



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

TEMA:

**Uso de mucílago de *Theobroma cacao* L. como estabilizante
para yogur natural.**

AUTORA:

Ferreyra Carpio, Edith Esther

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TUTORA:

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, MSc.

**Guayaquil, Ecuador
04 de marzo de 2026**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Ferreya Carpio, Edith Esther**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**.

TUTORA

f. _____
Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ferreyra Carpio, Edith Esther

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Uso de mucílago de Theobroma cacao L. como estabilizante para yogur natural** previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026

La AUTORA:

f. 

Ferreyra Carpio, Edith Esther



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**


AUTORIZACIÓN

Yo, **Ferreyra Carpio, Edith Esther**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Uso de mucílago de Theobroma cacao L. como estabilizante para yogur natural**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026

LA AUTORA:

f. 
_____ **Ferreyra Carpio, Edith Esther**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CERTIFICADO DE COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, Uso de mucílago de Theobroma cacao L. como estabilizante para yogur natural presentado por la estudiante Ferreyra Carpio, Edith Esther, de la carrera de Agroindustria, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 4 % de coincidencias, considerando ser aprobada.



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Trabajo de titulación Edith Ferreyra 3 de marzo copilatio 2-1

ID : fdad23298e4fa31f368b0e9bf9e228bf5696af29



4%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : Trabajo de titulación Edith
Ferreyra 3 de marzo copilatio 2-1.txt
Tamaño del archivo original : 1,38 MB
Número de palabras : 5451
Número de caracteres : 34660

Depositante : Bella Cecilia Crespo Moncada
Fecha de depósito : 3 de marzo de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 3 de marzo de 2026

Fuente: COMPILATIO-Usuario Bella Crespo, 2026

Certifica

f. _____

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, MSc.

TUTORA

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por guiar cada uno de mis pasos y darme la fortaleza necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida. A mis padres, quienes me formaron con altos valores, con fe inquebrantable y con la convicción de que, mientras exista esfuerzo y perseverancia se puede lograr lo que quiera. A mis hermanas les agradezco por enseñarme a afrontar con madurez y fortaleza cada desafío presentado en este proceso.

A mi abuelita, quien ha sido mi segunda madre, no tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo lo que ha hecho por mí; gran parte de lo que hoy soy se lo debo a su amor y cuidado. A mi abuelo Alejo, aunque físicamente ya no está, sé que estaría orgulloso de verme alcanzar esta meta, gracias por criarme con ese amor de padre y enseñarme muchas cosas de la vida.

A mi abuelita Blanca, por siempre cuidarme y por enseñarme que la fe en Dios es el pilar fundamental en la vida. A mi abuelo Guillermo, por haberme dado no solo un apellido, sino historia en una sola palabra “Ferreyra”.

A Juan Villanueva, una persona muy especial en mi vida, por ser ese apoyo incondicional y un pilar fundamental durante esta etapa de mi vida. Gracias, amor, por creer siempre en mí y sentirte orgulloso de mis logros.

A mis docentes de la carrera de Agroindustria, por su enseñanza a lo largo de mi formación académica. Expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Jorge Velásquez Rivera, Ph. D.; a la Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.; al Ing. Ángel Triana, quien creyó en mí desde el inicio; y a la Ing. Bella Cecilia Crespo Moncada, M. Sc., por ser un ejemplo profesional, por su orientación y por la paciencia brindada durante este proceso. Finalmente, agradezco a Carolina Morocho, futura colega y mi mejor amiga, por su amistad sincera y por acompañarme en esta etapa universitaria, convirtiéndola en una experiencia inolvidable.

DEDICATORIA

A todas las personas que confiaron en mí y creyeron que cada esfuerzo realizado a lo largo de estos años valdría la pena, les dedico este logro con profunda gratitud.

En especial a mi madre, la Ing. Aracely Carpio y mi padre el Ing. Edi Ferreyra por ser mi mayor ejemplo y quienes me enseñaron buenos valores para poder llegar hasta aquí. Gracias por creer siempre en mis capacidades y por impulsarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

También dedico este trabajo a mis sobrinos, quienes con su alegría y cariño han sido mi energía constante y ese bálsamo que reconforta el corazón. Su amor ha sido una motivación permanente para no rendirme.

En esta tesis no solo se refleja la culminación de una carrera, sino también una historia familiar llena de valores, esfuerzo y legado. Con inmenso orgullo la dedico al Sr. Guillermo Ferreira, a la Sra. Blanca Jara, al Sr. Manuel Carpio y a la Sra. Predilecta Monserrate, con el honor de llamarlos abuelos. Gracias por ser inspiración, ejemplo de nobleza y por ese corazón generoso que los caracteriza.

Los amo profundamente, y como expresó Jane Goodall: Mientras estemos vivos debemos amar lo más que podamos”.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
Ing. Crespo Moncada Bella Cecilia, M. Sc.
TUTORA

f. _____
Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, M. Sc.
DIRECTORA DE CARRERA

f. _____
Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M. Sc.
COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CALIFICACIÓN

f. _____

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, MSc.

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 El cacao.....	4
2.1.1 Importancia del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en el ámbito agroindustrial.	5
2.2 Características del cacao.....	6
2.2.1 Cacao nacional.....	6
2.2.2 Cacao CCN51.	8
2.2.3 Beneficios del cacao.....	8
2.3 Propiedades y características del mucílago de cacao.....	9
2.3.1 Propiedades estabilizantes del mucilago de cacao.	11
2.4 Aplicación del mucílago de cacao en la industria Alimentaria	13
2.4.1 Importancia del mucílago de cacao.	14
2.5 Desaprovechamiento del mucílago	15
2.6 Definición y origen del yogur	16
2.6.1 Materia prima: leche.....	16
2.7 Fermentación láctea	17
2.8 Consumo de lácteos	18

2.8.1	Beneficios del consumo de yogur.....	19
2.8.2	Bacterias ácido-lácticas.....	20
2.9	Proceso de elaboración del yogurt	20
3	MARCO METODOLÓGICO	22
3.1	Ubicación.....	22
3.2	Duración del proyecto.....	22
3.3	Materiales e insumos.....	22
3.3.1	Insumos.....	22
3.3.2	Materiales de planta.....	23
3.3.3	Materiales de laboratorios.....	23
3.4	Enfoque y tipo de investigación	23
3.5	Diseño experimental.....	24
3.6	Variables.....	24
3.6.1	Variables fisicoquímicas.....	25
3.6.2	Análisis microbiológicos	25
3.6.3	Análisis sensorial.....	25
3.7	Proceso de elaboración de yogur natural (Testigo).....	25
3.8	Uso de mucílago de cacao CCN51 en yogur natural.....	27
3.9	Variables fisicoquímicas	29
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1	Análisis de la materia prima (Leche descremada).....	33
4.1.1	pH.....	33
4.1.2	Acidez titulable.....	34

4.1.3	Contenido de grasa.....	35
4.1.4	Contenido de proteína.....	35
4.1.5	Densidad.....	36
4.2	Análisis de pH de los tratamientos en yogur natural.....	36
4.3	Análisis microbiológicos de yogur natural.....	38
4.4	Análisis de Viscosidad.....	41
4.4.1	Análisis de proteína y grasa del yogur natural.....	43
4.5	Panel sensorial.....	46
4.6	Análisis de Beneficio/costo.....	48
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1	Conclusiones.....	50
5.2	Recomendaciones.....	51

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Tratamientos del diseño experimental.....	24
Tabla 2. Caracterización de materia prima.....	33
Tabla 3. pH de los tratamientos.....	36
Tabla 4. Análisis microbiológico de presencia de coliformes totales de los tratamientos en yogur natural.....	38
Tabla 5. Análisis microbiológico de presencia de E.coli en los tratamientos	39
Tabla 6. Análisis de presencia de Mohos y levaduras de los tratamientos en yogur natural.....	40
Tabla 7. Tabla de análisis de viscosidad de los tratamientos.....	41
Tabla 8. Análisis de proteína y grasa del testigo.....	43
Tabla 9. Análisis de proteína y grasa yogur natural con 5% con mucílago CCN51.....	44
Tabla 10. Análisis de proteína y grasa yogur natural con 10% mucílago CCN51.....	45
Tabla 11. Variables panel sensorial.....	47
Tabla 12. Costo total de yogur con mucílago.....	48
Tabla 13. Precio de venta y costo de producción de yogur con mucílago de cacao.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo	22
Figura 2. Diagrama de flujo de yogur natural sin mucílago (Testigo)	26
Figura 3. Diagrama de flujo de yogur natural con mucílago.	28
Figura 4. <i>Resultados panel sensorial de yogur natural con 5% mucílago de cacao CCN51</i>	47
Figura 5. <i>Resultados panel sensorial de yogur natural con 10% mucílago de cacao CCN51</i>	47

RESUMEN

Se evaluó el potencial del mucílago de *Theobroma cacao* L., variedades Nacional y CCN51, como estabilizante natural en la elaboración de yogur natural, analizando su influencia en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. La investigación se desplegó bajo un enfoque experimental con diseño completamente al azar, empleando leche descremada previamente caracterizada según la normativa NTE INEN 10:2012. Se elaboró un yogur natural como testigo y yogur natural con adición de mucílago en concentraciones del 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de las dos variedades como tratamientos a comprar. Se evaluaron parámetros de pH, proteína, grasa y viscosidad, así como análisis microbiológicos de coliformes totales, *Escherichia coli*, mohos y levaduras conforme a la NTE INEN 2395:2011. Adicionalmente, se realizó un análisis sensorial con panel evaluador y un estudio de relación beneficio/costo para determinar la viabilidad económica del producto. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con mucílago de cacao CCN51 al 5 % presentó el mejor desempeño integral manteniendo el valor de 4.2 dentro del límite referencial, adecuada microbiología con recuentos dentro de los límites normativos, mejora significativa en viscosidad y buena aceptación sensorial. Aunque se observó un incremento progresivo de mohos y levaduras en concentraciones mayores, los valores permanecieron dentro de los márgenes permitidos. Se determina que el mucílago de cacao de la variedad CCN51 al 5 %, funciona como alternativa viable y sostenible para estabilizante natural en yogur natural mejorando sus características, permitiendo el aprovechamiento de un subproducto agroindustrial y aportando valor agregado a la cadena productiva del cacao en Ecuador.

Palabras clave: leche, cacao, fermentación, aprovechamiento, yogur, estabilizante.

ABSTRACT

The potential of *Theobroma cacao* L. mucilage, from the Nacional and CCN51 varieties, as a natural stabilizer in the production of natural yogurt was evaluated, analyzing its influence on the physicochemical, microbiological, and sensory properties. The research was conducted using an experimental approach with a completely randomized design, employing skim milk previously characterized according to the NTE INEN 10:2012 standard. Natural yogurt was prepared as a control, and natural yogurt with added mucilage at concentrations of 5 %, 10 %, 15 %, and 20 % of the two varieties was prepared as a treatment. Parameters such as pH, protein, fat, and viscosity were evaluated, as well as microbiological analyses of total coliforms, *Escherichia coli*, molds, and yeasts, in accordance with NTE INEN 2395:2011. Additionally, a sensory analysis was performed with an evaluation panel, and a cost-benefit analysis was conducted to determine the economic viability of the product. The results showed that the 5% CCN51 cocoa mucilage treatment exhibited the best overall performance, maintaining a value of 4.2 within the reference limit, adequate microbiology with counts within regulatory limits, significant improvement in viscosity, and good sensory acceptance. Although a progressive increase in molds and yeasts was observed at higher concentrations, the values remained within the permitted limits. It was determined that the 5% CCN51 cocoa mucilage serves as a viable and sustainable alternative as a natural stabilizer in natural yogurt, improving its characteristics, allowing the utilization of an agro-industrial byproduct, and adding value to the cocoa production chain in Ecuador.

Keywords: milk, cocoa, fermentation, use, yogurt, stabilizer.

1 INTRODUCCIÓN

A pesar de que Ecuador exporta principalmente la almendra de cacao sin agregarle valor mediante procesos industriales, los subproductos de la postcosecha, como el mucílago, suelen desaprovecharse. Siendo este un subproducto infravalorado en el sector agroindustrial, Mientras que el yogur es un alimento de leche fermentada con amplio consumo debido a sus beneficios nutricionales y funcionales. Las industrias lácteas en la actualidad requieren de nuevas alternativas de origen natural que puedan optimizar su producto.

El mucílago de cacao es una sustancia densa obtenida de la almendra de cacao con potencial de aprovechamiento agroindustrial. Tradicionalmente desaprovechado, este subproducto posee propiedades físico, químicas y sensoriales para lograr ser aditivo en el procesos de fermentación láctea teniendo como contenido agua, glucosa, fructosa, sacarosa, pectinas, ácidos orgánicos y minerales como potasio y magnesio debido a varias investigaciones, lo que le confiere propiedades funcionales que pueden ser utilizadas como agente estabilizante en alimentos procesados. Su uso adecuado permitiría reducir pérdidas postcosecha, agregar valor a la cadena productiva del cacao y diversificar aplicaciones alimentarias con impacto en productividad y sostenibilidad.

A pesar de que Ecuador se posiciona como uno de los principales productores de cacao, la mayoría de sus subproductos no se utilizan con fines tecnológicos en alimentos. En este contexto, el presente estudio plantea como problema de investigación la evaluación del uso del mucílago de cacao como estabilizante en yogur natural, determinando su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto.

Esta investigación propone evaluar y comparar nuevas alternativas con el uso de mucílago de cacao como estabilizante para yogur natural, un subproducto que busca optimizar procesos, reducir costos e incorporar

prácticas sostenibles basadas en el uso de subproductos agroindustriales, contribuyendo así al desarrollo agroalimentario en Ecuador.

Por lo expuesto, los objetivos planteados para la investigación son los siguientes:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar el potencial del mucílago de cacao de las variedades CCN51 y nacional como estabilizante en la elaboración de yogur natural.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Caracterización de la materia prima (leche descremada) mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos.
- Elaborar yogur natural utilizando mucílago de cacao CCN51 y nacional y seleccionar el mejor tratamiento.
- Realizar análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales del yogur elaborado a base de mucílago de cacao de las dos variedades CCN51 y Nacional.
- Determinar el costo/beneficio de producción de yogur natural utilizando el mejor tratamiento de mucílago de cacao como estabilizante, de acuerdo con su eficiencia en el proceso.

1.2 Hipótesis

El mucílago de cacao puede actuar como estabilizantes alternativo eficaz en la elaboración de yogur natural, generando características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales comparables o superiores a las obtenidas dependiendo su variedad.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 El cacao

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un árbol perenne perteneciente a la familia *Malvaceae*, nativo de las regiones tropicales de Sudamérica y Centroamérica, cuyo centro de origen y domesticación se sitúa en la cuenca alta del Amazonas. Esta especie se desarrolla de manera natural en bosques húmedos tropicales y sus semillas, una vez fermentadas y secadas, constituyen la principal materia prima para la producción de chocolate y otros productos derivados de alto valor agroindustrial (Díaz-Valderrama et al., 2020). Estudios genéticos y arqueobotánicos han confirmado su proceso de domesticación en la región amazónica, destacando su relevancia histórica, económica y alimentaria a nivel mundial (Mayorga-Gross & Montoya-Arroyo, 2022).

