y siguieron produciendo ácido láctico.

De acuerdo con Farfán y Murillo (2021) en su trabajo de investigación “Encapsulación de fitoesteroles de palma y su aplicación en el yogurt”, nos mencionó que la encapsulación es una técnica efectiva para mantener la viabilidad de las bacterias ácido lácticas ante la presencia de cualquier compuesto que contenga actividad antimicrobiana. Por otra parte, Godoy (2020) en su estudio “Encapsulación de taninos y su aplicación en el yogurt” nos indica que la incorporación de compuestos fenólicos encapsulados a un yogur le otorga un mayor valor antioxidante y no afecta significativamente en el producto, lo que puede ser una forma de impartir valor agregado a residuos de bajo valor comercial.

Finalmente, es importante considerar la interacción entre las bacterias ácido lácticas, los compuestos fenólicos y la encapsulación para desarrollar productos lácteos funcionales con propiedades beneficiosas para la salud.

**Tabla 5. Viabilidad de las BAL**

Tratamientos	Día 0 ufc/mL	Día 5 ufc/mL	Día 10 ufc/mL	Día 15 ufc/mL
T1	$1,63 \times 10^4$	$3,86 \times 10^4$	$2,87 \times 10^5$	$4,14 \times 10^5$
T2	$2,06 \times 10^4$	$3,83 \times 10^4$	$3,37 \times 10^5$	$4,51 \times 10^5$
T3	$2,56 \times 10^4$	$3,96 \times 10^4$	$2,62 \times 10^5$	$4,82 \times 10^5$
T4	$9,00 \times 10^3$	$3,16 \times 10^3$	$8,98 \times 10^5$	$1,06 \times 10^6$
T5	$8,66 \times 10^3$	$3,26 \times 10^3$	$8,95 \times 10^5$	$1,06 \times 10^6$
T6	$1,23 \times 10^4$	$3,13 \times 10^3$	$9,33 \times 10^5$	$1,07 \times 10^6$
T7 - Control	$1,26 \times 10^4$	$3,90 \times 10^4$	$6,69 \times 10^5$	$7,74 \times 10^5$

### **Análisis Sensorial**

Los resultados obtenidos se expresaron en base al criterio de los 30 panelista no entrenados. La calificación promedio del T3 encapsulado para la apariencia general fue de 4,67; el sabor fue 4,80; el color fue de 4,90 y el olor fue de 4,73; todas equivalente a una calificación bueno.





El promedio del T6 no encapsulado para la apariencia general fue de 4,60 correspondiente a la categoría bueno; el sabor fue de 1,86 calificándose como extremadamente desagradable; el color fue de 4,76 correspondiente a bueno; y el olor fue de 4,60 considerado como bueno. Por último, el T7 siendo el testigo sin adición de compuestos fenólicos, en apariencia general y sabor obtuvo un promedio de 4,60 considerado como bueno; el color fue de 4,93 y el olor fue de 4,96 calificados de la misma forma, como bueno.

Todos los tratamientos mostraron resultados similares a diferencia del T6 no encapsulado con una adición de 8% de extracto hidroalcohólico de la cascarilla de cacao en el atributo de sabor se observó una puntuación muy baja por parte de los panelistas, esto pudo deberse a que el extracto se encontraba de forma libre ocasionando sabores irregulares en el yogurt. Por lo tanto, en base al análisis sensorial resultó como el mejor tratamiento el T3 encapsulado con una adición de 8% de extracto hidroalcohólico de la cascarilla de cacao.

**Tabla 6. Resultados de análisis sensorial de los T3-T6-T7**

Categoría	Tratamientos	Atributos			
		Apariencia General	Sabor	Color	Olor
Muy bueno	3	21	25	27	24
Bueno	3	8	4	3	4
Aceptable	3	1	1	0	2
Desagradable	3	0	0	0	0
Extremadamente desagradable	3	0	0	0	0
Muy bueno	6	19	0	25	18
Bueno	6	10	0	4	12
Aceptable	6	1	9	1	0
Desagradable	6	0	8	0	0
Extremadamente desagradable	6	0	13	0	0
Muy bueno	7	20	18	28	29
Bueno	7	8	12	2	1
Aceptable	7	2	0	0	0
Desagradable	7	0	0	0	0
Extremadamente desagradable	7	0	0	0	0



## **Conclusiones**

La adición de extracto de cascarilla de cacao al yogurt demostró ser una excelente alternativa para aumentar el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante del producto.

Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento T6, con una concentración de 8% de extracto no encapsulado, presentó los valores más altos de contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.

Además, se observó que la adición de extracto de cascarilla de cacao no afectó significativamente el pH y la acidez del yogurt, lo que sugiere que el producto mantuvo su calidad y estabilidad durante el almacenamiento.

En la viabilidad de las bacterias ácido lácticas se puede apreciar que no se vieron afectadas al encontrarse libre el extracto de la cascarilla de cacao ya que en los resultados obtenidos se observa la existencia de mayor población de BAL en los tratamientos no encapsulados.

