



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Efecto de la inclusión de harina de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y harina de pulpa-piel de plátano no comercial (*Musa acuminata*) en el desarrollo de un yogur desnatado

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Danna Isabel Parra Portero

Tutor: Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

Ambato – Ecuador

Julio – 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que responde las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 01 de junio de 2026

Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

18XXXXXX94

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Danna Isabel Parra Portero, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente informe final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Danna Isabel Parra Portero

18XXXXXXX80

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi este Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Danna Isabel Parra Portero

18XXXXXX80

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente este Informe Final del Trabajo de Titulación, opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

Mg. Daniel Alfonso Cabrera Valle

18XXXXXXX95

Mg. Gabriel Alejandro Moreno Toasa

15XXXXXXX10

Ambato, 19 de junio 2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco con sentimiento a mi mamá por toda la paciencia que supo tener conmigo, y a mi familia, que estuvieron cuando más los necesité y me hicieron creer en todo lo que soy capaz. A mi tío Carlos, quien desde pequeña ha cuidado de mí y gracias a él pude dedicarme aún más a mi universidad, por su apoyo y palabras de aliento que me han marcado, y a mi primo Esteban, quien desde siempre confió en mí.

A mi tía Ali, que le considero como mi hermana, gracias por estar. A mi tío Marco, que me enseñó a trabajar; conversaba conmigo y siempre me ha tratado con amor como “DJ”. A mis abuelitos, que han sabido estar para mí sin que yo les haya pedido, y a mi abuelito Segundo, que, de igual forma, cuidó de mí cuando pudo.

A mis amigos, Damian, Jairo, Kevin, Joseph, Joha, Rod y Erick, que supieron sacarme una sonrisa, escucharme cuando me sentía mal y, en especial, estar cuando ya no podía más. Por los partidos de fútbol que jugamos con mis amigos de Alimentos y Biotecnología, los cuales marcaron mucho mi experiencia en la universidad y como deportista. A mi psicólogo Christian, que me hizo dar cuenta de que siempre debo poner mis prioridades por encima de cualquier otra cosa. A los profesores con los que he llevado una bonita amistad y enseñanza, y que, de igual manera, sé que guardan un recuerdo grato de mí. A mi tutor, el Dr. Dieguito, que desde el inicio ha sabido ser muy abierto a cualquier opinión, una gran persona y, en sí, una gran ayuda para culminar un paso de mi vida.

Los aprecio mucho a todos.

Con mucho cariño, Dannita.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. - MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1 Yogur desnatado	2
1.1.2 Fibra dietética en matrices lácteas	2
1.1.3 Col (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>).....	3
1.1.4 Plátano no comercial (<i>Musa acuminata</i>).....	4
1.1.5 Efecto de la adición de compuestos no convencionales en el yogur	5
1.1.6 Valorización de subproductos vegetales	6
1.1.7 Sostenibilidad en la industria alimentaria	6
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 Objetivo general	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
CAPÍTULO II. - MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1 Obtención de harinas.....	8
2.2 Elaboración de Yogur desnatado	8
2.2.1 Diagrama de flujo de la elaboración del yogur desnatado a base de harina de col y pulpa-piel de plátano no comercial	10
2.3 Composición proximal.....	10
2.3.1 Humedad.....	11

2.3.2 Grasa	11
2.3.3 Proteína	11
2.3.4 Cenizas	12
2.3.5 Fibra	12
2.3.6 Valor energético	13
2.4 Propiedades fisicoquímicas	13
2.4.1 pH y Acidez titulable	13
2.4.2 Consistencia	13
2.4.3 Color	14
2.4.4 Actividad de agua (aw)	14
2.5 Calidad sensorial	14
2.6 Análisis estadístico y Diseño experimental	14
CAPÍTULO III. - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
3.1 Análisis preliminares	15
3.2 Composición proximal	15
3.3 Propiedades fisicoquímicas	18
3.5 Consistencia	20
3.6 Calidad sensorial del yogur desnatado	21
3.7 Estabilidad del yogur desnatado durante el almacenamiento	24
3.7.1 pH y Acidez	24
3.7.2 Estabilidad del color	26
CAPÍTULO IV. - CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la harina de col (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata).....	4
Tabla 2. Formulaciones de yogur desnatado con la inclusión de harina de col y harina de pulpa-piel de plátano.	15
Tabla 3. Composición proximal del yogur desnatado	18
Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas de yogur	19
Tabla 5. Distancia recorrida por las muestras en el consistómetro de Bostwick durante 10 segundos.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evaluación sensorial de la apariencia de yogur en el Control, T1 y T2.....	22
Figura 2. Evaluación sensorial del color de yogur en el Control, T1 y T2.	22
Figura 3. Evaluación sensorial del olor de yogur en el Control, T1 y T2.	23
Figura 4. Evaluación sensorial de la viscosidad de yogur en el Control, T1 y T2.	23
Figura 5. Evaluación sensorial del sabor de yogur en el Control, T1 y T2.	23
Figura 6. Evaluación sensorial de la aceptabilidad de yogur en el Control, T1 y T2.	24
Figura 7. Evolución del pH de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.	25
Figura 8. Evolución de la acidez titulable (expresada como % de ácido láctico) de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.	26
Figura 9. Evolución del parámetro L* (luminosidad) de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.	27
Figura 10. Evolución del parámetro a* de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.	28
Figura 11. Evolución del parámetro b* de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de la harina de pulpa-piel de plátano no comercial.	37
Anexo 2. Elaboración de la harina de col.	38
Anexo 3. Elaboración de las 3 formulaciones de yogur desnatado.	38
Anexo 4. Análisis de pH.	39
Anexo 5. Acidez titulable.	39
Anexo 6. Análisis de color.	40
Anexo 7. Análisis de humedad.	40
Anexo 8. Análisis de ceniza	41
Anexo 9. Análisis de Aw.	41
Anexo 10. Análisis de consistencia	41
Anexo 11. Evaluación sensorial.	42
Anexo 12. Hoja de cata para las evaluaciones sensoriales de los distintos tratamientos.	43
Anexo 13. Resultados de análisis de proteína, grasa y fibra de los 3 tratamientos de yogur desnatado obtenidos en LACONAL.	44

RESUMEN EJECUTIVO

El yogur desnatado, a pesar de ser una alternativa baja en grasa, presenta limitaciones tecnológicas como baja viscosidad, menor cremosidad y mayor sinéresis, lo que reduce su aceptación sensorial y su valor funcional, además de carecer de fibra dietética. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de harinas de col (*Brassica oleracea var. capitata*) y pulpa-piel de plátano no comercial (*Musa acuminata*) en el desarrollo de un yogur desnatado. Para ello se elaboraron tres tratamientos: un control y dos formulaciones con distintas proporciones de harinas vegetales (50:50 y 25:75), obtenidas previamente mediante procesos de deshidratación y molienda. De estas, se evaluaron la composición proximal, las propiedades fisicoquímicas, la consistencia, la estabilidad durante 21 días de almacenamiento y la aceptación sensorial. Los resultados evidenciaron que la adición de harinas incrementó el contenido de fibra y carbohidratos, redujo el contenido de grasa y modificó significativamente el pH, la acidez y el color. Durante el almacenamiento se observó una disminución del pH y un incremento de la acidez, más pronunciado en el tratamiento con mayor contenido de pulpa de plátano, lo que indica una mayor actividad fermentativa. Sensorialmente, no se afectaron los atributos de sabor, olor y viscosidad; se destacó el tratamiento T2 en la aceptabilidad global. En conclusión, la incorporación de estas harinas mejora el valor nutricional y mantiene la calidad del yogur desnatado, constituyendo una alternativa viable para la valorización de subproductos agroindustriales y contribuyendo al desarrollo de alimentos funcionales sostenibles.

Palabras clave: Sinéresis, vegetales, red proteica, consistencia, grasa.

ABSTRACT

Skimmed yogurt, despite being a low-fat alternative, has technological limitations, such as low viscosity, reduced creaminess, and greater syneresis, which reduce its sensory acceptance and functional value, and it lacks dietary fiber. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of incorporating cabbage flour (*Brassica oleracea* var. *capitata*) and non-commercial banana pulp-peel (*Musa acuminata*) in the development of a non-fat yogurt. For this, three treatments were prepared: a control and two formulations with different proportions of vegetable flours (50:50 and 25:75), which were previously obtained by dehydration and grinding. Of these, the proximal composition, physicochemical properties, consistency, stability during 21 days of storage, and sensory acceptance were evaluated. The results showed that the addition of flour increased fiber and carbohydrate content, reduced fat content, and significantly altered pH, acidity, and color ($p < 0.05$). During storage, a decrease in pH and an increase in acidity are observed, more pronounced in the treatment with a higher banana pulp content, indicating greater fermentative activity. Sensorily, the attributes of flavor, odor, and viscosity will not be affected, highlighting the T2 treatment in overall acceptability. In conclusion, incorporating these flours improves the nutritional value. It maintains the quality of skimmed yogurt, constituting a viable alternative for valorizing agroindustrial byproducts and contributing to the development of sustainable functional foods.