La cadena de producción de cacao para la elaboración de chocolate consta de etapas en las que ocurren diversas reacciones químicas, bioquímicas, físicas y estructurales que involucran microorganismos, compuestos fenólicos y otros compuestos secundarios. Estas reacciones permiten reducir la amargura característica de los granos de cacao y desarrollar el color y sabor característicos (Solórzano et al, 2020).

Existen cuatro variedades de cacao CCN 51, trinitario, forastero y criollo. Estos contienen los siguientes antioxidantes: catequinas, epigallocatequina-3-galato, epicatequina, isoflavonas, procianidinas B1, B2 y C1. Estos bioactivos tienen un impacto en el desarrollo metabólico del ser humano, previniendo la aparición de enfermedades cerebrales y cardiovasculares, porque actúan directamente en el sistema nervioso central al inhibir la formación de radicales libres durante la actividad oxidativa (Zamora-Guevara et al., 2022).

Las variedades más conocidas exportables por Ecuador con CCN51 y Nacional, las cuales presentan diferencias significativas en cuanto a características agronómicas, químicas y sensoriales (Assande et al., 2025).

La variedad Nacional es una de las más tradicionales reconocida por su alta calidad organoléptica. Desde la perspectiva de la fermentación, su mucílago contiene un equilibrio de azúcares fermentables, ácidos orgánicos y compuestos volátiles, lo cual favorece el crecimiento regulado de microorganismos en los procesos de fermentación. Esta combinación propicia una dinámica microbiana más estable, estimulando la actividad de bacterias ácido-lácticas y otros microorganismos que participan en la transformación bioquímica del sustrato (Mancheno, 2025).

El CCN51 es una variedad de alto rendimiento que ha sido creada con el objetivo de aumentar tanto la productividad como la resistencia a enfermedades. Desde el punto de vista fermentativo, su mucílago presenta concentraciones más elevadas de azúcares simples y un microbiota natural más activa, lo que puede resultar en una fermentación más veloz y un incremento en la producción inicial de metabolitos como el ácido láctico. Estas variaciones entre las diferentes variedades permiten considerar su análisis como posibles fuentes de inóculo natural en procesos de fermentación láctica, así como evaluar su efecto sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del producto final (Vera Montoya et al., 2025).

2.1.1 Importancia del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ámbito agroindustrial.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) constituye uno de los cultivos más relevantes a nivel mundial dentro de la agroindustria, no solo por su uso tradicional en la elaboración de chocolate, sino también por el potencial de aprovechamiento integral de todos los componentes del fruto. En países tropicales como Ecuador, el cacao representa una fuente estratégica de ingresos económicos y empleo rural, además de un producto con alto valor agregado en mercados internacionales (Vera Montoya et al., 2025).

En la actualidad, la investigación agroindustrial se orienta hacia el aprovechamiento sostenible del cacao, iniciando el uso de subproductos

como el mucílago, la cáscara y la pulpa, con el fin de reducir residuos y fomentar la economía circular (Villarroel Bastidas et al., 2023).

2.2 Características del cacao

Desde el punto de vista botánico, el cacao pertenece a la familia Malvaceae y su fruto es una mazorca que contiene entre 30 y 50 semillas recubiertas por una pulpa blanca y viscosa denominada mucílago. Tradicionalmente, el interés agroindustrial del cacao se ha centrado en el aprovechamiento de las semillas para la elaboración de chocolate y derivados; sin embargo, en la actualidad existe un creciente interés en la valorización de subproductos como el mucílago, debido a su composición nutricional y funcional (Patricio et al., 2025).

El cacao suele medir entre 4 y 8 m de altura, sus hojas son simples y alternas, de estrechamente ovadas a obovado-elípticas miden entre 20 y 35 cm de largo y entre 6 y 10 cm de ancho, las mazorcas contienen alrededor de 20 a 60 granos en cinco filas (que corresponden a los 5 lóbulos del óvulo), rodeados de una pulpa mucilaginoso dulce, los granos son ovoides, elipsoides, complanados o redondos, con un tamaño de entre 20 y 40 mm de largo y 12 a 20 mm de ancho, con una pulpa envuelta de color blanco o amarillo claro (Vera Montoya et al., 2025).

El color, la altura y el peso pueden variar según factores genéticos y pedoclimáticos. Para el cacao, el criollo tiene granos de color claro, mientras que el forastero puede tener granos de color blanco a morado oscuro (Campos Vega et al., 2018).

2.2.1 Cacao nacional.

El cacao Nacional, también conocido como “Arriba”, es una variedad emblemática del Ecuador, reconocida por su perfil sensorial complejo, caracterizado por notas florales, frutales y dulces. Esta variedad presenta un crecimiento más lento y menor rendimiento en comparación con otras

variedades comerciales; sin embargo, su calidad lo convierte en un producto altamente valorado en mercados especializados (Loor et al., 2016).

El mucílago del cacao Nacional alberga una microbiota diversa y estable, lo que lo convierte en un material de interés para aplicaciones biotecnológicas y alimentarias, especialmente en fermentaciones controladas (Satish Kumar et al., 2013).

En Ecuador, los árboles de cacao Nacional, aunque pertenecen al tipo Forastero, producen granos con cualidades de cacao fino de aroma. La principal diferencia entre el cacao fino y el cacao común radica en el perfil de sabor, más que en otros aspectos de calidad. Se caracteriza por un perfil sensorial complejo, con sabores frutales, florales, herbales, amaderados, de nueces y caramelo, además de una base de chocolate rica y equilibrada (ICCO, 2019).

El mucílago del cacao Nacional posee una composición equilibrada de azúcares fermentables, ácidos orgánicos y compuestos volátiles, lo que favorece procesos fermentativos controlados y un microbiota diverso. Estas características lo hacen adecuado para aplicaciones biotecnológicas, especialmente en procesos de fermentación láctica (Pereira et al., 2017).

El uso comparativo del mucílago de las variedades CCN-51 y cacao Nacional como inóculo en la elaboración de yogur griego permite evaluar diferencias en aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales del producto final. Las variaciones en la composición del mucílago pueden influir en la velocidad de fermentación, el pH, la acidez titulable, la textura y el perfil de sabor del yogur (Tuárez García et al., 2021).

Desde una perspectiva científica, este tipo de estudio contribuye al desarrollo de nuevas aplicaciones del cacao más allá del chocolate, promoviendo la innovación agroindustrial y la diversificación de productos derivados. Asimismo, fortalece el valor del cacao Nacional ecuatoriano al demostrar su potencial funcional en la industria alimentaria, alineándose con

tendencias actuales de consumo de alimentos naturales, funcionales y sostenibles (Calvo et al., 2018).

2.2.2 Cacao CCN51.

El CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano que el 22 de junio del 2005 fue declarado, mediante acuerdo ministerial, un bien de alta productividad. Con esta declaratoria, el Ministerio de Agricultura brinda apoyo para fomentar la producción de este cacao, así como su comercialización y exportación (ANECACAO, 2015).

Este clon fue desarrollado con el objetivo de mejorar el rendimiento del cultivo y la resistencia a enfermedades, aunque su perfil sensorial es menos complejo que el del cacao Nacional, presenta ventajas productivas que han favorecido su amplia difusión (Shiby & Mishra, 2013)

Es una variedad ecuatoriana creada por el Agrónomo Homero Castro Zurita, luego de varios años de investigación; el científico ecuatoriano desarrolló en 1965 un clon de cacao de la doble hibridación de material genético Trinitario y Forastero de origen amazónico. Castro investigó desde 1952 las diversas variedades del grano y dieciséis finalmente obtuvo la del tipo 51, que es tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

El mucílago del CCN-51 presenta un mayor contenido de azúcares simples, lo que favorece una fermentación más rápida y una mayor actividad microbiana inicial. Estas propiedades permiten evaluar su desempeño como inóculo natural en procesos fermentativos alternativos, como la elaboración de productos lácteos fermentados (Ardhana & Fleet, 2003).

2.2.3 Beneficios del cacao.

Las propiedades reductoras del cacao están principalmente ligadas a la presencia de compuestos fenólicos, en particular flavonoides como los flavonoles y las procianidinas, que se hallan en altas concentraciones en las

semillas. Estos compuestos bioactivos juegan un papel crucial en la actividad antioxidante del cacao. Asimismo, el cacao contiene alcaloides metilxantínicos, tales como la cafeína, la teobromina y la teacrina, que son responsables de sus efectos estimulantes sobre el sistema nervioso central, así como de sus características antiinflamatorias, cardioprotectoras y diuréticas. La notable capacidad antioxidante del cacao permite neutralizar radicales libres, disminuyendo el estrés oxidativo celular y favoreciendo la prevención del envejecimiento prematuro y de enfermedades crónicas, incluidas afecciones cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (Zamora Guevara et al., 2022).

El mucílago del cacao Nacional contiene una microbiota variada y equilibrada, lo que lo hace valioso para usos biotecnológicos y alimentarios, particularmente en procesos de fermentación controlada (Leroy & De Vuyst, 2014).

2.3 Propiedades y características del mucílago de cacao

Tradicionalmente, el mucílago de cacao ha sido considerado un residuo del proceso de beneficio del cacao. Sin embargo, investigaciones recientes destacan su alto potencial de aprovechamiento en la industria alimentaria, ya sea como fuente de azúcares, ingrediente funcional o estabilizante natural (Ramírez-Guillermo et al., 2018).

En los últimos años, la ciencia de los alimentos ha mostrado un creciente interés en el desarrollo y aplicación de estabilizantes alternativos durante el proceso de fermentación del yogur, orientados a mejorar su estabilidad estructural, textura y calidad tecnológica. Estos antioxidantes pueden provenir de fuentes vegetales o subproductos agroindustriales y aportar una microbiota diversa, capaz de modificar positivamente las características del producto final (Baligar et al., 2021).

El uso del mucílago contribuye a la reducción de desperdicios y promueve prácticas sostenibles dentro de la cadena productiva del cacao,

alineándose con los principios de la agroindustria moderna (Yoplac et al., 2021).

En este contexto, el uso del mucílago de cacao como estabilizante representa una alternativa innovadora, ya que combina sostenibilidad, aprovechamiento de residuos y desarrollo de alimentos funcionales. La comparación entre diferentes variedades de cacao permite evaluar su impacto en la calidad microbiológica y sensorial del yogur natural que contribuye al desarrollo de nuevos productos agroindustriales (Zago et al., 2011).

El mucílago o pulpa de cacao es una sustancia viscosa, generalmente hialina que poseen las plantas de cacao, su fruta contiene de treinta a cincuenta semillas, el número, forma y tamaño puede variar. La pulpa mucilaginoso está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, las cuales contienen células muy ricas en azúcares, pentosas, ácido cítrico y sales. Es un componente esencial del proceso de fermentación, un paso crucial para desarrollar los precursores del sabor dentro de los granos de cacao (García, 2023).

El mucílago de cacao es una pulpa blanca y viscosa que rodea las semillas dentro de la mazorca. Está compuesto principalmente por agua, glucosa, fructosa, sacarosa, pectinas, ácidos orgánicos y minerales como potasio y magnesio (Campos-Vega et al., 2018).

Entre los micronutrientes presentes en el mucílago se ha determinado el contenido de minerales como: calcio, potasio y sodio, entre otros, los cuales son de interés por los beneficios que aporta su ingesta (Saavedra-Sanabria et al., 2021).

Además de su valor nutricional, el mucílago alberga una microbiota natural diversa, constituida por levaduras, bacterias ácido-lácticas y bacterias ácido-acéticas. Esta microbiota desempeña un papel fundamental durante la fermentación del cacao y resulta de gran interés para su aplicación como inóculo en otros sistemas alimentarios (López-sobaler & Madrid, 2024).

2.3.1 Propiedades estabilizantes del mucílago de cacao.

El mucílago es una sustancia natural de origen vegetal compuesta principalmente por polisacáridos hidrofílicos, los cuales poseen una alta capacidad de retención de agua y formación de geles viscosos cuando entran en contacto con medios acuosos (Ricaurte & Quiñonez, 2024).

Esta característica le confiere propiedades funcionales importantes dentro de la industria alimentaria, especialmente en la elaboración de productos lácteos fermentados como el yogur. El mucílago puede extraerse de diversas fuentes vegetales, tales como semillas, frutos, hojas o tallos, y su uso ha cobrado relevancia debido a la tendencia actual hacia la incorporación de ingredientes naturales y la reducción de aditivos sintéticos en los alimentos (Matiz, 2025).

Desde el punto de vista tecnológico, el mucílago actúa principalmente como un estabilizante y espesante natural. Su capacidad para aumentar la viscosidad del sistema contribuye a mejorar la estructura del producto final, impidiendo la separación de fases y reduciendo el fenómeno de sinéresis, que se manifiesta como la liberación de suero en el yogur durante el almacenamiento (Campos Vega et al., 2018).

Al interactuar con las proteínas lácteas y el agua presente en la matriz alimentaria, el mucílago favorece la formación de una red más estable, lo que se traduce en una textura más homogénea, cremosa y consistente, características altamente valoradas por los consumidores (Méndez, 2025).

Asimismo, el mucílago desempeña un papel relevante en la mejora de las propiedades sensoriales del yogur, ya que proporciona una sensación agradable en boca sin alterar significativamente el sabor ni el aroma del producto; a diferencia de otros ingredientes funcionales, no aporta sabores intensos, permitiendo conservar las características organolépticas propias del yogur natural mientras optimiza su textura y apariencia (Vera Montoya et al.,

2025). En este contexto, la novedad del presente estudio radica en evaluar comparativamente el mucílago de cacao de las variedades Nacional y CCN-51 como componente fermentativo natural en la elaboración de yogur, analizando de manera integral su influencia en parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y tecnológicos bajo normativa INEN, lo que permite determinar el porcentaje óptimo de incorporación y aportar evidencia científica aplicada para la valorización sostenible de un subproducto agroindustrial ecuatoriano.

Esto resulta especialmente beneficioso en formulaciones con bajo contenido de grasa, donde suele ser necesario mejorar la consistencia del producto sin recurrir a aditivos artificiales (Rosado, 2024).

Desde el punto de vista nutricional, el mucílago constituye una fuente relevante de fibra soluble, lo que incrementa el valor funcional del yogur. La fibra soluble presente en el mucílago puede contribuir a mejorar la digestión y el tránsito intestinal, además de ejercer un posible efecto prebiótico al favorecer el crecimiento de microorganismos benéficos en el tracto gastrointestinal. En este sentido, la combinación del mucílago con cultivos probióticos propios del yogur puede generar un alimento funcional con beneficios adicionales para la salud del consumidor, mejorando su papel dentro de una alimentación equilibrada (Vallejo et al., 2018).