En cuanto a la evaluación sensorial, el tratamiento T3, que contenía el 8% de extracto de cascarilla de cacao encapsulado, fue el más aceptado en términos de apariencia general, sabor, color y olor por parte de los jueces no entrenados.

Finalmente, la adición de extracto de cascarilla del cacao al yogurt puede ser una forma efectiva de aumentar el valor antioxidante, lo que es beneficioso para la salud.

## **Bibliografías**

Andrade Valencia, Y. A., & Solórzano Barén, Z. C. (2017). Incidencia de los residuos, en la calidad ambiental del entorno del centro de acopio de cacao Fortaleza del Valle, Quiroga (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM).

Burgos Gabriel, F. B., & Inoñan Morillo, G. M. (2023). Influencia de la adición de harina de cáscara de mandarina sobre los compuestos bioactivos en yogurt de sauco.

Camacho Carrillo, A. D., & Merino Gamboa, M. G. Estimación del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del café arábica (*Coffea arabica*) orgánico y convencional en el proceso de elaboración de yogurt aromatizado con café.

Canale Vásquez, A., & Michilot Soto, T. Evaluación del efecto de la incorporación de *Camellia sinensis* L.(té verde) sobre el contenido de flavonoides, capacidad antioxidante y aceptación sensorial de un yogurt probiótico.



Carpio, E. V., Castro, L. M., & Fernández, M. C. (2018, July). Caracterización físico-química de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51. In Conference Proceedings (Machala) (Vol. 2, No. 1).

Carranza, P. H., Santiago, K. Y. J., Sosa, R. A., Xochipa, I. P., Beltrán, J. A. G., Velasco, C. E. O., & López, I. I. R. (2019). Fortificación antioxidante del yogurt mediante la adición de cáscara de tuna roja y su mucilago. *CyTA: Journal of food*, 17(1), 824-833.

Cruz Loyola, F. J. (2019). Capacidad antioxidante del yogurt funcional con adición de antiocianinas de mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.).

Farfán, A. A., & Murillo, X. M. (2021). *Encapsulación de fitoesteroles de palma (Elais guineensis) y su aplicación en yogur* (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021).

Godoy Ramírez, F. P. (2020). Estudio de encapsulación de taninos y su aplicación en un yogur.

González Cuello, R. E., Pérez Mendoza, J., & Urbina Suarez, N. A. (2014). Efecto de la microencapsulación sobre las propiedades reológicas y fisicoquímicas del Yogurt Blando. *Información tecnológica*, 25(6), 45-56.

Ibarra Luna, I. I. (2020). Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogur endulzado con *Stevia Rebaudiana* Y *Tropaeolum Tuberosum* "Mashua Púrpura" como colorante.

Jiménez, E. (2011). Encapsulación de *Lactobacillus paracasei* en una matriz de alginato-almidón a través de: A tomización Coacervación-Lecho fluidizado. Tesis que para obtener el grado de Maestra en Ciencias Alimentarias. Universidad veracruzana-instituto de ciencias básicas. Pp. 28-30.

Luna, I., & Ibalut, I. Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogur endulzado con *Stevia Rebaudiana* Y *Tropaeolum Tuberosum* "Mashua Púrpura" como colorante.

Mahmood, A., Ngah, N., y Nor, M. (2011). Phytochemicals Constituent and Antioxidant Activities in *Musa x Paradisiaca* Flower . *European Journal of Scientific Research*, 66(2), 311-318.

Mendoza Nieve, A. (2015). Influencia de la acidez del yogurt y la temperatura de almacenamiento en la viscosidad del yogurt batido.



Mori Nuñez, C. L. (2017). Efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, pH, sinéresis y acidez del yogurt.

Nichols, JA, Katiyar, SK Fotoprotección de la piel mediante polifenoles naturales: mecanismos antiinflamatorios, antioxidantes y de reparación del ADN. Arch Dermatol Res 302 , 71–83 (2010).

Panak Balentić, J., Ačkar, Đ., Jokić, S., Jozinović, A., Babić, J., Miličević, B., ... & Pavlović, N. (2018). Cáscara de cacao: Un subproducto con gran potencial de amplia aplicación. Moléculas , 23 (6), 1404.

Rojas, T., Peñuela, A., Pernía, G., Perdomo, M., Gil, M., & Reyes, D. (2009). Viabilidad de un aislado de Escherichia coli O157: H7 en queso tipo Guayanés usando separación inmunomagnética como herramienta de recuperación. Kasmera, 37(1), 51-61.

ROMO, S. E. A., ZAVALA, E. L., PEREZ, D. M. G., TORRES, M. G., & GUTIERREZ-TLAHQUE, J. O. R. G. E. (2024). Microencapsulación de compuestos bioactivos de flor de jamaica en suero de leche y su aplicación en yogurt. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 9(1), 43-52.

Salcedo Osorio, J. (2024). Efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt hipograso.

Santos Torres, R. C., & Ventura Payano, P. I. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales del yogurt con adición de frambuesa silvestre (*Rubus roseus* poir).