Keywords: Syneresis, vegetables, red protein, consistency, fat.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

El yogur desnatado, aunque valorado como opción baja en grasa, presenta importantes limitaciones tecnológicas que reducen su aceptación, ya que la ausencia de la fracción lipídica debilita la red proteica del gel lácteo, lo que genera menor cremosidad, baja viscosidad y una mayor tendencia a la sinéresis, así como parámetros sensoriales diferentes a los de sus homólogos con contenido de grasa superior (Arab et al., 2023). Estas características afectan su estabilidad y calidad sensorial, lo que disminuye su preferencia entre los consumidores y, al mismo tiempo, muchos yogures desnatados carecen de fibra dietética, un componente clave para la salud intestinal y metabólica y que además puede funcionar como estabilizante natural, es por ello que surge la necesidad de explorar alternativas de formulación que mejoren tanto las propiedades tecnológicas como el valor nutricional del yogur desnatado (Alsaleem & Hamouda, 2024).

La evidencia científica muestra que la incorporación de fibras dietéticas solubles e insolubles en yogures contribuye a mejorar la capacidad de retención de agua, incrementar la viscosidad y reforzar la estabilidad del gel lácteo, además de aportar beneficios fisiológicos asociados a la salud intestinal, lo que posiciona a la fibra como un estabilizante natural eficaz en productos lácteos fermentados bajos en grasa (Akal, 2023). Tanto la col (*Brassica oleracea var. capitata*) como los plátanos no comerciales (*Musa acuminata*) destacan por su alto contenido de fibra, polifenoles, almidón resistente y otros compuestos bioactivos, como los flavonoides (quercetina y kaempferol) y los ácidos fenólicos (cafeico y ferúlico), que pueden mejorar el perfil antioxidante y la textura de los alimentos procesados (ALKaisy et al., 2024).

Sin embargo, pese a su potencial, estos subproductos vegetales suelen ser descartados desaprovechando su valor funcional y generando impactos ambientales innecesarios (Sabran & Shafie, 2021). En sí, la evidencia disponible indica beneficios prometedores como la mejora de propiedades fisicoquímicas, estabilidad y el valor funcional en productos lácteos fermentados enriquecidos con fibras vegetales (Akal, 2023). Pero aún existe escasa investigación sobre su aplicación conjunta en yogures desnatados, especialmente en relación con sus efectos fisicoquímicos, sensoriales y funcionales (Atallah et al., 2020; Ramírez-Pulido et al., 2021; Vega-Galvez et al., 2023).. Así, dado que la fibra y los compuestos bioactivos provenientes de la col y del plátano podrían mejorar la estructura, estabilidad y funcionalidad del yogur desnatado, esta investigación plantea evaluar el efecto de incorporar harina de col y pulpa-piel de plátano no comercial sobre la calidad integral del producto desarrollado. El estudio busca evaluar el comportamiento de estas harinas vegetales en los parámetros fisicoquímicos, de consistencia y sensoriales del yogur, es así como los resultados pueden ser beneficiosos con miras a

promover la valorización de subproductos agroindustriales, alineándose con la economía circular y las tendencias actuales de sostenibilidad, buscando aportar soluciones innovadoras a un problema tecnológico real en la industria láctea.

1.1.1 Yogur desnatado

El yogur desnatado es un producto fermentado que se obtiene mediante la coagulación de la leche, tratada térmicamente e inoculada con cultivos iniciadores como *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Ge et al., 2024). Sin embargo, la eliminación de la grasa modifica de manera significativa la estructura física del producto, debilita la red micelar de caseína y afecta la interacción proteína-proteína necesaria para alcanzar una textura firme y cremosa (Mehra et al., 2022). Por ello, varios estudios indican que la grasa actúa como relleno estructural, reduciendo la densidad de la red proteica y aportando suavidad. Al retirarla, aumentan los espacios libres y se facilita la expulsión de suero durante su almacenamiento, lo que incrementa la sinéresis (Mehra et al., 2022).

Además de ello, en yogures desnatados ocurre una mayor asociación de caseínas durante la fermentación, la cual genera una estructura más rígida pero menos estable, lo que favorece el colapso de la red proteica bajo condiciones de almacenamiento refrigerado (Arab et al., 2023). Esta vulnerabilidad estructural obliga a la industria a utilizar estabilizantes artificiales como pectina, goma guar o almidones modificados para mejorar la viscosidad y la capacidad de retención de agua (Alsaleem & Hamouda, 2024). Sin embargo, la demanda actual por productos naturales ha impulsado la investigación en alternativas basadas en ingredientes vegetales naturales y sostenibles que permitan mejorar las propiedades tecnológicas sin afectar la naturalidad del producto (Akal, 2023). En este sentido, la exploración de nuevas materias primas como harinas de subproductos vegetales para compensar las deficiencias propias de un yogur desnatado han generado en la industria un interés particular, debido a una probable reducción de la aceptabilidad por parte de los consumidores debido a efectos asociados por ejemplo a que la ausencia de grasa reduce la lubricación bucal, disminuye la percepción sensorial de cremosidad y aumenta el coeficiente de fricción durante el consume (Zang et al., 2024).

1.1.2 Fibra dietética en matrices lácteas

La fibra dietética comprende polisacáridos no digeribles y lignina, las cuales se asocian tanto con beneficios fisiológicos como con efectos tecnológicos relevantes en productos lácteos fermentados (Mudgil & Barak, 2019), es así como su aplicación en yogur desnatado ha sido estudiada debido a su capacidad para actuar como estabilizante natural y mejorador de la viscosidad, incrementar la capacidad de retención de agua y disminuir la sinéresis, así diversos estudios han demostrado que las fibras dietéticas solubles como pectinas, β -glucanos e inulina pueden interactuar con las proteínas lácteas, modificando de manera positiva la microestructura del gel del yogur, lo cual favorece la formación de

redes tridimensionales más estables, con mayor viscosidad y menor sinéresis, especialmente en formulaciones bajas en grasa (Akal, 2023).

Desde el punto de vista fisiológico, la fibra contribuye a la salud intestinal, la cual regula la absorción de glucosa, disminuye los niveles de colesterol y favorece el crecimiento de bacterias benéficas en el colon (Feng et al., 2025). La fibra, al ser incorporada al yogur, permite convertir un producto nutricionalmente rico, pero bajo en fibra, en un alimento funcional con un aporte más integral para la salud (D'Almeida et al., 2026). Investigaciones recientes han demostrado que la fibra también puede ejercer efectos prebióticos, potenciando el crecimiento de los cultivos ácido lácticos durante el almacenamiento, mejorando así la estabilidad microbiológica y el valor funcional del producto, en consecuencia, la fibra se posiciona como un aditivo natural con ventajas tanto en la mejora de propiedades tecnológicas como en el fortalecimiento del valor nutricional del yogur (Ahmed et al., 2023).

La fibra dietética se clasifica principalmente en soluble e insoluble, con distintas funciones para cada una, las cuales se diferencian tanto a nivel fisiológico como tecnológico en sus matrices alimentarias (Matić et al., 2026). La fibra soluble tiene la capacidad de disolverse en agua, formando soluciones viscosas o geles, lo cual favorece la retención de agua y mejora la textura de productos como el yogur. De esta forma, se menciona que las fibras solubles tienen la capacidad de interactuar con proteínas lácteas, generando estructuras mucho más estables, y reducen la sinéresis en distintos productos que se encuentren en un proceso de fermentación (Akal, 2023). Por otro lado, la fibra insoluble no se disuelve en agua, pero tiene la capacidad de contribuir a la estructura física del alimento, en la que actúa como agente de relleno y, en sí, mejora su consistencia; de esta manera, ambas fibras resultan relevantes en formulaciones bajas en grasa para compensar la pérdida de textura y estabilidad.

1.1.3 Col (*Brassica oleracea var. capitata*)

La col es una hortaliza caracterizada por un elevado contenido de fibra insoluble, como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, así como de compuestos bioactivos, como los glucosinolatos, los flavonoides y la vitamina C (Deepthi et al., 2025). Las hojas externas, que representan entre el 20 % y el 30 % del peso total del vegetal, suelen descartarse durante la postcosecha o el procesamiento industrial. Estas hojas presentan valores de fibra dietética superiores a los de la parte comestible, lo que las convierte en materia prima ideal para elaborar harinas ricas en fibra, con aplicabilidad en alimentos funcionales (Shinali et al., 2024).