Finalmente, el uso de mucílago en la elaboración de yogur representa una alternativa viable y sostenible frente a estabilizantes y espesantes de origen sintético, como la carboximetilcelulosa o la carragenina. Su origen natural, su compatibilidad con dietas vegetarianas y su contribución tanto tecnológica como nutricional lo convierten en un ingrediente de gran interés para el desarrollo de productos innovadores y de etiqueta limpia (Rosado, 2024).

Por lo tanto, la incorporación de mucílago en la formulación de yogur no solo mejora las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto,

sino que también responde a las demandas actuales del mercado por alimentos más naturales, funcionales y saludables (De et al., 2022).

Durante la fermentación del cacao, el mucílago actúa como sustrato para el desarrollo microbiano. Inicialmente predominan las levaduras, las cuales transforman los azúcares en etanol; posteriormente, las bacterias ácido-lácticas convierten los azúcares y ácidos orgánicos en ácido láctico, y finalmente las bacterias ácido-acéticas oxidan el etanol a ácido acético (Parra, 2012).

Las bacterias ácido-lácticas presentes en el mucílago, como especies de *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Pediococcus*, poseen gran relevancia debido a su capacidad de producir ácido láctico, mejorar la estabilidad microbiológica y generar compuestos bioactivos. Esta característica sustenta el uso del mucílago como inóculo natural en fermentaciones lácticas (Martial et al., 2019).

2.4 Aplicación del mucílago de cacao en la industria Alimentaria

Un inóculo natural se define como un conjunto de microorganismos capaces de iniciar un proceso fermentativo sin la necesidad de cultivos comerciales. El mucílago de cacao cumple con estas características debido a su microbiota autóctona y su composición rica en sustratos fermentables (Vega-González et al., 2024).

La aplicación del mucílago en la elaboración de yogur natural permite evaluar su capacidad para inducir la fermentación láctica, modificar parámetros fisicoquímicos y aportar características sensoriales diferenciadas al producto final (Vera Montoya et al., 2025).

El mucílago se extrae de mazorcas de cacao maduras y se mantiene en fermentación durante 48 horas, para emplear distintos análisis fisicoquímicos de las variables pH, acidez, grados brix y análisis microbiológico, para compararlos con los parámetros establecidos en la norma INEN 176:2006.

La temperatura de incubación de las bacterias ácido-lácticas (BAL) es determinante para la inactivación de agentes patógenos. Mancheno (2025), en una investigación sobre la elaboración de queso crema utilizando bacterias provenientes del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino de aroma, evaluó el efecto de las temperaturas de 30, 35 y 40 °C en la incubación de bacterias lácticas, determinando que 40 °C fue la temperatura óptima para la inhibición de bacterias patógenas y, a su vez, presentó mejores características bromatológicas (Tuárez García et al., 2021).

El uso de subproductos agroindustriales como fuente de inóculos contribuye a la sostenibilidad de los sistemas productivos y permite desarrollar alimentos con características sensoriales diferenciadas. En este contexto, el mucílago de cacao se posiciona como una alternativa viable para la fermentación de productos lácteos (Zago et al., 2011).

2.4.1 Importancia del mucílago de cacao.

Las bacterias tradicionalmente utilizadas en la elaboración de yogur incluyen *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. No obstante, la incorporación de nuevos microorganismos provenientes de forma natural puede modificar positivamente las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto final (Vera Montoya et al., 2025).

Desde el punto de vista fermentativo, el mucílago del CCN-51 se caracteriza por un alto contenido de azúcares simples, lo que favorece una fermentación más rápida y una intensa actividad microbiana inicial, estas características hacen que sea un material adecuado para estudios comparativos en procesos fermentativos alternativos (Salmerón, 2017).

La presencia de bacterias ácido-lácticas y compuestos bioactivos puede influir en la acidificación, textura, aroma y valor nutricional del yogur (Teixeira Magalhães & De Melo Pereira, 2011).

2.5 Desaprovechamiento del mucílago

La producción de cacao es un rubro importante dentro de la economía ecuatoriana. El Cantón Naranjal (Provincia del Guayas) es productor de cacao y cuenta con más de 78 049 hectáreas sembradas entre fincas y haciendas, las mismas que tienen variedades como: CCN-51, Ramilla, Injerto y Nacional. Se ha observado que los agricultores de este cantón desechan el mucílago que se desprende de la pepa del cacao originando el desperdicio de materia prima (mucílago) (Dogbey et al., 2020).

Entre los factores o causas que dan origen al desperdicio del mucílago de cacao está la falta de conocimientos de los agricultores y la despreocupación de organismos para la optimización de este recurso. Muchos agricultores desconocen el grado de nutrientes y propiedades que posee el mucílago y la optimización de este recurso para realizar otro derivado (Arteaga, 2023).

El resto del fruto es desechado y desaprovechado, a pesar de que ya existan estudios donde buscan dirigir estos residuos para utilizar en la elaboración de diversos productos como helados, licores, entre otros. Además, estos desperdicios representan cerca de un 80 %, ubicados dentro del campo (Vásquez Cortez et al., 2023).

El mucílago es un componente de la mazorca de cacao, constituido por el mesocarpio del fruto, y representa aproximadamente entre el 15 y el 20 % del peso del grano fresco. Este subproducto se caracteriza por su elevado contenido de azúcares reductores, cuya concentración varía según la variedad del cacao. En la variedad CCN-51 se ha reportado un contenido de hasta 42 % de azúcares, mientras que en la variedad Nacional alcanza aproximadamente el 11.36 %, lo que influye directamente en su potencial fermentativo y en la actividad microbiana durante los procesos de transformación (Villarreal-Bastidas et al., 2023).

2.6 Definición y origen del yogur

El yogur es un alimento fermentado obtenido a partir de la leche mediante la acción de bacterias ácido-lácticas específicas, principalmente *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Estas bacterias transforman la lactosa en ácido láctico, que provoca la coagulación de las proteínas de la leche y generando las características sensoriales propias del producto, como sabor ácido, textura cremosa y aroma particular (Tandzi et al., 2024).

El consumo de yogur se remonta a civilizaciones antiguas, donde la fermentación de la leche surgió como una estrategia natural para prolongar su vida útil. En la actualidad, el yogur es reconocido no solo como un alimento tradicional, sino también como un producto funcional debido a sus beneficios nutricionales y microbiológicos (Ketchiemo et al., 2024).

2.6.1 Materia prima: leche.

La calidad del yogur natural depende directamente de la leche utilizada. La leche destinada a la elaboración de yogur debe presentar características fisicoquímicas adecuadas, como pH cercano a la neutralidad, bajo recuento microbiano inicial y ausencia de residuos de antibióticos (Shiby & Mishra, 2013).

Además, el contenido de sólidos totales y proteínas influye significativamente en la consistencia y estabilidad del yogur natural. En muchos casos, se realiza una estandarización de la leche para mejorar la textura sin necesidad de espesantes artificiales (Khorshidian et al., 2020).

La composición de la leche influye directamente en la calidad del yogur natural. Un mayor contenido de proteínas y sólidos totales favorece la formación de un gel más firme y estable, mientras que variaciones en el contenido graso afectan el sabor y la percepción sensorial del producto (Arteaga, 2023).

Por esta razón, la selección y estandarización de la leche son etapas críticas en el proceso de elaboración del yogur natural (Mendoza Gema et al., 2017).

2.7 Fermentación láctea

La fermentación láctica es un proceso bioquímico en el cual los microorganismos convierten los carbohidratos en ácido láctico. En el yogur, este proceso influye directamente en parámetros de calidad como pH, acidez titulable, textura, viscosidad y estabilidad microbiológica (Pérez-Flores et al., 2025).

El fermento o cultivo es una mezcla de uno o más microorganismos (bacterias o levaduras) capaces de transformar una matriz (láctea, vegetal, entre otros) en otro elemento mediante el proceso de fermentación, durante el que se multiplican y se generan diversas sustancias. Estos microorganismos tienen unas características morfológicas y unos requerimientos de nutrientes específicos en función de la especie de la que se trate para su crecimiento o supervivencia como: rangos de temperaturas, elementos básicos como azúcares, fuentes de N, H (Ortega et al., 2024).

El control de estos parámetros es esencial para garantizar la inocuidad y aceptación sensorial del producto. Valores de pH cercanos a 4.5 indican una fermentación adecuada y contribuyen a la inhibición de microorganismos patógenos (Lahai et al., 2025).

Uno de los tipos más conocidos de leches fermentadas es el yogur, donde las bacterias encargadas de la fermentación para su elaboración son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricum*, gracias a estas bacterias la leche se transforma en ácido láctico. Existen otros tipos de leches fermentadas con composición físico-química análoga obtenidas con otras especies microbianas, una nueva generación cuya principal característica es que a los fermentos lácticos habituales se les asocian otros microorganismos vivos con efectos probióticos (Parra Huertas,

2004). Fundamentalmente se utilizan cepas de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Moreno, 2013).

2.8 Consumo de lácteos

El yogur es considerado un alimento funcional debido a la presencia de microorganismos vivos que pueden ejercer efectos positivos sobre la salud intestinal. El consumo regular de yogur se ha asociado con la mejora de la microbiota intestinal, fortalecimiento del sistema inmunológico y mejor digestión de nutrientes (Baligar et al., 2021).

Además, en el consumo de leche y otros productos lácteos se debe considerar una alimentación variada y equilibrada, ya que, además, el consumo de algunos alimentos se asocia con comportamientos más saludables y viceversa, al igual se ha observado que la ingesta elevada de productos lácteos en particular la ingesta de yogur, se acompaña de una mayor calidad de la dieta desde el punto de vista nutricional ya que es un alimento valioso por la calidad y componentes como los microorganismos probióticos quienes aportan una matriz que ayuda a lograr un mayor beneficio nutricional sanitario (Ortega et al., 2024).

La incorporación de ingredientes naturales y microorganismos no convencionales, como los provenientes del mucílago de cacao, puede potenciar estas propiedades funcionales y generar productos innovadores con valor agregado (Freites et al., 2025).

El yogur griego, al presentar un contenido de proteínas superior al del yogur tradicional, ha ganado cada vez más aceptación entre los consumidores que buscan snacks nutritivos con un mejor perfil nutricional, lo que ha contribuido a su crecimiento dentro del mercado alimentario global (Insight Partners, 2023).

2.8.1 Beneficios del consumo de yogur.

El consumo regular de yogur natural se asocia con beneficios para la salud digestiva, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la mejora de la absorción de nutrientes, debido a la presencia de microorganismos vivos y compuestos bioactivos.

El yogur se considera un alimento nutricionalmente denso, con proteínas de alto valor biológico, calcio y varias vitaminas del grupo B, contribuyendo a cubrir requerimientos nutricionales esenciales en la dieta humana. Además, la fermentación láctica introduce bacterias vivas que ayudan a mantener el equilibrio del microbiota intestinal, lo cual se asocia con diversos beneficios para la salud digestiva y metabólica (Hadjimbei et al., 2022).

La composición de este producto se basa en proteínas de alta calidad, para obtener un yogur con una excelente fuente de proteínas de alta calidad, esenciales para el crecimiento y reparación de tejidos. El calcio es una fuente importante y fundamental para la salud de los huesos y dientes, además de las vitaminas del grupo B que contienen vitaminas, como la B12 que desempeñan un papel clave en el metabolismo energético, también proporciona otros nutrientes como fósforo, potasio y zinc (Menchik et al., 2019).

Su consumo ha aumentado con el tiempo debido a sus beneficios para la salud, especialmente porque ayuda a mantener el equilibrio del microbiota del tracto gastrointestinal. Además, el yogur puede considerarse un alimento natural o uno que ha sido modificado mediante procesos biotecnológicos para mejorar sus propiedades. Desde la antigüedad, productos como la leche y sus derivados han sido valorados por sus beneficios, incluso en la época romana, cuando Plinio recomendaba las leches fermentadas para tratar problemas gastrointestinales (Parra Huertas, 2005).

2.8.2 Bacterias ácido-lácticas.

Las bacterias ácido-lácticas (BAL) son microorganismos Grampositivos, catalasa-negativos y no esporulados que fermentan azúcares para producir ácido láctico y otros metabolitos funcionales, contribuyendo a la mejora de la calidad y conservación de alimentos fermentados y aportando beneficios a la salud humana. (European Food Information Council, 2025).

Las bacterias ácido-lácticas (BAL) son el grupo microbiano responsable del proceso fermentativo del yogur. La relación simbiótica entre *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* permite una fermentación eficiente, ya que ambas especies se estimulan mutuamente mediante la producción de metabolitos esenciales (Cordeiro et al., 2018).

Además de estas bacterias tradicionales, investigaciones recientes han demostrado que otras BAL pueden incorporarse como cultivos complementarios o alternativos, siempre que mantengan la viabilidad y seguridad microbiológica del producto final. Esta apertura científica ha permitido explorar el uso de inóculos naturales provenientes de diferentes matrices alimentarias, como el mucílago de cacao (Salehi et al., 2022).

Las bacterias ácido-lácticas aportan beneficios tecnológicos y funcionales al yogur natural, como la mejora de la textura, el desarrollo de compuestos aromáticos y el fortalecimiento de la microbiota intestinal (Villarroel-Bastidas et al., 2023).

2.9 Proceso de elaboración del yogurt

La elaboración del yogur comprende varias etapas fundamentales. En primer lugar, la leche es estandarizada en contenido de grasa y sólidos totales, seguida de un tratamiento térmico que permite eliminar microorganismos indeseables y desnaturalizar proteínas, mejorando la textura final. Posteriormente, la leche se enfría a la temperatura óptima para la inoculación con cultivos fermentativos (Cabello-Olmo et al., 2023).

Durante la fermentación, las bacterias ácido-lácticas metabolizan la lactosa y producen ácido láctico, lo que reduce el pH del medio y provoca la coagulación de la caseína. Finalmente, el producto es enfriado para detener la fermentación y conservar sus características fisicoquímicas y microbiológicas (Satish Kumar et al., 2013).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación

Este proceso de investigación se llevó a cabo en la planta de Industrias Lácteas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil cuyas coordenadas geográficas son 2°10'59.81" S y 79°54'11.84" O.

Figura 1. Ubicación del ensayo



Nota: tomado de Google maps (2026).

3.2 Duración del proyecto

La investigación tuvo una duración aproximada de cuatro meses a partir de su aprobación.

3.3 Materiales e insumos

3.3.1 Insumos.

- Cacao CCN51
- Cacao Nacional
- Leche descremada

3.3.2 Materiales de planta.

- Bowls
- Ollas
- Cucharones
- Frascos de vidrio
- Termómetro
- Centrifugadora
- Cocina
- Cernidor
- Autoclave

3.3.3 Materiales de laboratorios.

- Matraz
- Probetas
- Vasos precipitados
- Placas Petri
- Horno esterilizador
- Tubos de ensayo
- Medios de cultivo
- Tiras de ph
- Microscopio
- Balanza analítica
- Pipetas automáticas y manuales

3.4 Enfoque y tipo de investigación

- **Enfoque metodológico:** cuantitativo y cualitativo.

- **Objetivos y nivel de profundidad:** exploratorio, descriptivo, explicativo.
- **Tipo de investigación:** Experimental.

3.5 Diseño experimental

La presente investigación es experimental cuantitativa con un diseño completamente al azar, donde su investigación se basa en los siguientes datos

En la Tabla 1 se presenta los tratamientos de los procesos del tratamiento experimental.

Tabla 1.

Tratamientos del diseño experimental.

Tratamiento	Código	T1	T2	T3	T4	TMU (mL)	TOTAL (mL)
Testigo (Yogur natural sin estabilizante)	T0	-	-	-	-	500 mL	500 mL
Uso de mucílago de cacao CCN51 en yogur natural	TC	5 %	10 %	15 %	20 %	500 mL	2 L
Mucílago de cacao Nacional en yogur natural	TN	5 %	10 %	15 %	20 %	500 mL	2L

3.6 Variables

Para realizar la investigación se plantearon las siguientes variables a comparar:

3.6.1 Variables fisicoquímicas.

- pH
- Viscosidad
- Contenido de grasa
- Proteína

3.6.2 Análisis microbiológicos

- Coliformes totales
- Recuento de *E. coli*
- Recuento de mohos y levaduras

3.6.3 Análisis sensorial

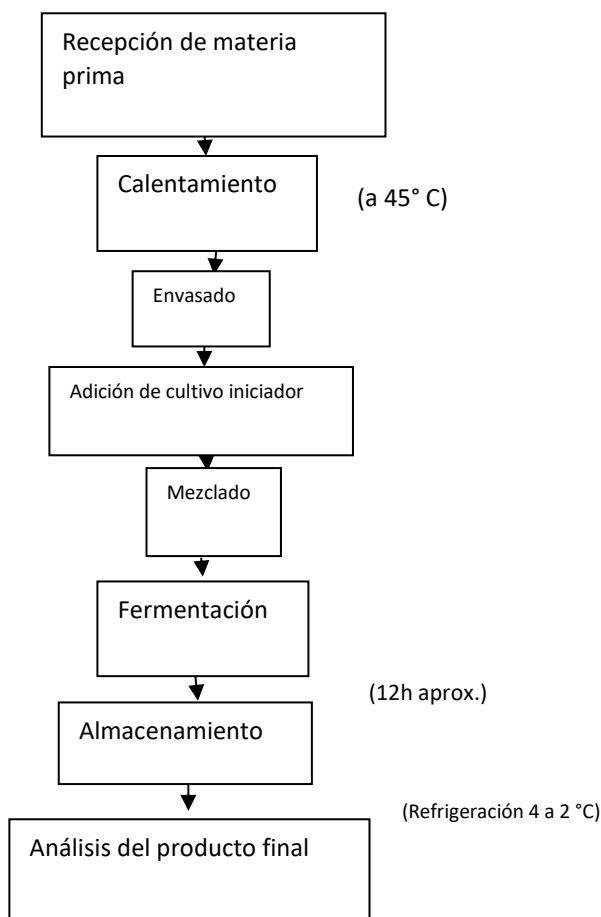
- Sabor
- Aspecto
- Olor
- Color

3.7 Proceso de elaboración de yogur natural (Testigo)

Se elaboró yogur natural mediante el método de repique, utilizando un yogur natural sin azúcar ni saborizantes como cultivo iniciador. Se añadió leche descremada previamente pasteurizada a una temperatura aproximada de 45 °C. Posteriormente, se incorporó una pequeña cantidad del yogur iniciador (2–5 %), se mezcló adecuadamente y se incubó durante 12 horas o hasta alcanzar la consistencia deseada. Finalmente, el producto se almacenó en refrigeración a 4 a 2 °C hasta el momento de su análisis.

Figura 2.

Diagrama de flujo de yogur natural sin mucílago (Testigo)



Nota: tomado de Parra, (2012).

- **Recepción de materia prima.**

Se receptaron 500 mL. de leche pasteurizada para la elaboración de yogur natural como testigo. Se hizo la debida caracterización de la materia prima antes de la elaboración, a continuación, según la NTE INEN 10:2012 se comparó la acidez titulable y presencia de adulterantes.

- **Calentamiento.**

Se llevaron los 500 mL de leche en una olla a calentamiento hasta llegar a temperatura de 40 a 45 °C aproximadamente para posteriormente incubar.

- **Adición del cultivo iniciador.**

Se colocó en un recipiente de vidrio la leche calentada después se añadió yogur natural el 5 % por ml, es decir 25 ml por 500 ml de leche como cultivo iniciador.

- **Mezclado.**

Se mezcló cuidadosamente el cultivo iniciador con la leche a la temperatura anteriormente recomendada.

- **Fermentación.**

Se selló y se incubó durante 12 h para llegar a una fermentación láctea adecuada y obtener la consistencia que caracteriza el yogur natural, es importante recalcar que es necesario utilizar una incubadora que mantiene una temperatura específica de 45 °C para que estos microorganismos se activen.

- **Almacenamiento.**

Los envases de vidrio fueron debidamente sellados y se almacenó en refrigeración a 4 ± 2 °C para mantener pH y densidad del producto.

- **Análisis del producto final.**

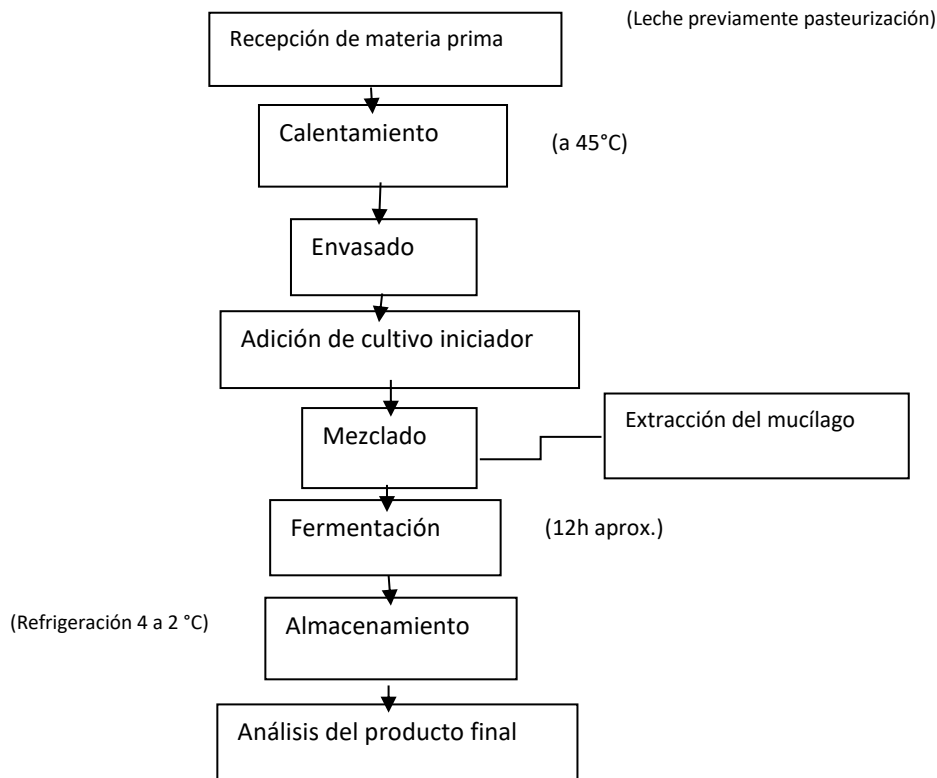
Se realizó un seguimiento de análisis de pH para determinar la acidez durante el tiempo de refrigeración y así poder comparar con el resto de los tratamientos.

3.8 Uso de mucílago de cacao CCN51 en yogur natural

Se elaboró el yogur natural por medio del método de repique utilizando yogur natural como fermento, añadiendo el mucílago de cacao como estabilizante, se puede observar el proceso en el siguiente diagrama:

Figura 3.

Diagrama de flujo de yogur natural con mucílago.



Nota: tomado de Parra, (2012).

- **Recepción de materia prima.**

Se receptaron 500 mL de leche descremada previamente pasteurizada para cada tratamiento en la elaboración de yogur natural con el uso de mucílago de cacao siendo este el total de 4 L de leche. Se hizo la debida caracterización de la materia prima antes de la elaboración según la NTE INEN 10 (2012).

- **Calentamiento.**

Se llevaron litros de leche descremada en una olla a calentamiento hasta llegar a temperatura de 45 °C aproximadamente para posteriormente incubar.

- **Envasado.**

Se envaso en 8 frascos de vidrio cada uno con 500ml de contenido, estos se marcaron por porcentajes y código para su identificación.

- **Adición del cultivo iniciador.**

Se colocó en un recipiente de vidrio la leche calentada después se añadió yogur natural el 5 % por ml, es decir 25 mL por cada 500ml de contenido en cada frasco.

- **Mezclado.**

Se mezcló cuidadosamente el cultivo iniciador con la leche descremada a la temperatura recomendada de 45 °C.

- **Extracción del mucílago de cacao CCN51 y Nacional**

Se cortaron seis mazorcas de cacao las cuales fueron tres de variedad CCN51 y tres de variedad Nacional que equivalen entre los 500 o 600 g de almendras de caca, luego se procedió a extraer con un cernidor para obtener el mucílago de forma líquida y sin grumos, se obtuvo 50 ml de cada variedad para así añadir por los diferentes porcentajes 5 %,10 %,15 %,20 % en cada frasco de 500 mL, se volvió a mezclar de manera cuidadosa para activar el mucílago como estabilizante.

- **Fermentación.**

Se selló y se incubó durante 12 horas para llegar a una fermentación láctea adecuada y obtener la consistencia que caracteriza el yogur natural, es importante recalcar que es necesario utilizar una incubadora que mantiene una temperatura específica de 45 °C para que estos microorganismos se activen.

- **Almacenamiento.**

Se sellaron los envases de vidrio y se almacenó en refrigeración a 4 ± 2 °C para mantener pH y densidad del producto.

- **Análisis del producto final.**

Se realizó un seguimiento y recopilación de datos durante el tiempo de refrigeración así poder comparar con el resto de los tratamientos:

3.9 Variables fisicoquímicas

- **Análisis de pH**

Se obtuvo el pH del yogur elaborado con cada variedad y cada uno de los porcentajes, como también se hicieron análisis de contenido de grasa y proteína de acuerdo con la NTE INEN 2395 (2011). Se tomó en cuenta la variedad de cacao nacional en su comparación la cual se analizó el pH pero debido a su fuerte fermentación se determinó que no es una buena opción como estabilizante ya que en el proceso de elaboración se acidificó en menos de 24 h creando la desnaturalización del yogur natural.

- **Análisis microbiológicos**

Se esterilizaron los materiales de vidrio a utilizar como los matraces, vasos precipitados y probetas, luego se procedió a realizar lo análisis con medios de cultivos para *E.coli*, Coliformes totales, mohos y levaduras. Los medios de cultivos fueron:

- *Sabouraud Dextrose Agar, Emmons*
- *TBX Chromogenic Agar*
- *Agar VRBA (Violet Red Bile Agar)*

Se pesaron 23.5 g de *Sabouraud Dextrose Agar, Emmons* para añadir a un matraz con 500ml de agua destilada, así mismo se pesó 9.14 g de *TBX Chromogenic Agar* para 250 ml de agua destilada en un matraz más pequeño, luego se pesó 41.5 g de *Agar VRBA (Violet Red Bile Agar)* por cada litro de agua destilada preparamos 250 ml en un matraz de acuerdo a la fórmula, se mezcló y posteriormente se llevo a hervor en el termo agitador ya que este medio de cultivo no se lleva a autoclave porque puede degradar la selectividad del medio, mientras los otros dos medios de cultivos que se prepararon se mezclaron y se llevaron cuidadosamente al autoclave a 121 ° por 15 minutos.

Para la preparación del agua peptonada, se utilizaron 500 mL de solución, la cual fue esterilizada en autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Finalizado el proceso de esterilización, el medio se dejó enfriar a temperatura ambiente durante aproximadamente 20 a 30 minutos.

En cuanto a los medios de cultivo, una vez transcurridos los 15 minutos de esterilización, se procedió a verter el medio en las cajas Petri previamente esterilizadas, asegurando una capa uniforme con un espesor adecuado en la base. Posteriormente, las placas se dejaron enfriar hasta su completa gelificación antes de su uso.

Para diluir se añadió 10 g de muestra con 90 ml de agua peptona, después se tomó 1 ml de muestra diluida para llenar los tubos de ensayo con una pipeta llenando desde 0 a la -1 se usaron -1 como muestra para pipetear en la superficie del contenido de las placas petri, así cada una de las pruebas por cada porcentaje y cada muestra, es decir 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y el testigo. Por último se sellaron las placas petri y se procedió almacenar en la incubadora para que los cultivos hagan su trabajo durante 24 para luego proceder a visualizar y contar mediante un microscopio.

- **Análisis sensorial:**

Se realizó una evaluación sensorial mediante una ficha técnica presentada en el anexo 20, donde se indicó los parámetros a calificar por parte de un panel formado por 10 estudiantes de la carrera de Nutrición y Dietética, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; mediante una ficha técnica considerando el sabor, aspecto, olor y color.

Esta evaluación permitió determinar la preferencia del consumidor de acuerdo con su opinión y la percepción sensorial del producto final, los resultados obtenidos de estos análisis fueron registrados y utilizados para comparar el desempeño de cada tratamiento.

- **Análisis de comparación de viscosidad.**

Para este análisis se recopilan los datos de cm por segundos de recorrido del fluido del yogur según sus tratamientos y se evaluara según el método de flujo con recorrido constante (5 cm), la viscosidad relativa (η_r) se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\eta_r = \frac{t_m}{t_0}$$

Dónde:

- η_r = viscosidad relativa
- t_m = tiempo del tratamiento (s)
- t_0 = tiempo del control

Se realizó la medida de densidad de acuerdo al valor de sólidos totales g/mL aunque el parámetro no sea obligatorio es importante para su comparación.

- **Análisis económico (beneficio-costos).**

Se recolectaron los datos de gastos con el fin de evaluar la viabilidad económica del yogur natural obtenido con el uso de mucílago de cacao con variedad del tratamiento más efectivo tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- **Costos de producción:**

Se consideraron todos los gastos necesarios para la elaboración del yogur natural como los insumos y materiales, se organizaron los datos en una tabla de costos totales por el tratamiento efectivo.

- **Ingreso esperado:**

Un valor de ingreso por venta estimada considerando el nivel de calidad del producto, propiedades funcionales y su rentabilidad.