La presencia de compuestos fenólicos otorga capacidad antioxidante, lo que podría reducir la oxidación lipídica y proteica en alimentos procesados, además de ello, la fibra de col presenta alta capacidad de retención de agua (Matić et al., 2026), que es una propiedad crucial para formular yogures desnatados con menor sinéresis, siendo así la explicación de cómo los derivados de col utilizados como ingredientes funcionales pueden modificar favorablemente la textura de alimentos sin gluten, lo que

evidencia su potencial para mejorar propiedades reológicas en matrices lácteas, este tipo de harina vegetal no solo aporta funcionalidad, sino que también, responde a la necesidad de valorizar subproductos agrícolas, integrándolos en cadenas productivas mucho más sostenibles (Bas-Bellver et al., 2024).

Las hojas externas de la col constituyen un subproducto agroindustrial que suele descartarse durante su procesamiento y comercialización, a pesar de su alto contenido de fibra dietética (Ramírez-Pulido et al., 2021). Es por ello que estudios recientes muestran que los residuos mencionados poseen un gran potencial debido a los compuestos bioactivos que contienen, los cuales pueden transformarse en harinas o distintos polvos funcionales para su incorporación en alimentos, mejorando así sus propiedades nutricionales y tecnológicas, permitiendo reducir su desperdicio y generar valor agregado en la cadena productiva, lo que es clave para la sostenibilidad (Khaled et al., 2025). De lo cual, se detalla la composición nutricional aproximada de la harina de col en la tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional de la harina de col (*Brassica oleracea var. capitata*).

Componente	Cantidad aproximada
Agua	90 – 92 g
Calorías	20-25 kcal
Carbohidratos	4 -5 g
Fibra dietética	2 – 3 g
Proteínas	1 – 2 g
Grasas	0,1 – 0,3 g
Vitaminas	C: 30 – 50 mg
	K: 70 – 100 mg
	Calcio: 40 – 50 mg
Minerales	Hierro: 0,1 – 0,8 mg
	Potasio: 150 – 270 mg

Fuente: (Makinde et al., 2023)

1.1.4 Plátano no comercial (*Musa acuminata*)

El plátano no comercial reúne frutas que no cumplen con los requisitos de exportación en cuanto a tamaño, forma o defectos superficiales, pero conservan su valor nutricional (Dom et al., 2021). Así, tanto la pulpa como la piel son ricas en fibra dietética, polifenoles y almidón resistente, que puede contener entre el 30 % y el 50 % de la fibra total, con predominio de fibras insolubles, las cuales incrementan la viscosidad de los yogures y, de la misma forma, contribuyen a mejorar la estabilidad sin necesidad de hidrocoloides artificiales (Mahomud et al., 2024).

El plátano y sus subproductos, particularmente la pulpa y la cáscara, contienen cantidades significativas de fibra dietética, almidón resistente y compuestos fenólicos, que pueden ejercer efectos antioxidantes y prebióticos, favoreciendo el crecimiento de microorganismos benéficos y mejorando su funcionalidad (Nitisuk et al., 2025). Por ello, estas características permiten su aplicación como ingrediente de alto valor nutricional en alimentos procesados, contribuyendo a mejorar la estabilidad del producto y a favorecer la valorización de residuos agroindustriales derivados del procesamiento del plátano. El plátano en estado verde es una fuente importante de almidón resistente, el cual presenta beneficios nutricionales y tecnológicos debido a que el almidón que tiene este, actúa como fibra dietética el cual contribuye a la salud intestinal y al control glucémico (Włodarczyk & Śliżewska, 2021), se menciona también que debido a los compuestos bioactivos que contiene puede mejorar la calidad funcional de los alimentos y de igual manera que la col, puede ser materia prima para la obtención de harina, generando menos residuos, transformando descartes en ingredientes con mejor valor nutricional (Mahomud et al., 2024).

1.1.5 Efecto de la adición de compuestos no convencionales en el yogur

La adición de fibra vegetal a matrices lácteas fermentables puede favorecer la viabilidad de las bacterias probióticas al servir como sustrato fermentable para las bacterias ácido-lácticas (Dimitrellou et al., 2025). Así, algunos polisacáridos no digeribles funcionan como compuestos prebióticos capaces de estimular su actividad metabólica durante el almacenamiento refrigerado. Esta fibra soluble facilita la producción de ácidos orgánicos y compuestos benéficos, mientras que la insoluble genera una matriz más estable que protege a los microorganismos frente a las fluctuaciones ambientales (Ahmed et al., 2023).

En la producción de yogures desnatados, donde la estructura es más frágil, la fibra puede actuar como soporte físico para los cultivos, la cual reduce el deterioro de la red proteica y aumenta la densidad del gel, generando un yogur más uniforme, con menor sinéresis y mejor calidad sensorial, permitiendo el desarrollo de productos simbióticos con mayor impacto en la salud intestinal, lo que resulta en que las fibras de col y cáscara de plátano son alternativas viables para mejorar no solo la textura del yogur, sino también su funcionalidad digestiva (Mahomud et al., 2024).

El yogur al que se le adicionan fibras es un claro ejemplo de alimento simbiótico, ya que combina probióticos y prebióticos. Los probióticos son microorganismos vivos como bacterias ácido-lácticas las cuales aportan beneficios a la salud para equilibrar la microbiota intestinal, mientras que los prebióticos son compuestos no digeribles las cuales sirven como sustrato para el crecimiento de las bacterias, de esta manera se señala que su interacción favorece la actividad metabólica y su viabilidad en cultivos durante su almacenamiento, esta interacciones es clave en la fermentación debido a que influye en la producción de ácido láctico, textura y estabilidad (Ahmed et al., 2023).

1.1.6 Valorización de subproductos vegetales

La valorización de subproductos agroindustriales es una estrategia clave en la economía circular orientada a reducir el desperdicio, que globalmente supera el 30 % de la producción vegetal, mediante la producción de ingredientes con valor nutricional, los residuos de crucíferas son una fuente rica en fibra, antioxidantes y micronutrientes, con alto potencial para la formulación de alimentos funcionales, y por otro lado, la industria del plátano genera toneladas de desechos, especialmente en países tropicales, debido a criterios estéticos de comercialización (FAO, 2022). Es así como, al transformar estos residuos en harinas, se permite disminuir los costos de disposición y, de igual manera, generar nuevos productos de valor agregado (Khaled et al., 2025).

Los ingredientes con valor agregado, es decir, productos resultantes de la transformación de residuos agroindustriales, pueden incorporarse a distintas matrices alimentarias, mejorando así sus propiedades antioxidantes y nutricionales. Asimismo, en la industria láctea se enriquece el yogur, mejorando su contenido de fibra y de compuestos bioactivos, lo que permite innovar en el desarrollo de nuevos productos y reducir el impacto ambiental (Taha et al., 2024).

1.1.7 Sostenibilidad en la industria alimentaria

La sostenibilidad en la industria alimentaria es un tema de creciente importancia debido al impacto ambiental generado por la producción y el desperdicio de alimentos, así, se estima que una gran proporción de estos residuos es desaprovechada, lo cual contribuye a la contaminación y pérdida de recursos, por ello la reutilización de los mismo es una estrategia focal para reducir el impacto ambiental y de esa manera promover sistemas de producción que tengan una finalidad mucho más sostenible, con tendencias a enfocarse en el desarrollo de alimentos funcionales en base a ingredientes naturales como modelo de economía circular (Wajs et al., 2023).

El integrar harinas de col y de plátano no comercial en la formulación de yogur desnatado responde simultáneamente a 3 necesidades con una convergencia tecnológica, nutricional y ambiental, la cual sustenta la relevancia científica y social de investigar esta materia prima en matrices lácteas fermentadas:

1. Mejorar la calidad tecnológica del producto.
2. Elevar su aporte nutricional.
3. Avanzar hacia una producción sostenible con menos desperdicios.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de harina de col (*Brassica oleracea var. capitata*) y harina de plátano no comercial (*Musa acuminata*) en el desarrollo de un yogur desnatado.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un yogur desnatado mediante el uso de harina de col (*Brassica oleracea var. capitata*) y harina de plátano no comercial (*Musa acuminata*).
- Determinar la composición proximal, las propiedades fisicoquímicas y la textura de ambas harinas presentes en el producto desarrollado.
- Establecer la calidad sensorial del yogur desnatado mediante el uso de harina de col y harina de plátano no comercial.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Obtención de harinas

Para obtener las harinas, se utilizó la metodología descrita por Salazar et al. (2021). El plátano verde no comercial (*Musa acuminata*), aquel descartado en centros de acopio y fincas por no cumplir criterios estéticos, de madurez o de tamaño para la exportación, recolectado en zonas productoras del litoral ecuatoriano, donde se generan altos volúmenes de plátano de descarte durante la cosecha.

En el caso de la col, los residuos agroindustriales, incluidos hojas externas, tallos y porciones no comercializables de *Brassica oleracea* var. *capitata*, fueron obtenidos en el mercado mayorista y en centros de acopio de productos hortícolas de la provincia de Tungurahua, particularmente en el cantón Ambato, donde se concentra una producción significativa de hortalizas.