- **Relación beneficio/costo:**

Obtenidos los valores de costo e ingreso esperados de la producción se calculó el índice beneficio/costo (B/C) usando su fórmula:

$$B/C = \text{Beneficio neto} / \text{Costo total.}$$

Fórmula donde: un valor mayor a 1 indica que el proyecto es rentable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de la materia prima (Leche descremada)

Se recopilaron los siguientes datos según la materia prima a utilizar de acuerdo con la NTE INEN 10 (2012).

En la Tabla 2 se obtuvo los siguientes datos de la materia prima.

Tabla 2.

Caracterización de materia prima

Parámetro	Leche descremada	Valor referencial	Unidad	¿Cumplen?
Ph	6.7	6.6 – 6.8	%	Si
Acidez titulable	0.15	0.13 – 0.17	%	Si
Contenido de grasa	0.1	< 0.5	%	Si
Proteína	3.5	3.2 – 3.5	%	Si
Densidad (20 °C)	1.034	1.030 – 1.035	g/mL	Si
Presencia de adulterantes	Negativo	No especifica		Si

Se evaluaron los resultados de acuerdo con el parámetro de la normativa, por lo tanto, se encuentran dentro del rango de factibilidad para producción, por ello se utilizó esta materia prima asegurando la calidad del producto final.

4.1.1 pH.

La leche descremada fresca presentó un pH de 6.7, valor que se encuentra dentro del rango establecido por la NTE INEN 10 (2012), el cual indica un intervalo aceptable entre 6.6 y 6.8. Este resultado concuerda con lo

reportado por Corrales et al. (2025), quienes observaron valores mínimos de pH cercanos a 6.6 en leche destinada a procesos fermentativos. Asimismo, Shibby y Mishra (2013) señalan que la leche utilizada para la elaboración de yogur debe presentar un pH cercano a la neutralidad (6.6–6.8) para garantizar una adecuada actividad de las bacterias ácido-lácticas durante la fermentación.

Desde el punto de vista tecnológico, un pH inicial de 6.7 favorece el crecimiento óptimo de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, permitiendo una acidificación controlada y una adecuada formación del gel proteico. En comparación con otros estudios realizados en leche descremada para yogur natural, donde se reportan valores entre 6.6 y 6.9, el valor obtenido en la presente investigación se encuentra dentro de los rangos óptimos para la producción, asegurando estabilidad microbiológica y calidad estructural del producto final.

4.1.2 Acidez titulable.

La La acidez titulable de la leche descremada se encuentra dentro del rango de 0.13–0.17 % expresada como ácido láctico, según lo establecido por la NTE INEN 10 (2012). Este parámetro es un indicador de frescura y estabilidad microbiológica, ya que valores dentro de este intervalo sugieren que la leche no ha iniciado procesos de fermentación espontánea.

En la presente investigación se obtuvo un valor de 0.15 %, el cual se encuentra dentro del rango normativo y concuerda con lo reportado por diversos estudios que indican que una acidez inicial inferior a 0.17 % garantiza la aptitud tecnológica de la leche para la elaboración de productos fermentados (Shibby & Mishra, 2013). Valores superiores a 0.18–0.20 % podrían indicar inicio de actividad microbiana no controlada y, por tanto, una disminución en la calidad de la materia prima.

Por lo tanto, el resultado obtenido confirma que la leche descremada utilizada presentó condiciones adecuadas para su procesamiento y fermentación controlada.

4.1.3 Contenido de grasa.

De acuerdo con la NTE INEN 10 (2012), la leche descremada destinada a procesos tecnológicos debe contener menos de 0.5 % de grasa. En el presente estudio se obtuvo un valor de 0.1 %, el cual se encuentra ampliamente por debajo del límite establecido, confirmando el cumplimiento de la normativa vigente. Este resultado es coherente con lo reportado por Walstra, Wouters y Geurts (2006), quienes indican que la reducción del contenido graso en leche descremada permite una mayor estabilidad durante los procesos de fermentación, ya que disminuye la interferencia lipídica en la formación del gel proteico.

Asimismo, Tamime y Robinson (2007) señalan que el bajo contenido de grasa en yogures descremados puede afectar la percepción sensorial; sin embargo, cuando se emplean ingredientes funcionales o estabilizantes naturales, como el mucílago de cacao, es posible compensar la reducción lipídica mejorando la textura y viscosidad del producto. En este contexto, el valor obtenido en la presente investigación permite estandarizar la formulación y evaluar de manera objetiva el efecto del mucílago sin que el contenido graso actúe como variable de confusión.

4.1.4 Contenido de proteína.

Según la NTE INEN 10 (2012), el contenido proteico de la leche descremada debe oscilar entre 3.2 y 3.5 %. En el presente estudio se obtuvo un valor de 3.5 %, el cual se encuentra dentro del rango normativo y en el límite superior permitido. Este resultado es relevante desde el punto de vista tecnológico, ya que la proteína, especialmente la fracción caseínica, es responsable de la formación de la red tridimensional del yogur durante la fermentación.

Shiby y Mishra (2013) explican que durante la acidificación, el descenso del pH provoca la desestabilización de las micelas de caseína, favoreciendo su agregación y la formación del gel característico del yogur. De manera similar, Walstra et al. (2006) sostienen que concentraciones proteicas cercanas a 3.5 % optimizan la firmeza y reducen la sinéresis en productos fermentados.

Por otra parte, Sodini, Remeuf y Corrieu (2004) demostraron que un mayor contenido proteico mejora la viscosidad aparente y la estabilidad estructural del yogur, especialmente en formulaciones bajas en grasa. En comparación con estudios donde se reportan valores entre 3.2 y 3.6 % para leche destinada a fermentación, el resultado obtenido en esta investigación asegura condiciones adecuadas para el desarrollo de una textura firme y homogénea en el producto final.

4.1.5 Densidad.

La densidad de la leche descremada a 20 °C varió entre 1 030 y 1 035 g/mL. Este parámetro permite verificar la integridad de la materia prima y descartar adulteraciones por adición de agua. Incluso entre el mismo tipo de leche, la composición puede variar considerablemente, dada la influencia de factores genéticos afirma (Elbagermi et al., 2020).

4.2 Análisis de pH de los tratamientos en yogur natural

Los datos obtenidos de los tratamientos por cada una de sus repeticiones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. *pH de los tratamientos*

Tratamientos	R1	R2	R3	Valor Referencial	Media	DV
T0	4.0	-	-	4.0 a 4.6	-	-
TC1	4.2	4.0	4.3	4.0 a 4.6	4.17	0.15
TC2	3.8	3.9	3.8	4.0 a 4.6	3.83	0.06

TC3	3.8	3.7	3.9	4.0 a 4.6	3.80	0.10
TC4	3.6	3.5	3.6	4.0 a 4.6	3.57	0.06
TN1	3.6	3.7	3.7	4.0 a 4.6	3.67	0.06
TN2	3.5	3.4	3.5	4.0 a 4.6	3.47	0.06
TN3	3.4	3.4	3.4	4.0 a 4.6	3.40	0.00
TN4	3.3	3.3	3.2	4.0 a 4.6	3.27	0.06

Nota: Se expresa los siguientes tratamientos como T0: Testigo, TC1: Tratamiento con mucílago de cacao CCN51 con el 5 %, TC2:10 %, TC3: 15 %, TC4: 20 % y así con el tratamiento del mucílago de variedad Nacional TN1: 5 %, TN2: 10 %, TN3: 15%, TN4:20 %. Mientras R1: repetición 1, R2: repetición 2, R3: repetición 3.

Cuando el pH del yogur desciende por debajo de 4.0, el producto puede desarrollar una acidez excesiva y aumentar la probabilidad de sinéresis, fenómeno caracterizado por la separación del suero debido a la contracción de la red proteica. Por el contrario, si el pH se mantiene por encima de 4,6, la coagulación de las caseínas puede ser insuficiente, generando una estructura débil y mayor susceptibilidad al deterioro microbiológico, ya que este valor se aproxima al punto crítico de crecimiento de diversos microorganismos (Tamime & Robinson, 2007; Walstra et al., 2006).

En literatura y registros disponibles, el rango típico de pH para yogur natural está entre 4.0 y 4.6, con valores promedio alrededor de 4.4. El valor promedio de 4.67 se encuentra ligeramente por encima de ese rango ideal, lo cual podría indicar fermentación más leve o menor producción de ácido en comparación con yogures comerciales estándar según los resultados de Corrales, (2025). Lo cual indica que los datos de pH que están dentro del estándar correcto para el consumo son del yogur con 5 % de mucílago añadido, mientras que los tratamientos donde se añadieron más porcentaje de mucílago terminaron fuera del rango a evaluar, por lo cual no se considera apto para el consumo.

4.3 Análisis microbiológicos de yogur natural

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de microbiología al yogur natural, en este caso se realizaron Coliformes totales, recuento de *E.coli*, recuento de mohos y levadura.

A continuación, se puede observar los resultados de microbiología de coliformes totales en los tratamientos en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis microbiológico de presencia de coliformes totales de los tratamientos en yogur natural.

Tratamientos	R1	R2	R3	Método de ensayo	Limite Max.
T0	1	-	-	NTE INEN 1529-7	< 10 UFC/g
TC1	1	Ausencia	Ausencia		
TC2	2	2	3		
TC3	5	4	4		
TC4	7	7	6		

Nota. Se expresa los siguientes tratamientos como T0: Testigo, TC1: Tratamiento con mucílago de cacao CCN51 con el 5 %, TC2:10 %, TC3: 15 %, TC4: 20 %, mientras R1: repetición 1, R2: repetición 2, R3: repetición 3.

Según la NTE INEN 2395 (2011), el recuento de coliformes totales no debe exceder las 10 UFC/g para ser considerado un producto apto. Por lo tanto, se evaluó el margen apto para designar el mejor tratamiento que cumple con el régimen no excedido de coliformes según el porcentaje. En este caso ningún tratamiento se encuentra fuera del límite especificado, pero se nota una variable positiva en el TC1 con el 5 % de mucilago presentando ausencia de coliformes en dos repeticiones, mientras el TC2 le sigue con baja ausencia.

Se receptaron los resultados de las pruebas de *E.coli* los cuales se basaron en la NTE INEN 1529-10 para su comparación, los datos se indican en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis microbiológico de presencia de *E.coli* en los tratamientos

Tratamientos	R1	R2	R3	Método de ensayo	Limite Max.
T0	1	-	-	NTE INEN 1529-10	< 3 UFC/g
TC1	1	1	Ausencia		
TC2	2	2	3		
TC3	3	2	3		
TC4	3	3	3		

Nota: Se expresa los siguientes tratamientos como T0: Testigo, TC1: Tratamiento con mucílago de cacao CCN51 con el 5 %, TC2:10 %, TC3: 15 %, TC4: 20 %, mientras R1: repetición 1, R2: repetición 2, R3: repetición 3.

Al contrastar estos valores con la NTE INEN 2395 (Yogur. Requisitos), se determina que el producto se encuentra en el límite crítico de aceptación. La normativa establece que para considerar un yogur como inocuo y de buena calidad sanitaria, el recuento de *E. coli* debe ser de ausencia o menor a 3 UFC/g. Por lo tanto, los resultados que superan este umbral no califican como apto para el consumo desde el punto de vista de seguridad fecal mientras que en los tratamientos del 5 % de mucílago de cacao presentando baja presencia en la primera, segunda repetición y tercera repetición con ausencia, aunque se busca no cruzar el margen referencial de la normativa es mucho mejor optar por los tratamientos que tiene baja presencia de mohos y levaduras para asegurar su estabilidad.

Se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de presencia *E. coli* donde se determina el valor de presencia mediante la NTE INEN 1529-10 en la Tabla 6.

Tabla 6.

Análisis de presencia de Mohos y levaduras de los tratamientos en yogur natural

Tratamientos	R1	R2	R3	Método de ensayo	Limite Max.
T0	12	-	-	NTE INEN 1529-10	Máx. 100 UFC/g
TC1	10	10	Ausencia		
TC2	16	16	17		
TC3	23	22	21		
TC4	27	28	24		

Nota: Se expresa los siguientes tratamientos como T0: Testigo, TC1: Tratamiento con mucílago de cacao CCN51 con el 5 %, TC2:10 %, TC3: 15 %, TC4: 20 %, mientras R1: repetición 1, R2: repetición 2, R3: repetición 3.

A diferencia de los coliformes, la NTE INEN 2395 no establece en todos los casos un límite numérico específico para mohos y levaduras en yogur; sin embargo, el Codex Alimentarius (CXS 243-2003) y la literatura microbiológica indican que recuentos superiores a 10^2 UFC/g pueden asociarse con reducción de la vida útil y deficiencias en las condiciones higiénicas del procesamiento (Codex Alimentarius, 2003; Jay et al., 2005). En el yogur, las bacterias ácido-lácticas constituyen el microbiota predominante, mientras que la presencia de levaduras y mohos se considera generalmente indicativa de contaminación secundaria o fallas en la higiene post-fermentación (Tamime & Robinson, 2007).

Aunque el recuento de mohos y levaduras mostró un incremento con la adición de mucílago, los valores obtenidos en esta investigación (2–8 UFC/g) se mantuvieron muy por debajo del umbral de 10^2 UFC/g considerado como límite de alerta en productos lácteos fermentados (Jay et al., 2005). Esto sugiere que el tratamiento del mucílago y el control del pH final del yogur

fueron adecuados para garantizar la estabilidad microbiológica durante el período de análisis.

Mientras en mohos y levaduras se encontraron baja presencia en los TC1 y TC2, dando resultados positivos cumpliendo con la normativa establecida.

4.4 Análisis de Viscosidad

Para su comparación como estabilizante se recopilaron los siguientes datos en la Tabla 7.

Tabla 7.

Tabla de análisis de viscosidad de los tratamientos

Tratamiento	Repetición	Tiempo (t) en Seg.	Recorrido (cm)	Viscosidad Relativa (η_r)	Interpretación
<i>T0</i> (Control)	R1	3 s	5	1.00	Media
<i>TC1</i>	R1	4 s	5	1.33	Alta
	R2	5 s	5	1.67	Muy Alta
	R3	5 s	5	1.67	Muy Alta
<i>TC2</i>	R1	3 s	5	1.00	Baja
	R2	4 s	5	1.33	Alta
	R3	4 s	5	1.33	Alta
<i>TC3</i>	R1	3 s	5	1.00	Baja
	R2	3 s	5	1.00	Baja
	R3	3 s	5	1.00	Baja
<i>TC4</i>	R1	3 s	5	1.00	Baja
	R2	3 s	5	1.00	Baja
	R3	3 s	5	1.00	Baja

La viscosidad es un parámetro reológico fundamental en yogur, ya que se relaciona directamente con la consistencia, estabilidad estructural y aceptación sensorial del producto (Tamime & Robinson, 2007).

En el presente estudio, el tratamiento control (T0) presentó una viscosidad relativa de 1.00, valor tomado como referencia. Los tratamientos con adición de mucílago mostraron incrementos en la resistencia al flujo, destacándose el tratamiento TC5 con una viscosidad relativa de 1.33 en su segunda y tercera repetición, lo que representa un incremento del 37 % respecto al control.

Estos resultados indican que la incorporación de mucílago, particularmente en bajas concentraciones (5 %), favorece la formación de una red estructural más estable, aumentando la resistencia al flujo del yogur. Según Sodini et al. (2004), el incremento de viscosidad en yogures puede atribuirse a la interacción entre proteínas lácteas y polisacáridos, lo que mejora la capacidad de retención de agua y reduce la sinéresis. Asimismo, Walstra et al. (2006) señalan que la viscosidad del yogur depende de la estructura tridimensional del gel formado por agregación de caseínas durante la acidificación, la cual puede reforzarse mediante la incorporación de compuestos hidrocoloides o polisacáridos naturales.

En comparación con lo reportado por Mendoza Nieve (2015), quien observó variaciones de viscosidad en yogur batido con diferencias de hasta 4,16 unidades entre tratamientos, los valores obtenidos en esta investigación muestran una tendencia consistente al incremento de la viscosidad con la adición de mucílago, aunque dentro de un rango tecnológicamente aceptable para el consumo. Si bien no existe una normativa específica que establezca límites de viscosidad para yogur, la literatura científica coincide en que valores intermedios favorecen una textura firme sin afectar negativamente la palatabilidad (Tamime & Robinson, 2007).

En consecuencia, el tratamiento TC5 demostró ser el más eficiente en términos reológicos, logrando una estructura más resistente y estable sin comprometer la aceptabilidad del producto final.

4.4.1 Análisis de proteína y grasa del yogur natural.

Se evaluó el contenido de proteína y grasa en los diferentes tratamientos de yogur natural conforme a los requisitos establecidos en la NTE INEN 2395 para leches fermentadas. Los análisis se realizaron mediante los métodos oficiales NTE INEN 12 (contenido de grasa) y NTE INEN 16 (contenido de proteína) para comparar el potencial de los tratamientos, en este caso se optó por realizar los análisis a los tratamientos T0 (Testigo), TC1 (Yogur natural con 5% de mucílago de cacao CCN51) y TC2 (Yogur natural con 10% de mucílago de cacao CCN51) en sus dos repeticiones R2 Y R3 por ser sobresalientes en los análisis de pH, microbiología y viscosidad.

En la siguiente Tabla 8 se presentan los resultados de proteína y grasa en el tratamiento T0 (testigo).

Tabla 8.

Análisis de proteína y grasa del testigo

Requisitos	Testigo	Unidad	Descremada	Método de ensayo
Contenido de grasa	0.42	%	Max% <1.0	NTE INEN 12
Proteína, en yogur	%m/m 2.22	%	Min% 2.7	NTE INEN 16

La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos para el yogur natural sin adición de mucílago (tratamiento testigo). El contenido de grasa fue de 0.42 %, valor que cumple con el límite máximo establecido (<1.0 %) para yogur descremado según la normativa vigente. Sin embargo, el contenido de proteína alcanzó 2.22 %, valor inferior al mínimo requerido (2.7 %), lo que

indica que el testigo no cumple completamente con el parámetro proteico exigido por la NTE INEN 2395.

Se presentan los análisis del 5 % de mucílago de cacao CCN51 en yogur natural, ya que es uno de los tratamientos con mejores resultados por lo cual se eligió para el análisis de proteína y grasa en la Tabla 9.

Tabla 9.

Análisis de proteína y grasa yogur natural con 5% con mucílago CCN51

Requisitos	TC1	Unidad	Descremada	Método de ensayo
Contenido de grasa	0.54	%	Max% <1.0	NTE INEN 12
Proteína, %m/m en yogur	3.42	%	Min% 2.7	NTE INEN 16

La Tabla 9 presenta los resultados del yogur elaborado con mucílago de cacao variedad CCN51 con el 5 %. El contenido de grasa fue de 0.54 %, manteniéndose dentro del límite máximo permitido (<1.0 %). En cuanto a proteína, se registró un valor de 3.42 %, superando el mínimo requerido (2.7 %). Estos resultados evidencian que la adición de mucílago CCN-51 contribuyó a mejorar el perfil proteico del producto, cumpliendo con los estándares normativos y aumentando su valor nutricional.

Según su gran desempeño en los análisis anteriores de pH, microbiología y viscosidad se demostró que el tratamiento con el 10 % de mucílago de CCN51 en yogur natural fue uno de los mejores aptos para el análisis de proteína y grasa, se pueden observar los resultados en la Tabla 10.

Tabla 10.

Análisis de proteína y grasa yogur natural con 10% mucílago CCN51

Requisitos	TC2	Unidad	Descremada	Método de ensayo
Contenido de grasa	0.48	%	Max% <1.0	NTE INEN 12
Proteína, % m / m en yogur	3.31	%	Min% 2.7	NTE INEN 16

La Tabla 10 muestra los resultados del yogur con mucílago de cacao CCN51 al 10%. El contenido de grasa fue de 0.48 %, valor que cumple con el requisito máximo permitido. Sin embargo, el contenido de proteína alcanzó 3.31 %, situándose ligeramente por debajo del mínimo exigido (2.7 %), similar al comportamiento observado en el tratamiento testigo.

Los resultados obtenidos evidencian que el tratamiento con mucílago CCN51 presentó el mejor desempeño nutricional, particularmente en el contenido proteico, superando el mínimo establecido por la normativa. Este incremento podría atribuirse a la interacción entre las proteínas lácteas y los compuestos del mucílago, los cuales pueden favorecer la retención de sólidos totales durante la fermentación (Walstra et al., 2005).

En comparación con el yogur testigo, la adición de mucílago influyó positivamente en el contenido de grasa y proteína, especialmente en la variedad CCN51. De acuerdo con Tamime y Robinson (2007), la composición del yogur puede modificarse significativamente mediante la incorporación de ingredientes funcionales, afectando su valor nutricional y características fisicoquímicas.

Asimismo, estudios reportados por Rojas et al. (2019) indican que los subproductos del cacao contienen compuestos bioactivos y carbohidratos que

pueden contribuir indirectamente a la estabilidad estructural del yogur y a la retención de nutrientes durante el proceso fermentativo.

Desde el punto de vista normativo, únicamente el tratamiento con mucílago CCN51 cumple integralmente con los parámetros establecidos para proteína y grasa en yogur descremado, lo que lo posiciona como la formulación más adecuada dentro del estudio.

4.5 Panel sensorial

En esta etapa se compararon dos muestras de yogur con adición de mucílago de cacao variedad CCN51. La muestra 1 correspondió al Tratamiento 1 con 5 % de mucílago, mientras que la muestra 2 correspondió al Tratamiento 2 que fue el tratamiento con el 10% evaluada en el estudio. Ambas formulaciones fueron seleccionadas con base en los resultados fisicoquímicos y microbiológicos previos, con el fin de determinar su aceptación sensorial.

De acuerdo con el análisis sensorial realizado por el panel evaluador, se recopilaron los datos correspondientes a atributos como color, aroma, sabor, textura y aceptación general. Los resultados obtenidos se presentan en las Figuras 4 y 5, donde se evidencia la comparación del nivel de preferencia entre ambos tratamientos.

Figura 4.

Resultados panel sensorial de yogur natural con 5% mucílago de cacao CCN51

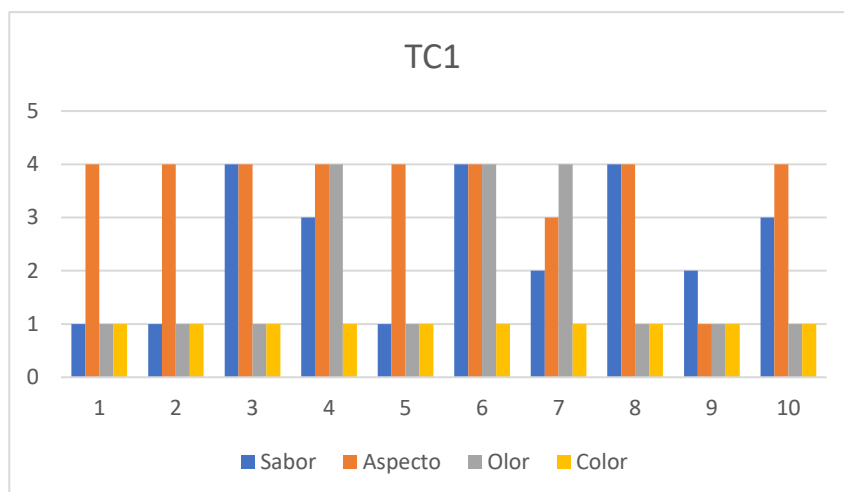
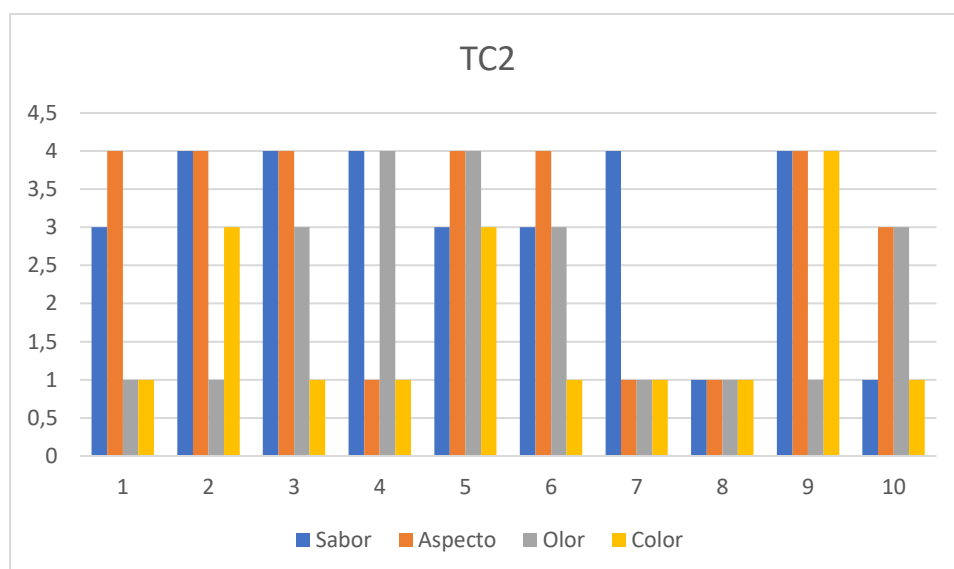


Figura 5.

Resultados panel sensorial de yogur natural con 10% mucílago de cacao CCN51



Las variables se encuentran en la Tabla 11.

Tabla 11.

Variables panel sensorial

	SABOR	ASPECTO	OLOR	COLOR
1	Neutro	Normal	Bueno	Bueno
2	Dulce	Turbio	Malo	Malo

3	Amargo	Grumoso	Regular	Brillante
4	Ácido	Ligero	Normal	Opaco

De el tratamiento con 5 % de mucílago de CCN51 mostró mejor aceptación global, destacándose especialmente en los atributos de textura y sabor, lo que coincide con los resultados de viscosidad y estabilidad estructural previamente analizados. Esto sugiere que concentraciones moderadas de mucílago contribuyen positivamente a las características organolépticas del yogur sin generar alteraciones sensoriales indeseables.

4.6 Análisis de Beneficio/costo

Según el valor de costo de producción y precio de venta al público se determinaron los siguientes datos, en las tablas:

Resultados de costos de acuerdo el yogur con el uso de mucílago de cacao en la Tabla 12.

Tabla 12.

Costo total de yogur con mucílago

Elementos principales	Cantidad	Costo (USD)
Leche Descremada	1 Lt	1.60
Mucílago de cacao	10 mL	1.00
Mano de obra		0.50
Envase	1 Lt	1.00
	Total:	4.10

En la Tabla 13, se presenta un análisis de acuerdo con las cantidades y su ganancia aproximada.

Tabla 13.

Precio de venta y costo de producción de yogur con mucílago de cacao

Cantidad	Precio de venta	Costo de producción	Ganancia neta	Unidad
250 mL	3.00	1.02	1.97	USD
500 mL	4.00	2.05	1.95	USD
1 Lt	6.00	4.1	1.90	USD

De acuerdo con los resultados se aplica la siguiente formula:

$$\mathbf{B/C} = 6.00 / 4.10 = 1.90 \text{ (USD)}$$

Mientras que Corrales et al. (2025) reportaron un costo de producción de USD 15.69 en estudios relacionados con formulaciones similares, en la presente investigación el costo estimado de producción del yogur natural con adición de mucílago de cacao fue de USD 4.10 por unidad analizada. Esta diferencia evidencia una reducción significativa en los costos de elaboración, lo que podría traducirse en un mayor margen de rentabilidad. La incorporación del mucílago como estabilizante natural no solo aportó beneficios tecnológicos, sino también una ventaja económica al optimizar los costos de producción sin comprometer la calidad del producto final.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos, fisicoquímicos, de seguimiento de pH y evaluación sensorial, se determinó que el tratamiento con 5 % de mucílago de cacao de la variedad CCN51 es el más adecuado para el consumo humano, este tratamiento cumplió con los límites microbiológicos establecidos por la normativa INEN, lo que garantiza la inocuidad del producto. Asimismo, presentó valores de pH estables durante el período de almacenamiento manteniéndose dentro de rangos aceptables para yogur natural, lo que refleja una adecuada fermentación y estabilidad del producto.

En cuanto a los análisis fisicoquímicos, el contenido de proteína y grasa dieron notables resultados aumentando el contenido de proteína confirmando que la incorporación del mucílago no afecta negativamente la calidad nutricional si no que la mejora aumentando sus propiedades nutricionales.

Finalmente, el análisis sensorial mostró una mayor aceptación del tratamiento al 5 %, destacándose por su textura, sabor, color y olor, lo que evidencia el efecto positivo del mucílago de cacao como estabilizante natural. Por lo tanto, el uso de mucílago de cacao CCN51 al 5 % se presenta como una alternativa viable, sostenible y funcional para la elaboración de yogur natural, contribuyendo al aprovechamiento de subproductos del cacao y a la optimización de la producción agroindustrial.

El beneficio/ costo resulto favorable para el aprovechamiento del mucílago de cacao, tomando en cuenta el beneficio que puede llegar a marcar en grandes industrias lácteas siendo esta una ganancia de 1.46 USD por litro.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda usar 5 % de mucílago de cacao variedad CCN51 por 500ml de leche para la preparación de yogur natural, esta variedad es apta para la elaboración ya que no se fermenta ni presenta cortes de coagulación siempre y cuando se mantengan en el margen del porcentaje y cantidad adecuada.