Las dos materias primas fueron seleccionados manualmente y se sometieron a un proceso de lavado con agua, acompañado con un cepillado suave para remover tierra, impurezas y restos orgánicos adheridos. En el caso del plátano verde, se utilizó la pulpa y piel. Para la col, se aprovecharon los tallos centrales y las hojas externas intactas.

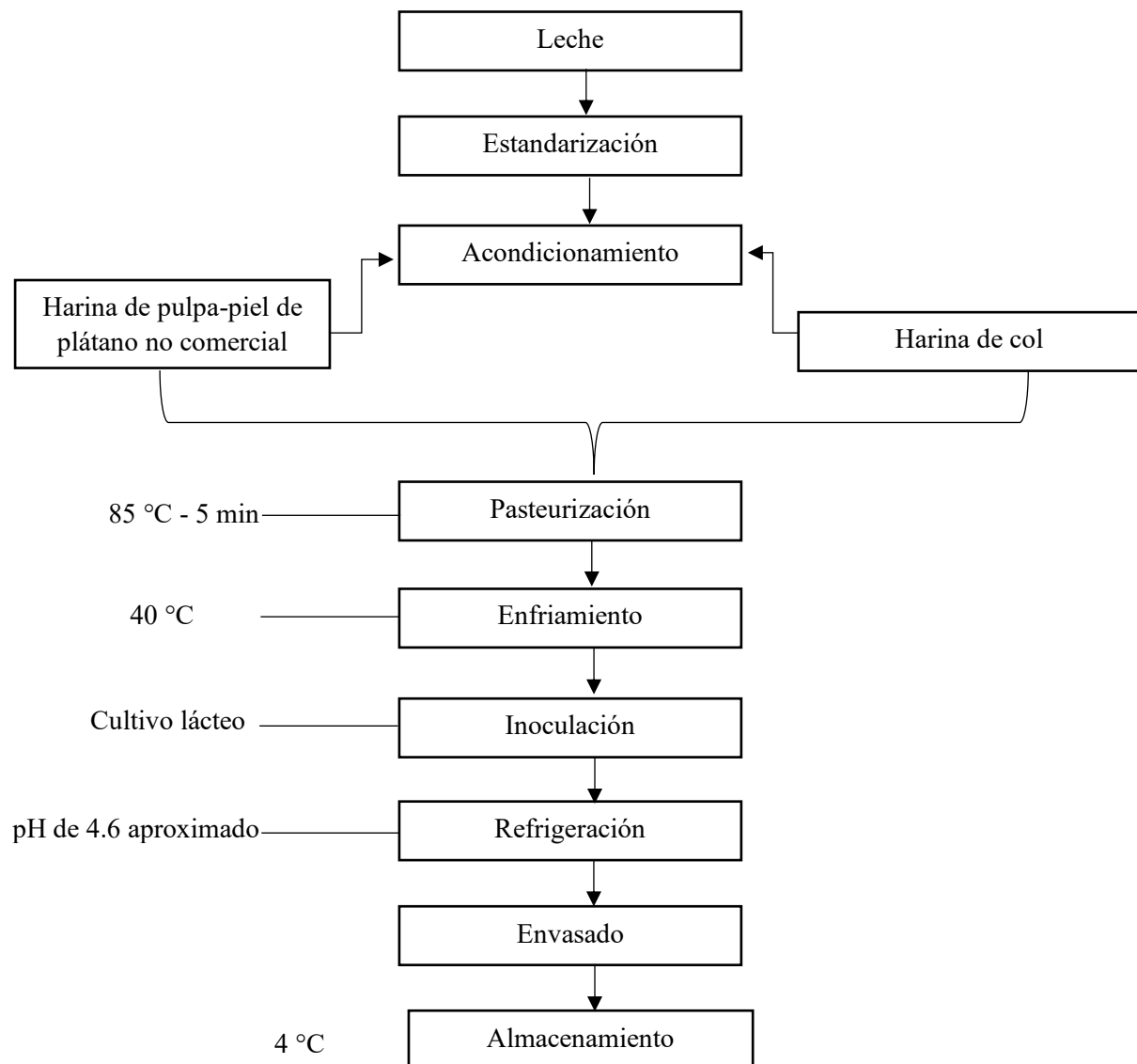
Una vez higienizados, se realizaron cortes de aproximadamente 3 mm; se colocó en bandejas y se secó a 60 °C durante 8 horas en un horno secador convectivo (Gander MTN, Saint Paul, MN, EE. UU.). Finalmente, las rodajas secas fueron molidas en un molinillo (Daewoo, Corea del Sur). Las harinas obtenidas se tamizaron para homogeneizar el tamaño de partícula y, posteriormente, se empacaron en bolsas herméticas de polietileno de grado alimenticio, resguardadas en un ambiente seco y oscuro, a temperatura ambiente, conforme a las especificaciones del Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 616, 2006).

2.2 Elaboración de Yogur desnatado

La preparación del yogur desnatado se llevó a cabo siguiendo los procesos empleados en investigaciones recientes sobre formulaciones bajas en grasa enriquecidas con ingredientes vegetales, para ello, como primer punto la leche fue estandarizada hasta que se obtuvo un contenido cercano a 2 % de materia grasa, en la cual se aseguró la uniformidad en la base láctea, se incorporaron las harinas de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y pulpa-piel de plátano no comercial (*Musa acuminata*) en dos concentraciones diferentes, en donde el porcentaje de harinas para su incorporación fue del 1 %, para esto, la primera fue con relación 50 % de harina de col y 50 % de harina de pulpa-piel de plátano, mientras que en la segunda relación se incorporó 75 % de harina de pulpa-piel de plátano y 25 % de harina de col, en este punto para la integración de la pulpa-piel de plátano en ambos tratamientos se tomaron de la siguiente manera: en el tratamiento 1 se utilizó el 1 % de piel, el cual fue 1,3 gramos de

piel y su restante de pulpa con 13 gramos de col, mientras que en el tratamiento 2 se incorporó 1,45 gramos de piel y su restante de pulpa de igual manera con 6,5 gramos de harina de col, así procurando la correcta dispersión mediante agitación continua, posteriormente, la mezcla fue sometida a una pasteurización a 85°C durante 5 minutos para reducir la carga microbiana inicial y así, mejorar la estabilidad estructural del gel, luego de ello, la mezcla fue enfriada hasta aproximadamente 40°C, temperatura óptima para la adición del cultivo iniciador (YO-MIX), el cual se incorporaron en base a 3 litros de leche para cada tratamiento experimental. La fermentación se llevó a cabo en incubación controlada entre 38 y 42°C durante un periodo aproximado de 4 a 5 horas, hasta alcanzar un pH cercano a 4,6 y una vez alcanzado el valor, la fermentación fue detenida mediante un enfriamiento rápido hasta 4°C, preservando la estructura del coágulo y posteriormente fue almacenado bajo refrigeración por 24 horas para permitir la estabilización del gel, finalmente se realizó una agitación suave durante un minuto con el objetivo de obtener una textura uniforme que es característica del yogur batido (Taha et al., 2024).

2.2.1 Diagrama de flujo de la elaboración del yogur desnatado a base de harina de col y pulpa-piel de plátano no comercial



2.3 Composición proximal

La evaluación del yogur desnatado desarrollado con harina de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y pulpa-piel de plátano no comercial (*Musa acuminata*) incluyó el análisis de la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y textura para así conseguir la determinación de la calidad nutricional, funcional y tecnológica del producto, de igual manera el efecto de los ingredientes vegetales en la matriz láctea, estos parámetros se midieron siguiendo los métodos estandarizado de la AOAC y procedimientos que fueron reportados en estudios recientes sobre yogures enriquecidos con aditivos vegetales.

2.3.1 Humedad

Se cuantificó mediante secado en estufa a 120 °C durante 3 horas, hasta obtener un peso constante, siguiendo el método AOAC 925.10. Este análisis permitió estimar el contenido de agua residual y su relación con la estabilidad del producto (AOAC, 1995b) como se puede observar en la ecuación 1.

$$\%ST = \frac{w_2 - w_0}{w_1 - w_0} * 100$$
$$\%Humedad = 100 - \%ST$$

Donde:

(Ecuación 1)

ST = Contenido de sólidos totales

w₀ = Peso de la cápsula vacía

w₁ = Peso de la cápsula con muestra antes de la estufa

w₂ = Peso de la cápsula con muestra después de la estufa

2.3.2 Grasa

La extracción de grasa se realizó siguiendo lo que establece los métodos oficiales de la AOAC 2003.06 por el método gravimétrico, ejecutado por el laboratorio acreditado LACONAL, para lo cual se tomó una cantidad representativa de la muestra de yogur desnatado, aproximadamente entre 2 y 5 g, previamente homogenizada, la cual fue sometida a un proceso de extracción de la fracción lipídica utilizando un solvente orgánico, de la cual se obtuvo un extracto el cual se llevó a evaporación para eliminar el solvente y recuperar la grasa. El residuo lipídico final fue cuantificado por diferencia de peso, mediante pesaje gravimétrico en balanza analítica, expresando el resultado como porcentaje en base húmeda. Este método permitió determinar con precisión el contenido total de grasa en productos lácteos. El porcentaje de grasa en base húmeda se determinó mediante la ecuación 2.

$$\%Grasa = \frac{\text{masa de grasa extraída}}{\text{masa de muestra}} * 100$$

(Ecuación 2)

2.3.3 Proteína

Para conocer el contenido de proteína, se siguió lo indicado en la norma AOAC 2001.11, en la que se utilizó el método Kjeldahl. Se pesaron 2,2 gramos de muestra y se colocaron en un matraz Kjeldahl. Posterior a ello se añadieron 15 gramos de mezcla catalizadora el cual contenía sulfato de cobre y potasio, junto a ello se añadió 25 ml de ácido sulfúrico concentrado y se agitó todo para luego calentarlo hasta que la mezcla tomó un color azul pálido, luego de ello se dejó enfriar. Para la destilación y titulación se empleó NaOH al 2 % y rojo de metileno hasta alcanzar un tono tenue; finalmente, la ecuación 3 permitió calcular el contenido de nitrógeno y proteína.

$$\%P = (1,40)(6.25) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m(100 - \%H)}$$

Donde:

(Ecuación 3)

N_1 = Normalidad de la solución de H_2SO_4

N_2 = Normalidad de la solución de NaOH

V_1 = Volumen de H_2SO_4 utilizado

V_2 = Volumen de NaOH empleado en la titulación

V_3 = Volumen de H_2SO_4 empleado para recoger el destilado blanco

V_4 = Volumen de NaOH empleado para recoger el destilado blanco

m = Masa de la muestra

$\%H$ = Porcentaje de humedad

2.3.4 Cenizas

Se determinó mediante calcinación a 500 °C durante 3 h, según la AOAC 923.03, con el fin de estimar el aporte mineral del producto (AOAC, 1995a).

2.3.5 Fibra

Se cuantificó siguiendo el método enzimático-gravimétrico según la AOAC 985.29, para evaluar el aporte de las harinas de col y plátano, los cuales incrementaron el contenido de fibra total del yogur, para ello se pesaron 3g de muestra y se les añadió 100 ml de ácido sulfúrico en ebullición durante 30 minutos, luego de filtrar y lavar con agua destilada caliente, se trató con 100 ml de NaOH hirviendo por otros 30 min, posteriormente se filtró y lavo con agua destilada y luego con 25 ml de HCl. La fibra que se obtuvo se pasó a un crisol, se lavó con alcohol al 95 % por duplicado, con 15 ml cada una, y se secó en una estufa a 100°C durante 12 horas. Se enfrió en un desecador y se pesó. Finalmente, se incineró en una mufla a 550°C por 20 minutos, se dejó enfriar y se pesó, el cálculo se realizó con la ecuación 4 (AOAC, 1995d).

$$\%Fibra\ cruda = \frac{(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)}{m} * 100$$

(Ecuación 4)

Donde:

m = Peso de la muestra original

m₁ = Peso del crisol conteniendo asbestos y fibra seca

m₂ = Peso del crisol después de ser incinerado

m₃ = Peso del crisol en blanco

m₄ = Peso del crisol con el residuo calcinado

2.3.6 Valor energético

El valor energético se calculó aplicando los factores de Atwater que consistió en:

- 4 Kcal/g para proteína
- 4 Kcal/g para carbohidratos
- 9 Kcal/g para grasa

2.4 Propiedades fisicoquímicas

La evaluación fisicoquímica permitió determinar la estabilidad y el comportamiento tecnológico del yogur desnatado elaborado con harinas de col y de pulpa-piel de plátano. Los parámetros seleccionados resultaron fundamentales para caracterizar productos fermentados bajos en grasa.

2.4.1 pH y Acidez titulable

El pH se midió con un potenciómetro digital, previamente calibrado con soluciones patrón (HANNA HI 9126, Rhode Island, RI, EE.UU.). Por otro lado, la acidez titulable se determinó mediante titulación con NaOH 0,1 N, la cual se expresó como porcentaje de ácido láctico, siguiendo el método AOAC 947.05, estos parámetros reflejaron la actividad fermentativa y la estabilidad microbiológica del yogur (AOAC, 1995c)

$$\text{Acidez titulable} = 0,090 \frac{V \times N \times 0,090}{m} \times 100$$

Donde:

(Ecuación 5)

V = Volumen del NaOH

N = Normalidad del NaOH

m = Peso de la muestra

Coefficiente láctico = 0,090

2.4.2 Consistencia

La consistencia de las muestras se evaluó mediante un consistómetro de Bostwick. Para ello, el consistómetro se colocó sobre una superficie plana y firme y se ajustó su nivel hasta que la burbuja del

nivel se centrara en la circunferencia designada. Una vez nivelado el equipo, se cerró la compuerta y se aseguró el mecanismo de descarga. Se añadió una cantidad suficiente de muestra al depósito correspondiente. Finalmente, se liberó la compuerta al presionar el gatillo y, con la ayuda de un cronómetro, se midió la distancia que recorre el fluido durante 10 segundos, siguiendo el procedimiento descrito por (Guénard-Lampron et al., 2019).

2.4.3 Color

Los parámetros triestímulo de color CIE Lab, L* (luminosidad), a*(rojo/verde), b*(amarillo/azul), se determinaron con un colorímetro Lovibond calibrado con un iluminador D65 (luz natural) y un observador estándar D10 (Wang et al., 2025).

2.4.4 Actividad de agua (aw)

Se determinó mediante un medidor de actividad acuosa Aqualab 4TE, empleando el método de punto de rocío, que consiste en enfriar una superficie hasta que se forma condensación. Se siguieron las recomendaciones de la norma internacional ISO 18787 (2017), para garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones.

2.5 Calidad sensorial

La evaluación sensorial del yogur desnatado se realizó con un panel de 15 participantes voluntarios. Se empleó una escala hedónica de 3 puntos, donde 1 corresponde a “me disgusta”, 2 a “ni me gusta ni me disgusta” y 3 a “me gusta mucho”, con el fin de valorar atributos como el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. Las muestras fueron servidas en condiciones controladas y codificadas con números aleatorios para minimizar sesgos de percepción. El borrador fue agua para eliminar los sabores residuales de los distintos tratamientos y, de esa manera, identificar el efecto de la incorporación de harinas vegetales sobre la aceptabilidad del producto. Posteriormente, se seleccionó la formulación con mayor preferencia del consumidor (Stone et al., 2020).

2.6 Análisis estadístico y Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar (DCA), en el que se evaluaron diferentes niveles de incorporación de harinas. Se analizaron las diferencias entre tratamientos mediante un análisis de varianza (ANOVA) y, una vez detectadas las diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p < 0,05$) para determinar las diferencias entre medias. El software estadístico utilizado fue InfoStat, versión estudiantil. Este tipo de análisis es ampliamente utilizado en estudios de productos lácteos fermentados, ya que permite evaluar de manera confiable el efecto de los tratamientos sobre variables fisicoquímicas y sensoriales (Granato et al., 2017)

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis preliminares

Para el desarrollo del yogur desnatado se emplearon harinas obtenidas de las hojas de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y de pulpa-piel de plátano no comercial (*Musa acuminata*), los cuales fueron seleccionadas debido al aporte que tiene con relación a la fibra y distintos compuestos nutricionales, que los cuales mejoraron la consistencia, retención de agua y la estabilidad del gel lácteo durante la fermentación, es así como la incorporación de harinas vegetales en yogures desnatados mejoraron los parámetros como viscosidad, sinéresis y su firmeza, lo cual permitió que, de manera tecnológica, se consiga obtener un producto mucho más estable y con mejor valor nutricional (Mahomud et al., 2024)

El uso de ingredientes de origen vegetal, especialmente aquellos derivados de subproductos agroindustriales, ha cobrado relevancia en el desarrollo de productos lácteos por su capacidad para mejorar tanto el perfil nutricional como las propiedades fisicoquímicas, lo que podría incrementar la aceptabilidad sensorial del producto final (Mahomud et al., 2024). En el caso del yogur desnatado, la adición de ingredientes vegetales constituye una estrategia tecnológica clave para compensar la reducción del contenido graso, que suele afectar negativamente la consistencia del producto. En el trabajo de investigación se realizaron 3 formulaciones de yogur desnatado (Tabla 2). Un tratamiento de control sin adición de harinas y dos tratamientos con diferentes proporciones de harina de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y de harina de pulpa-piel de plátano (*Musa acuminata*).

Tabla 2. Formulaciones de yogur desnatado con la inclusión de harinas de col y de pulpa-piel de plátano.