Utilizar BPM (buenas prácticas de manufacturas) en la elaboración del producto para que este no presente contaminación cruzada o desnaturalización por microorganismos externos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amable Vallejo Torres, C., Fabián Vera Chang, J., Gustavo Quintana Zamora, J., Carolina Verdezoto Quinatoa, D., Estefanía Cajas Anchundia, L., Yanina Mendoza García, T., Arturo Ruiz Mora, C., Chone, vía, & Domingo de los Tsáchilas -Ecuador, S. (n.d.). Bacterias ácido lácticas presentes en el mucílago de cacao (*Theobroma Cacao* L.) de dos variedades. Dialnet.Unirioja.Es.co.
- ANECACAO. (2015). Cacao CCN51. In Cacao Ccn 51. <https://anecacao.com/>.
- Ardhana, M. M., & Fleet, G. H. (2003). The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia. *International Journal of Food Microbiology*, 86(1–2), 87–99. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(03\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00081-3).
- Ardhana, M. M., & Fleet, G. H. (2003). The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia. *International Journal of Food Microbiology*, 86(1–2), 87–99. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(03\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00081-3)
- Arteaga, Y. (2023). Estudio del desperdicio del mucilago de cacao en el Cantón Naranjal (Provincia del Guayas). *Revista Eca Sinergia Universidad Técnica de Manabí.*, 4(1390–6623).
- Assande, J. V. F., Kouadio, T. K., Tienebo, E.-O., Coulibaly, K., Kouadia, A. M. J., Yao, A. S., Dagnogo, M., Allou, K., & Abo, K. (2025). Role of Agro-Climatic Factors in the Epidemiological Dynamics of Cocoa Black Pod Rot in Côte d'Ivoire. *Open Journal of Applied Sciences*, 15(12), 4158–4182. <https://doi.org/10.4236/OJAPPS.2025.1512269>
- Baligar, V. C., Elson, M. K., Almeida, A.-A. F., de Araujo, Q. R., Ahnert, D., & He, Z. (2021). Carbon Dioxide Concentrations and Light Levels on Growth and Mineral Nutrition of Juvenile Cacao Genotypes. *American Journal of Plant Sciences*, 12(05), 818–839. <https://doi.org/10.4236/AJPS.2021.125056>
- Cabello-Olmo, M., Krishnan, P. G., Araña, M., Oneca, M., Díaz, J. V, Barajas, M., & Rovai, M. (2023). Development, Analysis, and Sensory Evaluation of Improved Bread Fortified with a Plant-Based Fermented Food Product. *Foods* (Basel, Switzerland), 12(15). <https://doi.org/10.3390/foods12152817>
- Calvo, J., García Lara, N. R., Gormaz, M., Peña, M., Martínez Lorenzo, M. J., Ortiz Murillo, P., Brull Sabaté, J. M., Samaniego, C. M., & Gayà, A. (2018). Recomendaciones para la creación y el funcionamiento de los bancos de leche materna en España. *Anales de Pediatría*, 89(1), 65.e1-65.e6. <https://doi.org/10.1016/J.ANPEDI.2018.01.010>
- Campos Vega, R., Nieto-Figueroa, K. H., & Oomah, B. D. (2018). Cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk: Renewable source of bioactive

compounds. *Trends in Food Science and Technology*, 81, 172–184.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.022>

Cordeiro, B. F., Oliveira, E. R., da Silva, S. H., Savassi, B. M., Acurcio, L. B., Lemos, L., Alves, J. de L., Carvalho Assis, H., Vieira, A. T., Faria, A. M. C., Ferreira, E., Le Loir, Y., Jan, G., Goulart, L. R., Azevedo, V., Carvalho, R. D. de O., & do Carmo, F. L. R. (2018). Whey Protein Isolate-Supplemented Beverage, Fermented by *Lactobacillus casei* BL23 and *Propionibacterium freudenreichii* 138, in the Prevention of Mucositis in Mice. *Frontiers in Microbiology*, 9(SEP), 2035.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02035>

De, F., Agrarias, C., Jacobo, D. R., & Ortíz, B. (2022). INCIDENCIA DE LAS BACTERIAS ÁCIDO-LÁCTICAS PROVENIENTES DEL MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LAS CARACTERÍSTICAS. [https://www.bing.com/search?pgl=171&q=INCIDENCIA+DE+LAS+BACTERIAS+%C3%81CIDOL%C3%81CTICAS+PROVENIENTES+DEL+MUC%C3%81LAGO+DE+CACAO+\(&cvid=aa859de4ce564a9781c9267c2deb6688&gs_lcrp=EgRIZGdlKgYIABBFgdKyBggAEEUYOTIICA EQ6QcY_FUyBwgCEOsHGEDSAQc3NDRqMGoxqAIAAsAIA&FORM=ANNAB1&PC=HCTS](https://www.bing.com/search?pgl=171&q=INCIDENCIA+DE+LAS+BACTERIAS+%C3%81CIDOL%C3%81CTICAS+PROVENIENTES+DEL+MUC%C3%81LAGO+DE+CACAO+(&cvid=aa859de4ce564a9781c9267c2deb6688&gs_lcrp=EgRIZGdlKgYIABBFgdKyBggAEEUYOTIICA EQ6QcY_FUyBwgCEOsHGEDSAQc3NDRqMGoxqAIAAsAIA&FORM=ANNAB1&PC=HCTS).

Díaz-Valderrama, J. R., Leiva-Espinoza, S. T., & Catherine Aime, M. (2020). The History of Cacao and Its Diseases in the Americas. *Phytopathology*, 110(10), 1604–1619. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-20-0178-RVW>.

Dogbey, B. F., Ibrahim, S., & Abobe, J. A.-E. (2020). Comparison of Antioxidant and Antimicrobial Activities of Acetone and Water Extracts of *Theobroma cacao* Beans. *Advances in Microbiology*, 10(09), 478–491. <https://doi.org/10.4236/AIM.2020.109036>.

Elbagermi, M. A., Abdulmajid Bin Haleem, A., & Elsherif, K. M. (2020). Physicochemical properties and nutritional values of pasteurized milk and long-life milk: A comparative study. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 2(1), 38–45. https://www.researchgate.net/publication/341930997_Physicochemical_properties_and_nutritional_values_of_pasteurized_milk_and_long-life_milk_A_comparative_study.

Enrique, R., Montoya, V., Fabián, J., Chang, V., Javier, F., & Mora, C. (2025). EFECTOS DEL MUCILAGO DE CACAO ADICIONANDO CON TRES NIVELES DE VINAGRE Y MELAZA COMO HERBICIDA EN EL CULTIVO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.). https://www.researchgate.net/publication/392329490_Efectos_del_mucilago_de_cacao_adicionando_con_tres_niveles_de_vinagre_y_melaza_como_herbicida_en_el_cultivo_del_cacao_Theobroma_cacao_L

Freites, E. I., Zamora, E. E., & Sánchez, A. R. (2025). Geomorphological, Biophysical, and Photogrammetric Analysis of Agroforestry Systems

- Associated with Cacao (*Theobroma cacao* L.) Cultivation in the Dominican Republic. OALib, 12(07), 1–16. <https://doi.org/10.4236/OALIB.1113638>.
- ICCO. (2019). Fine Flavor Cocoa - International Cocoa Organization. https://www.icco.org/fine-or-flavor-cocoa/?utm_source.
- Insight Partners. (2023). Mercado del yogur griego en 2031: Cuota de mercado y alcance. https://www.theinsightpartners.com/es/reports/greek-yogurt-market?utm_source.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012). NTE INEN 10 – Leche pasteurizada. Requisitos. Quito, Ecuador. <https://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>.
- Ketchiemo, F. T., Fotso, B., Djabou, A. S. M., Evina, V. J. E., Essambita, J. Y., Tang, F. M. E., & Niemenak, N. (2024). Soil Physico-Chemical Properties and Different Altitudes Affect Arbuscular Mycorrhizal Fungi Abundance and Colonization in Cacao Plantations of Cameroon. *American Journal of Plant Sciences*, 15(02), 57–82. <https://doi.org/10.4236/AJPS.2024.152005>.
- Khorshidian, N., Yousefi, M., & Mortazavian, A. M. (2020). Fermented milk: The most popular probiotic food carrier. *Advances in Food and Nutrition Research*, 94, 91–114. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.007>.
- Lahai, P. M., Aikpokpodion, P. O., Norman, P. E., Kamanda, I., & Conteh, A. R. (2025). Morphological Characterization and Genetic Diversity Analysis of Cacao (*Theobroma cacao* L.) Genotypes from Sierra Leone. *American Journal of Plant Sciences*, 16(07), 903–922. <https://doi.org/10.4236/AJPS.2025.167061>.
- Leroy, F., & De Vuyst, L. (2014). Fermented food in the context of a healthy diet: how to produce novel functional foods? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 17(6), 574–581. <https://doi.org/10.1097/MCO.000000000000108>.
- López-sobaler, A. M., & Madrid, R. (2024). *Nutrición Hospitalaria*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=2325012>.
- Martial, T. T. P., Aristide, D., Denis, O. N., & Thaddée, B. (2019). Enhancement of *Theobroma cacao* Seedling Growth and Tolerance to *Phytophthora megakarya* by Heat-Treated Oyster Shell Powder. *American Journal of Plant Sciences*, 10(04), 578–594. <https://doi.org/10.4236/AJPS.2019.104042>.
- Matiz, J. H. (2025). Alternativas biotecnológicas para el aprovechamiento del mucílago de cacao en el oriente caldense, mediante recopilación de información bibliográfica. Repository.Unad.Edu.Co.

- Mayorga-Gross, A. L., & Montoya-Arroyo, A. (2022). Cacao. Functional Foods and Their Implications for Health Promotion, 55–95. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823811-0.00009-2>.
- Méndez, P. G. (2025). Elaboración de yogurt enriquecido con mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L) y su evaluación de su calidad fisicoquímica y sensorial.
- Mendoza Gema, M., Solórzano Cyntia, E., Chang Jaime, V., & García Diego, T. (2017). Bebida de lactosuero y soya (*Glycine max*) inoculada con mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L) nacional. *Uctunexpo.Autanabooks.Com*, 21, 44–52.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019, September 4). Cacao Híbrido CCN-51 cuenta con certificación de calidad – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. https://www.agricultura.gob.ec/cacao-hibrido-ccn-51-cuenta-con-certificacion-de-calidad/?utm_source.
- Ortega, R. M., Jiménez-Ortega, A. I., Loria-Kohen, V., Aparicio, A., Lozano-Estevan, M. del C., López-Sobaler, A. M., Ortega, R. M., Jiménez-Ortega, A. I., Loria-Kohen, V., Aparicio, A., Lozano-Estevan, M. del C., & López-Sobaler, A. M. (2024). Yogurt as a fermented food for healthy and sustainable daily consumption. Recommendations to the population. *Nutrición Hospitalaria*, 41(SPE3), 31–36. <https://doi.org/10.20960/nh.05454>
- Parra Huertas, R. A. (2004). Revista Lasallista de investigación. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 162–177. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612010000100012&script=sci_arttext.
- Parra, R. (2012). Importancia terapéutica y estabilizantes, edulcorantes en la tecnología del yogur. Editorial UPTC. <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/book/58>.
- Patricio, E., Pazmiño, V., Vinicio, M., Patiño, U., Vinicio, D., Ortega, U., Noemí, R., Guamán, G., Fabián, Á., Abril, V., Miguel, S., & Cortázar, U. (2025). Eduardo Patricio Vaca Pazmiño¹, Milton Vinicio Uday Patiño², Dennis Vinicio Uday Ortega³, Rocío Noemí Guamán Guamán^{4*}, Ángel Fabián Villavicencio Abril⁵, Santiago Miguel Ulloa Cortázar⁶. 12, 1–14.
- Pérez-Flores, J., Obrador-Olán, J. J., García-López, E., Rúa-Rosado, O., Córdova-Ávalos, V., & Izquierdo-Reyes, F. (2025). Pruning and Fertilization of *Theobroma Cacao* L. and of Shadow Trees Affect the Flowering and Fruiting of Cacao. *American Journal of Plant Sciences*, 16(05), 591–607. <https://doi.org/10.4236/AJPS.2025.165043>.
- Ramírez-Guillermo, M., Lagunes-Espinoza, L. C., Ortiz-García, C. F., Gutiérrez, O. A., & de la Rosa-Santamaría, R. (2018). Morphological variation of cacao (*Theobroma cacao* L.) fruits and seeds from

- plantations in Tabasco, Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(2), 117–125. <https://doi.org/10.35196/RFM.2018.2.117-125>.
- Ricaurte, P., & Quiñonez, A. (2024). Obtención de ácido acético a base del fermento natural del mucílago de cacao. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13212>.
- Rojas-Grau, M. A., Oms-Oliu, G., & Martín-Belloso, O. (2019). Bioactive compounds and functional properties of cocoa mucilage and bean shell. *Food Research International*, 115, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.044>.
- Rosado, M. F. (2024). Caracterización de bebida con mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L) y guayaba (*Psidium guajava*). <https://repositorio.unal.edu.co/items/1f791405-978d-4d24-8061-15f999782d1d>.
- Saavedra-Sanabria, O. L., Durán, D., Cabezas, J., Hernández, I., Blanco-Tirado, C., & Combariza, M. Y. (2021). Cellulose biosynthesis using simple sugars available in residual cacao mucilage exudate. *Carbohydrate Polymers*, 274, 118645. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118645>.
- Salehi, S. O., Karimpour, F., Imani, H., Ghatee, M. A., Pirouze, M., & Bahramfard, T. (2022). Effects of an Iranian traditional fermented food consumption on blood glucose, blood pressure, and lipid profile in type 2 diabetes: a randomized controlled clinical trial. *European Journal of Nutrition*, 61(7), 3367–3375. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02867-2>.
- Salmerón, I. (2017). Fermented cereal beverages: from probiotic, prebiotic and synbiotic towards Nanoscience designed healthy drinks. *Letters in Applied Microbiology*, 65(2), 114–124. <https://doi.org/10.1111/lam.12740>.
- Sánchez Capa Yadira Beatriz Remigio Cachiguango, Armando Burbano Andrés Santiago, Calero Cárdenas Ramírez Romero, César Andrés, M. C. V. T. (2020). Evaluación del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.), usando dos fermentadores, provincias Orellana y Sucumbíos, Ecuador. *Green World Journal*, 3(1), 1. <https://doi.org/https://www.greenworldjournal.com/doi-012-mz-2020>.
- Satish Kumar, R., Kanmani, P., Yuvaraj, N., Paari, K. A., Pattukumar, V., & Arul, V. (2013). Traditional Indian fermented foods: A rich source of lactic acid bacteria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(4), 415–428. <https://doi.org/10.3109/09637486.2012.746288>.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización – INEN. (2025). NTE INEN 2395:2025 – Leches fermentadas. Requisitos. Quito, Ecuador.

<https://www.normalizacion.gob.ec/inen-oficializa-normas-tecnicas-sobre-leche-y-productos-lacteos/>.

- Shiby, V. K., & Mishra, H. N. (2013). Fermented Milks and Milk Products as Functional Foods-A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 482–496. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.547398>.
- Tandzi, L. N., Tandzi, C. L., Sall, S. S., Meyen, N. M., & Meuyou, J. R. N. (2024). Adaptability and Phenotypic Description of Introduced Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Varieties in the North-West Region of Cameroon. *American Journal of Plant Sciences*, 15(12), 1202–1221. <https://doi.org/10.4236/AJPS.2024.1512076>.
- Teixeira Magalhães, K., & De Melo Pereira, V. G. (2011). BRAZILIAN KEFIR: STRUCTURE, MICROBIAL COMMUNITIES AND CHEMICAL COMPOSITION. 693–702.
- Tuárez García, D. A., Erazo Solórzano, C. Y., Macías Salazar, I. T., & Torres Navarrete, Y. G. (2021). Empleo de mucílago de cacao como inoculante en la elaboración de queso semiduro. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 25(109), 5–11. <https://doi.org/10.47460/uct.v25i109.441>.
- Vásquez Cortez, L. H., Pulgar Oleas, N. L., Ponce Quezada, G. E., & Palma Villarroel, J. J. (2023). VALORIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO, ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL DESPERDICIO Y FOMENTAR LA SOSTENIBILIDAD. *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, 4(8). <https://doi.org/10.56519/qsm0mq41>.
- Vega-González, R. J., Castro-Salinas, D., Pajuelo-Risco, F. M., Honorio-Javes, C. E., & Hernandez-Valdez, J. E. (2024). Subproductos de cacao (*Theobroma cacao*) en la alimentación animal: ¿Una alternativa viable y sostenible? *Manglar*, 21(1), 127–134. <https://doi.org/10.57188/MANGLAR.2024.013>.
- Vera Montoya, R. E., Vera Chang, J. F., Vásquez Cortez, L. H., Cobos Mora, F. J., Rodríguez Cevallos, S. L., Pazmiño Pérez, Á. M., & Villamarín Barreiro, J. A. (2025). Efectos del mucilago de cacao adicionando con tres niveles de vinagre y melaza como herbicida en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de La Sociedad Científica Del Paraguay*, 30(1), 01–13. <https://doi.org/10.32480/RSCP.2025.30.1.0113>.
- Villarroel Bastidas, J., Del, G., Angulo Ortega, C., Briones-Bitar, J., Villarroel Bastidas, J., Del, G., Angulo-Ortega, C., & Briones-Bitar, J. ". (2023). Degradación de azúcares reductores del mucílago de cacao para la producción de bioetanol. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 108, 98–106. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20220992>.
- Villarroel-Bastidas, J., Angulo-Ortega, G. del C., & Briones-Bitar, J. (2023). Reducing sugars degradation in cocoa mucilage to produce bioethanol.

Revista Facultad de Ingeniería, 108, 98–106.
<https://doi.org/10.17533/UDEA.REDIN.20220992>.

Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2005). Dairy Science and Technology. <https://doi.org/10.1201/9781420028010>.

Yoplac, I., Goñas, K., Bernal, W., Vásquez, H. V., & Maicelo, J. L. (2021). Chemical characterization and in vitro digestibility of Amazonian seeds and agro-industrial by-products with potential for animal feed. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 32(3). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I3.18765>.

Zago, M., Fornasari, M. E., Carminati, D., Burns, P., Suárez, V., Vinderola, G., Reinheimer, J., & Giraffa, G. (2011). Characterization and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from cheeses. *Food Microbiology*, 28(5), 1033–1040. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.02.009>.

Zamora Guevara, J. A., Campoverde Mori, J. R., Jiménez Jiménez, W. J., & Mariscal Santi, W. E. (2022). Actividad Antioxidante de Pulpa, Semilla y Pericarpio de Mazorca del *Theobroma Cacao*. *RECIAMUC*, 6(3). [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.564-574](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.564-574).

ANEXOS



Figura 1.Recepción y calentamiento de la leche

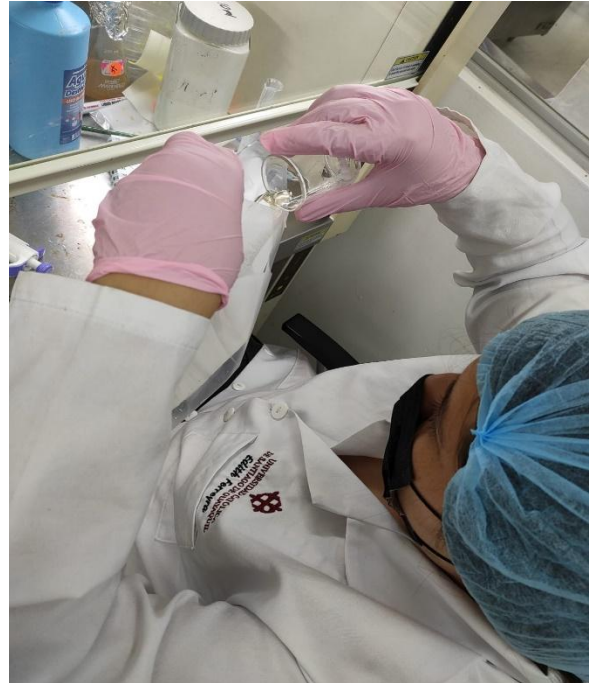


Figura 2. Análisis de materia prima



Figura 4. Recepción de mucilago de cacao CCN51 y nacional



Figura 3. Sustancia receptada y cernida



Figura 6.Centrifugado del mucílago



Figura 5.Añadido de inoculante y mezclado con mucílago



Figura 8.Incubación de yogur con mucílago ccn51 y testigo

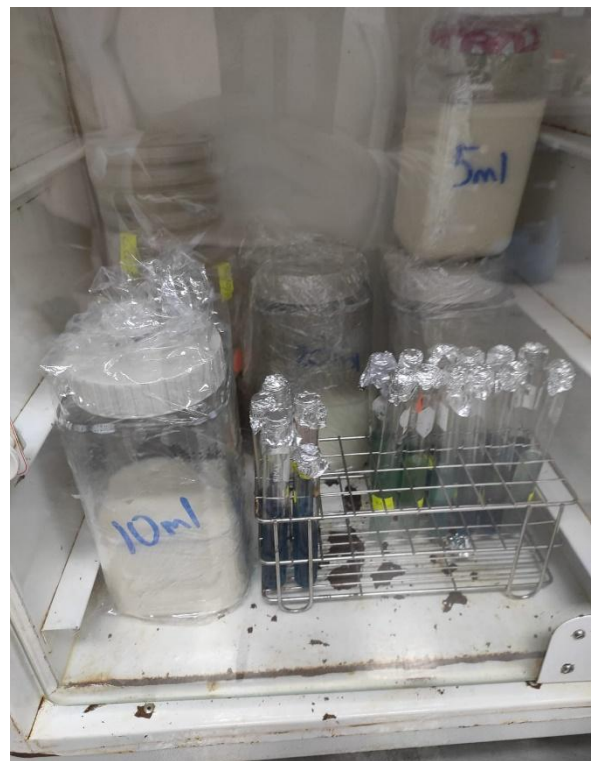


Figura 7.Incubación de yogur con mucílago de cacao nacional

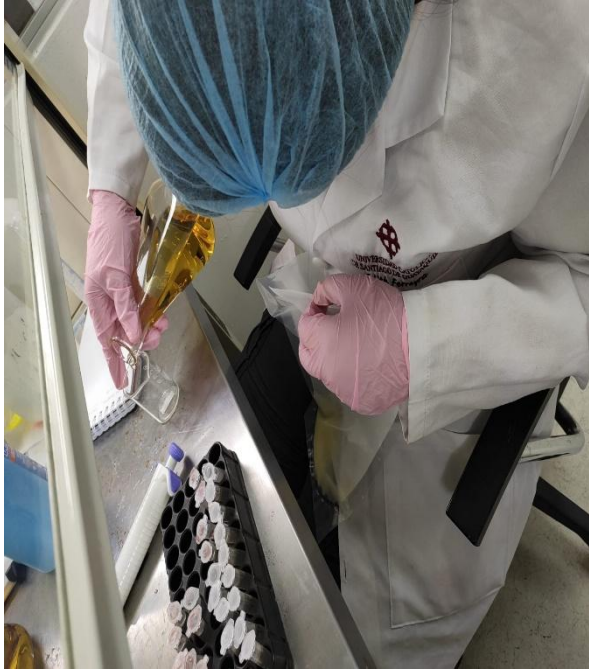


Figura 10.Análisis microbiológicos de todos los yogures



Figura 9.Incubación de las placas

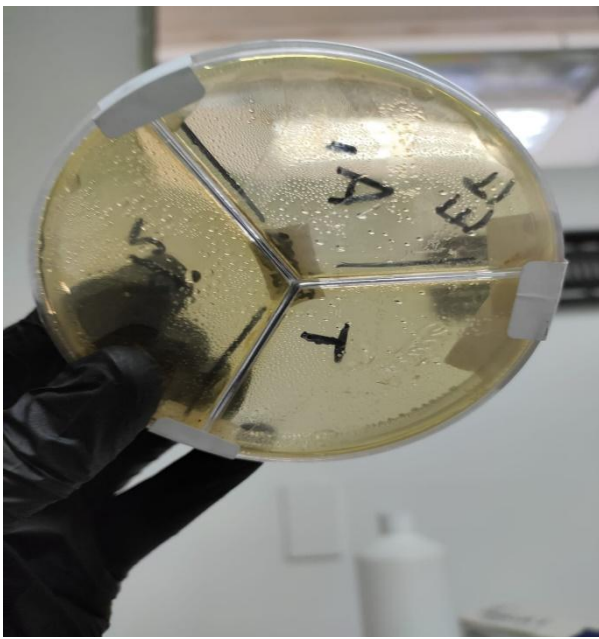


Figura 11.Conteo de placas



Figura 12. Prueba de viscosidad y densidad

Informe Analítico: IA-26-LB-000240-01
Lab-ID: ANA-26/0625

FERREYRA EDITH
Attn. 345edithferreyra@gmail.com
345edithferreyra@gmail.com

Guayaquil - Ecuador

Lugar de Ejecucion del Ensayo
AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
fernanda.quirola@agrorum.net
Kennedy Vieja Av. San Jorge Solar 205 entre Calle Primera
Guayaquil - Ecuador

Datos proporcionados por el Cliente			
Matriz de la muestra:	YOGURT	Lugar de muestreo:	---
Descripción de la muestra:	YOGURT NATURAL CON MUCILAGO DE CACAO / LOTE 001/ PUNTO DE TOMA ; GUAYAQUIL-	Requerimiento:	REQ-26/0302
Productor:	EDITH FERREYRA	Pedido de Venta:	PV26-0390
Cultivo/Varietal:	---		
Fecha/Hora de muestreo:	---		
Muestra tomada por:	Cliente	Muestreador:	EDITH FERREYRA

Datos de recepción de la muestra en laboratorio			
Fecha de Recepción:	2026-01-28	Cantidad de Muestra:	-1.183.0 g
Tipo de Envase:	Envase Vidrio	Temperatura de la recepción	---

Fecha Inicio Análisis:	2026-01-29	Fecha de Elaboración de Informe:	---
Fecha Fin Análisis:	2026-01-29	Fecha de Emisión de Informe:	2026-01-30

RESULTADOS DE ANÁLISIS					
Parámetro	Resultado	Unidad	REQUISITO	Método de ensayo	Regulación
Proteína cruda(*)	3.42	%	2.7	ME-LB-117, Titulometría	NTE INEN 2395.2011
Grasa Total(*)	0.54	% P/P	---	Método Soxhlet	
Grasa Total(*)	0.55	% P/V	---	Gravimetría	

Figura 13. Análisis de proteína y grasa



Figura 14. Panel sensorial

FICHA TÉCNICA SENSORIAL			
Los resultados de esta prueba sensorial, serán aplicados en la selección del mejor tratamiento sobre el trabajo de titulación "Uso del mucilago del cacao como estabilizante en la elaboración de yogur natural"			
Producto	MUESTRA 1	MUESTRA 2	
Sabor	Neutro		
	Dulce		
	Salado		
	Amargo	✓	✓
	Ácido	✓	✓
Aspecto	Grasoso		
	Ligero	✓	✓
	Buena		
Olor	Malol		
	Regular	✓	✓
	Normal		
Color	Buena	✓	✓
	Mala		
	Brillante		
	Opaco		

Figura 20. Ficha técnica



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ferreyra Carpio, Edith Esther**, con C.C: # 0943112144 autora del trabajo de titulación: **Uso de mucílago de Theobroma cacao L. como estabilizante para yogur natural**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 04 de marzo de 2026.

f. _____

Nombre: **Ferreyra Carpio, Edith Esther**

C.C: 0943112144



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Uso de mucílago de <i>Theobroma cacao</i> L. como estabilizante para yogur natural.		
AUTOR(ES)	Ferreyra Carpio, Edith Esther		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Crespo Moncada, Bella Cecilia, MSc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agroindustria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	04 de marzo del 2026	No. PÁGINAS:	61 páginas
ÁREAS TEMÁTICAS:	Producción de alimentos, Calidad, Agroindustria, Economía agroindustrial.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Leche, cacao, fermentación, aprovechamiento, yogur, estabilizante.		
<p>El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo evaluar el potencial del mucílago de <i>Theobroma cacao</i> L., variedades Nacional y CCN-51, como estabilizante natural en la elaboración de yogur natural, analizando su influencia en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y económicas del producto final. La investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental con diseño completamente al azar, empleando leche descremada previamente caracterizada según la normativa NTE INEN 10:2012. Se formularon tratamientos con adición de mucílago en concentraciones del 5 %, 10 %, 15 % y 20 %, comparados con un testigo sin estabilizante. Se evaluaron parámetros de pH, proteína, grasa, densidad y viscosidad, así como análisis microbiológicos de coliformes totales, <i>Escherichia coli</i>, mohos y levaduras conforme a la NTE INEN 2395:2011. Adicionalmente, se realizó un análisis sensorial con panel evaluador y un estudio de relación beneficio/costo. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con mucílago de cacao CCN-51 al 5 % presentó el mejor desempeño integral, manteniendo valores de pH dentro del rango óptimo (4.2–4.6), adecuada estabilidad microbiológica con recuentos dentro de los límites normativos, mejora significativa en viscosidad respecto al testigo y buena aceptación sensorial. Aunque se observó un incremento progresivo de mohos y levaduras en concentraciones mayores, los valores permanecieron dentro de los márgenes permitidos. Se concluye que el mucílago de cacao, particularmente la variedad CCN-51 al 5 %, constituye una alternativa viable y sostenible como estabilizante natural en yogur, permitiendo el aprovechamiento de un subproducto agroindustrial, mejorando características tecnológicas del producto y aportando valor agregado a la cadena productiva del cacao en Ecuador.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-963161792	E-mail: 345edithferreyra@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M.Sc		
	Teléfono: +593 99 719 5547		
	E-mail: Ema.moreno@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			