Ingredientes	Tratamientos		
	Control	T1	T2
Leche entera	2,6 L	2,6 L	2,6 L
Inóculo	0,088 g	0,088 g	0,088 g
Harina de col	-	13 g	6,5 g
Harina de pulpa-piel de plátano	-	13 g	19,5 g

Control (yogur natural), T1 (50 % harina de col y 50 % harina de pulpa-piel de plátano no comercial) y T2 (25 % harina de col y 75 % harina de pulpa piel de plátano).

3.2 Composición proximal

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la composición proximal del yogur desnatado. El contenido de humedad presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), el tratamiento Control mostró el valor más alto, seguido del Tratamiento 2 y, finalmente, del Tratamiento 1. La reducción del contenido de humedad en los tratamientos con incorporación de harinas vegetales puede explicarse por la capacidad de la fibra dietética para retener agua en la matriz del yogur, lo que disminuye la fracción de

agua libre (Kalibekkyzy et al., 2026). En este sentido, estudios recientes han demostrado que la adición de fibra vegetal mejora significativamente la capacidad de retención de agua y la estabilidad del gel del yogur, lo que provoca una redistribución del agua en la red proteica (Zhang et al., 2024). De la misma manera, se ha reportado que la fibra insoluble modificada incrementa la hidratación y la cohesión del sistema, lo que puede evitar la separación de fases y favorecer estructuras más compactas (Song et al., 2024). Por ello, los resultados mostrados concuerdan con lo observado en T1 y T2, donde la presencia de fibra de col y de plátano contribuyó a modificar la estructura en torno a las fases del sistema lácteo.

Con relación a la proteína, el contenido de las muestras se mantuvo relativamente similar entre tratamientos, lo cual indica que la adición de harinas vegetales en las proporciones utilizadas no generó un impacto significativo, lo cual es coherente debido a que estudios recientes señalan contenidos proteicos entre 3.10 % y 3.45 % en yogures bajos en grasa enriquecidos con fibras vegetales lo cual atribuye a la estabilidad proteica, en donde menciona también que la proteína del yogur proviene principalmente de la leche y que, sustituciones parciales y las adiciones de vegetales en bajas concentraciones no alteran de forma significativa el contenido proteico total (Silva et al., 2024). Por lo tanto, las ligeras variaciones observadas pueden atribuirse a efectos de dilución o a aspectos inherentes al análisis, lo que no implica cambios estructurales relevantes en la matriz proteica.

En el contenido de grasa se observan diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, es importante notar que los procesos de desnatado desestabilizan la matriz láctea, que debe homogeneizarse para lograr una distribución homogénea del glóbulo graso. Este proceso no se realizó, y probablemente las diferencias encontradas podrían atribuirse a este comportamiento. Este comportamiento es consistente con investigaciones actuales que muestran que la reducción de la grasa en el yogur puede afectar la estructura y la estabilidad del gel, debido a la pérdida de su agente estructural y lubricante (Cunha et al., 2024). Sin embargo, se ha demostrado que la incorporación de fibras vegetales puede compensar parcialmente este efecto, lo que mejora la consistencia y reduce la sinéresis al interactuar con la red de caseínas. De esta forma, se entiende que los tratamientos T1 y T2 lograron mantener cierta estabilidad estructural pese a la reducción lipídica.

El contenido de fibra de las muestras mostró un incremento considerable en los tratamientos T1 y T2 lo cual confirma el aporte nutricional de las harinas utilizadas. Este incremento es relevante desde el punto de vista nutricional, ya que la fibra dietética ha sido ampliamente reconocida por sus beneficios fisiológicos y efectos prebióticos, como se ha demostrado en estudios con valores de fibra cercanos a 0.60 % - 0.80 % en yogures adicionados con subproductos de frutas, atribuyéndose así a los residuos vegetales ricos en fibra insoluble y compuestos funcionales (Sıçramaz & Ayar, 2024). En diversas investigaciones se señala que la incorporación de fibra al yogur no solo mejora su valor nutricional, sino que también puede favorecer la actividad microbiana y la funcionalidad del producto. Se reportan valores de fibra que varían entre 0.45 % y 0.92 %, lo que evidencia un incremento respecto al yogur de

control (Saritaş et al., 2024). Además que también el uso de subproductos vegetales ricos en fibra como el residuo de frutas y en el caso del producto realizado, el rechazo de plátano, ha sido propuesto como una estrategia sostenible para el desarrollo de alimentos funcionales (Sıçramaz & Ayar, 2024)

El contenido de carbohidratos, por otro lado, presentó un incremento significativo ($p < 0,05$) en T1 y T2 debido principalmente a la incorporación de harinas vegetales, que aportan almidones, fibra y otros polisacáridos estructurales. De esta manera, se menciona que la adición de ingredientes vegetales ricos en fibra y almidón incrementa el contenido de carbohidratos totales del yogur, además de modificar su microestructura y su comportamiento reológico. En este estudio se evaluó el contenido de carbohidratos y se obtuvieron valores entre 4.69 % y 6.20 %, con un incremento significativo respecto al control debido a la incorporación de almidón y fibra, respectivamente. (Gomes et al., 2023). En este aspecto, los resultados obtenidos son coherentes con la composición de las materias primas empleadas, especialmente con la pulpa de plátano, reconocida por su alto contenido de almidón resistente.

Como otro punto el porcentaje de cenizas no presentó diferencias significativas a pesar de que exista un ligero incremento en ambos tratamientos en los que se integró las harinas vegetales, es así como se desarrolla un yogur a base de plátano, el cual tuvo como resultados de cenizas porcentajes variados entre 0.81 % y 0.93 % en donde se atribuye al mineral de la fibra dietética y el almidón del plátano sin alterar de manera negativa las propiedades fisicoquímicas del producto (Elvinna & Sadek, 2024).

Finalmente, el valor energético mostró diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo el control el más alto, seguido de T1 y T2 con el menor valor, esta reducción se debe a la disminución del contenido de grasa, considerando que este macronutriente aporta mayor energía, aunque los carbohidratos aumentaron en los tratamientos, su contribución energética no compensó la reducción lipídica. Por ello, resultados similares se observaron en estudios que reportaron valores energéticos entre 47 y 56 kcal/100 g, lo que evidencia la sustitución parcial de la grasa por compuestos vegetales, lo que reduce el aporte calórico (Lara Campos et al., 2024). También se menciona que la reformulación de yogures con bajo contenido graso y enriquecidos con fibra permite disminuir el valor calórico total y, al mismo tiempo, mantener su funcionalidad nutricional (Saritaş et al., 2024). Esto posiciona los tratamientos desarrollados como alternativas más saludables en el mercado de productos lácteos funcionales.

Tabla 3. Composición proximal del yogur desnatado

Parámetros	Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Humedad (%)	88.92 ± 0.16 ^a	87.99 ± 0.23 ^b	88.30 ± 0.48 ^{ab}
Proteína (%)	3.27 ± 0.05 ^b	3.23 ± 0.05 ^c	3.30 ± 0.05 ^a
Grasa (%)	2.25 ± 0.05 ^a	1.32 ± 0.05 ^b	0.88 ± 0.05 ^c
Fibra (%)	0.13 ± 0.05 ^c	0.79 ± 0.00 ^a	0.53 ± 0.05 ^b
Carbohidratos (%)	4.69 ± 0.13 ^c	5,87 ± 0.28 ^b	6.20 ± 0.49 ^a
Cenizas (%)	0.74 ± 0.04 ^a	0.80 ± 0.06 ^a	0.79 ± 0.02 ^a
Calorías totales (kcal/100 g)	52.57 ± 0.52 ^a	51.43 ± 1.10 ^a	48.01 ± 1.96 ^b

Resultados basados en la comparación de las medias de las propiedades fisicoquímicas del yogur en el primer día. Los subíndices a, b y c indican diferencias significativas, evaluadas mediante la prueba de Tukey al 95 % de confianza. Control (yogur natural), T1 (50 % harina de col y 50 % harina de pulpa-piel de plátano no comercial) y T2 (25 % harina de col y 75 % harina de pulpa piel de plátano).

3.3 Propiedades fisicoquímicas

En la tabla 4 se presentan los resultados de las propiedades fisicoquímicas de yogur desnatado. El pH presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), disminuyendo del control al T2, lo que indica una mayor actividad fermentativa en los tratamientos con incorporación de harinas vegetales, atribuible al aporte de sustratos fermentables que favorecen el crecimiento de bacterias ácido-lácticas. Estudios recientes señalan que durante la fermentación del yogur, la reducción del pH está directamente relacionada con la producción de ácido láctico, siendo este un indicador clave de la calidad y la estabilidad del producto (Alvarado et al., 2025). De la misma manera, se ha reportado que la adición de ingredientes vegetales puede acelerar este proceso al aportar compuestos fermentables, provenientes de las harinas vegetales, como la fibra dietética, el almidón resistente y los polisacáridos no digeribles, que estimulan la actividad microbiana, lo cual coincide con la disminución observada en T1 y T2 (Rosa et al., 2021).

Los resultados de acidez mostraron un incremento significativo en los tratamientos T1 y T2 en comparación con el control, lo cual se correlaciona con la disminución del pH y se debe a la mayor producción de ácido láctico durante la fermentación, asociada a la disponibilidad de carbohidratos fermentables. Investigaciones recientes muestran que la adición de compuestos ricos en fibra o azúcares complejos puede incrementar la actividad metabólica de las bacterias ácido-lácticas, elevando así la acidez del yogur (L. Campos et al., 2024). Por lo tanto, los resultados obtenidos evidencian que las harinas de col y de pulpa-piel de plátano favorecieron el proceso fermentativo.

En relación con la actividad de agua, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$), con valores similares en todos los casos, lo que indica que la incorporación de harinas vegetales no afectó la disponibilidad de agua libre en el sistema. Este comportamiento es consistente con estudios recientes que muestran valores de 0.991 y 0.995 en yogures enriquecidos con fibra

dietética, y se interpretó que la aw suele mantenerse alta debido a su elevada humedad, incluso cuando se incorporan ingredientes funcionales; por lo tanto, los tratamientos desarrollados mantienen condiciones favorables para la estabilidad fisicoquímica del producto (Saritaş et al., 2024). De igual manera, en yogures bajos en grasa con harinas vegetales integradas se observaron valores de aw de 0.990 y 0.996, lo que indica que los compuestos fibrosos modifican la retención de agua, pero no reducen de manera considerable la disponibilidad de agua libre (Ahmed et al., 2023).

Los parámetros de color L*, a* y b* mostraron diferencias significativas en la luminosidad, donde el T1 presentó el valor más bajo, mientras que el control y el T2 presentaron mayor claridad. Esto indica un oscurecimiento del producto en T1, atribuible a la incorporación de compuestos pigmentados procedentes de las harinas vegetales (Liu et al., 2025). Estudios han demostrado que la adición de ingredientes vegetales reduce la luminosidad del yogur debido a la absorción de luz por pigmentos naturales y compuestos fenólicos (Ik Hwan et al., 2025). Por ello, este efecto es más evidente en concentraciones mayores o específicas, como ocurrió con el T1, cuya integración de harinas fue de 50 % - 50 %. Asimismo, los valores de a* fueron negativos en todos los tratamientos, lo que indica una tendencia hacia tonalidades verdes, lo cual se relaciona especialmente con la col, ya que es la que aporta los pigmentos verdes, y con la piel del plátano, con menor intensidad. De acuerdo con estudios, los valores negativos de a* en yogur indican una mayor presencia de tonalidades verdes, que aumentan con la incorporación de matrices vegetales (Liu et al., 2025). Finalmente, el parámetro b* muestra un incremento significativo desde el control hasta T2, lo que indica un aumento en la tonalidad amarilla y se relaciona con la presencia de compuestos como carotenoides y pigmentos naturales en el plátano y la col. Así, se ha reportado que la incorporación de ingredientes vegetales incrementa los valores de b*, lo que se traduce en una mayor intensidad de color amarillo en el producto, un efecto común en yogures a base de vegetales y que coincide con los resultados obtenidos (Turgut & Diler, 2025).

Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas de yogur

Parámetros		Control	T1	T2
pH		5.24±0.02 ^a	5.09±0.02 ^b	4.98±0.01 ^c
Acidez		0.053±0.001 ^b	0.061±0.001 ^a	0.064±0.001 ^a
Aw		0.994±0.001 ^a	0.993±0.001 ^a	0.992±0.000 ^a
Color	L	79.32±0.40 ^a	74.1±0.47 ^b	78.8±0.95 ^a
	a*	-3.25±0.18 ^b	-1.54±0.40 ^a	-3.51±0.15 ^c
	b*	1.2±0.12 ^c	3.96±0.71 ^b	4.82±0.26 ^a

Resultados basados en la comparación de las medias de las propiedades fisicoquímicas del yogur en el primer día. Los subíndices a, b y c indican diferencias significativas, evaluadas mediante la prueba de Tukey al 95 % de confianza. Control (yogur natural), T1 (50 % harina de col y 50 % harina de pulpa-piel de plátano no comercial) y T2 (25 % harina de col y 75 % harina de pulpa piel de plátano).

3.5 Consistencia

En la tabla 5 se muestra los resultados de distancia de recorrido en un tiempo de 10 segundos, se observaron diferencias significativas entre tratamientos, el tratamiento T1 presentó una menor distancia de flujo lo cual indica mayor consistencia, mientras que el control y T2 mostraron valores superiores sin diferencias entre ellos, siendo este un comportamiento reportado en donde la incorporación de fibras vegetales en yogur mejora significativamente la viscosidad y la estabilidad estructural del gel debido a su capacidad de retener agua y reforzar la red proteica (Akal, 2023). Este es un resultado que evidencia que, la incorporación de harinas vegetales sí modifica la estructura del yogur, pero de forma dependiente de la formulación, como en el caso de T1 que tuvo mayor consistencia atribuida a la combinación equilibrada de fibra soluble e insoluble favoreciendo a una red más estructurada capaz de retener agua y limitar su flujo, por el hecho de incorporar de forma equilibrada la harina de col y la harina de pulpa-piel de plátano. Así se ha demostrado que la adición de ingredientes ricos en fibra y almidón incrementa la viscosidad y la consistencia del yogur al mejorar la capacidad de retención de agua y, al mismo tiempo, fortalecer la red gelificada (Ualema et al., 2024).

Por otro lado, la presencia de almidón resistente procedente de la pulpa del plátano contribuye a la formación de estructuras más densas, actuando como agente espesante natural y modificando el comportamiento reológico del sistema (Vicent, 2024). Así, el comportamiento similar entre el control y T2 sugiere que, a pesar de que T2 contiene una mayor proporción de pulpa de plátano, su efecto estructural no fue suficiente para generar diferencias en este tiempo de medición, lo cual se debió a una menor interacción sinérgica con la fibra de col. Por el contrario, a pesar de que el T2 contiene una mayor proporción de pulpa de plátano, su comportamiento más fluido sugiere que el aumento de este componente no necesariamente se traduce a una mayor consistencia, por lo cual se puede explicar que el exceso de compuestos solubles y la menor proporción de fibra estructural pueden limitar la formación de una red tridimensional estable, favoreciendo la sinéresis del sistema, entendida como la expulsión del suero debido al debilitamiento de la red de caseína, y reduciendo la resistencia al flujo, señalando en investigaciones que el almidón, si bien actúa como agente espesante, requiere de una adecuada interacción con proteínas y distintos hidrocoloides para generar un efecto estructural significativo en productos lácteos fermentados (Pamalka et al., 2026).

Tabla 5. Distancia recorrida por las muestras en el consistómetro de Bostwick en 10 segundos.

Parámetros	Control (0)	T1 (11)	T2 (22)
Distancia (cm)	24±0.00 ^a	20.70±0.17 ^b	24±0.00 ^a
Tiempo (s)	10	10	10

Nota: Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n = 3). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey (p < 0,05).

3.6 Calidad sensorial del yogur desnatado

Los resultados del análisis sensorial evidenciaron que la incorporación de harinas vegetales influyó de manera significativa en la apariencia (Figura 1) y la aceptabilidad (Figura 6) del yogur desnatado ($p < 0,05$), mientras que atributos como color, olor, viscosidad y sabor de las figuras no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos lo cual sugiere que la modificación de la formulación tuvo un impacto selectivo sobre ciertos atributos perceptibles por el consumidor.

La variación observada en la apariencia puede atribuirse a la naturaleza de las harinas vegetales utilizadas, las cuales pueden modificar la uniformidad, tonalidad y textura superficial del yogur. En particular, la materia prima derivada de subproductos vegetales, como la piel de plátano, contiene compuestos fenólicos y fibra que pueden afectar visualmente el producto final e influir en la percepción del consumidor. La apariencia, al ser uno de los primeros criterios de evaluación, juega un papel determinante en la percepción global del producto. Así, diversos estudios han señalado que cambios en la composición de alimentos funcionales, especialmente aquellos enriquecidos con ingredientes vegetales, pueden alterar características visuales como la uniformidad, la coloración y la textura superficial, lo que influye directamente en la preferencia del consumidor (Khan et al., 2025).

En contraste, la ausencia de diferencias significativas como lo es en el sabor, olor y viscosidad que se muestran en las figuras 3, 4 y 5 indica que la adición de las harinas no afectó de manera perceptible las propiedades organolépticas principales del yogur, lo cual es un comportamiento consistente con investigaciones relacionados a productos lácteos funcionales, en los cuales, se han demostrado que la incorporación de materia prima ricos en fibra o compuestos bioactivos puede mantenerse dentro de niveles que no comprometen la aceptabilidad sensorial (García-Burgos et al., 2020).

Por otra parte, la aceptabilidad global (Figura 6) reflejó diferencias significativas entre tratamientos, destacando una mayor preferencia por el tratamiento T2 y el control. Este resultado sugiere que ciertas proporciones de incorporación permiten mejorar o mantener la aceptación del producto, lo cual es fundamental en el desarrollo de alimentos funcionales. En este contexto, se ha reportado que la aceptación del consumidor en yogures funcionales está fuertemente influenciada por los cambios en atributos sensoriales como el sabor, textura y aroma, los cuales pueden verse afectados por la incorporación de ingredientes bioactivos, en este sentido es recomendable lograr un equilibrio entre la funcionalidad y la calidad sensorial para garantizar el éxito del producto (Cardoso et al., 2026).

Los resultados muestran que es posible desarrollar un yogur mediante la incorporación de harinas vegetales sin afectar negativamente la mayoría de sus atributos sensoriales, manteniendo una aceptabilidad adecuada y aportando valor agregado desde el punto de vista funcional.

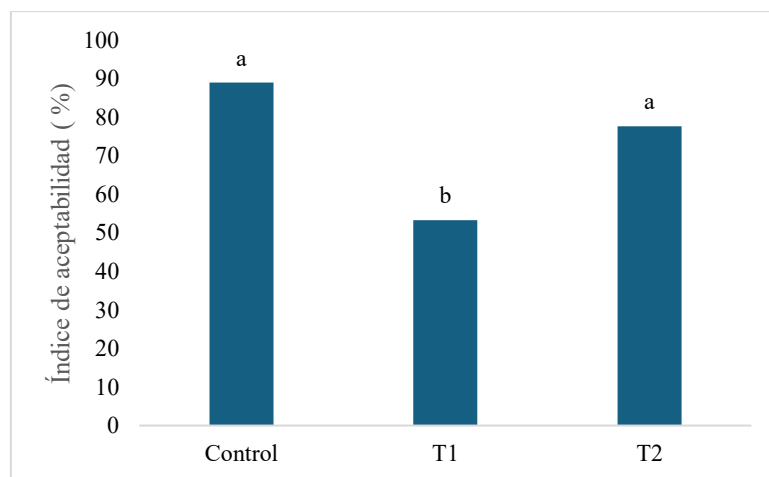


Figura 1. Evaluación sensorial de la apariencia del yogur en el Control, T1 y T2.

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

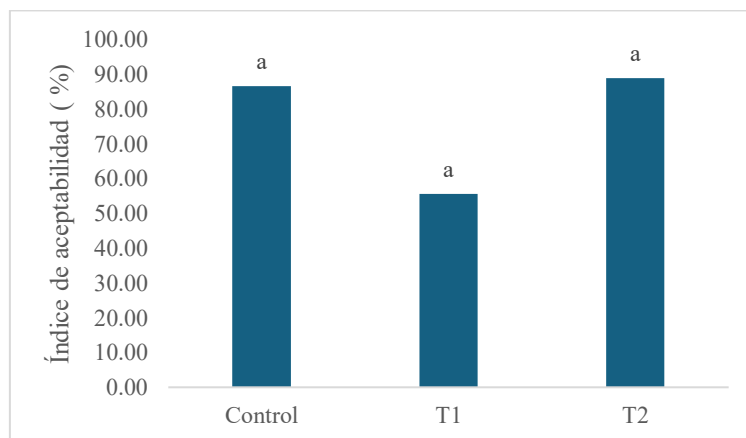


Figura 2. Evaluación sensorial del color del yogur en el Control, T1 y T2.

Nota: No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

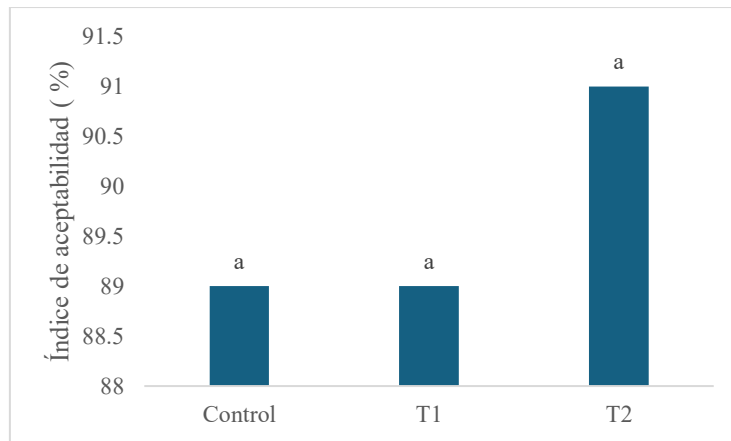


Figura 3. Evaluación sensorial del olor del yogur en el Control, T1 y T2.

Nota: No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

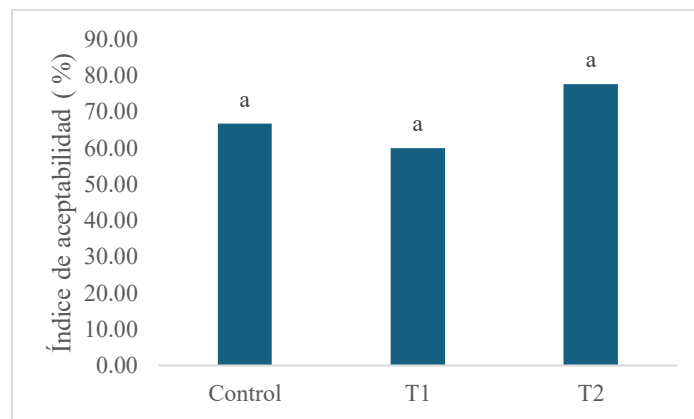


Figura 4. Evaluación sensorial de la viscosidad del yogur en el Control, T1 y T2.

Nota: No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

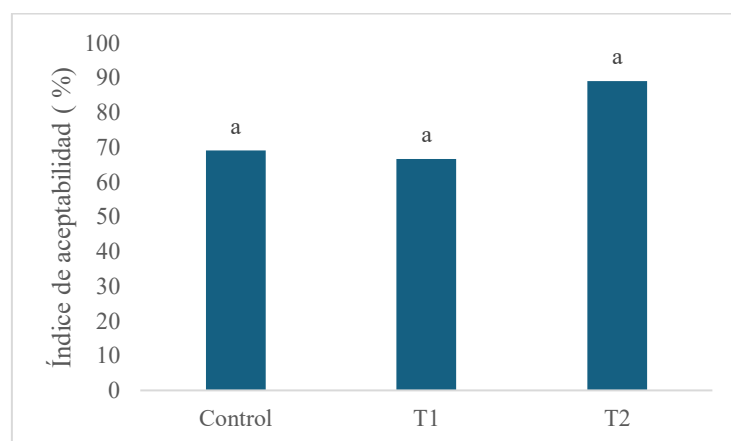


Figura 5. Evaluación sensorial del sabor del yogur en el Control, T1 y T2.

Nota: No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

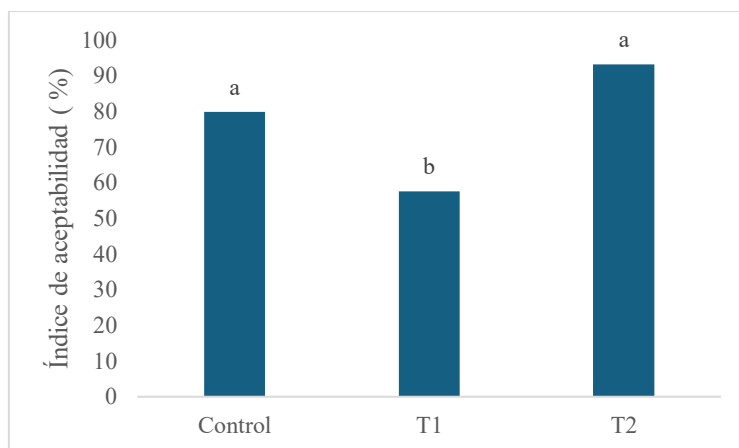


Figura 6. Evaluación sensorial de la aceptabilidad del yogur en el Control, T1 y T2.

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

3.7 Estabilidad del yogur desnatado durante el almacenamiento

3.7.1 pH y Acidez

Durante los 21 días de almacenamiento en refrigeración, el pH de los 3 tratamientos presentó una disminución progresiva, observándose valores iniciales más altos en el control y una reducción más marcada en el tratamiento T2 al final del periodo. Este comportamiento, representado en la figura 7, se debe a la evidencia de post-acidificación, una característica principal del yogur. Este proceso consiste en que las bacterias ácido-lácticas continúan metabolizando la lactosa residual, generando ácido láctico y disminuyendo el pH del producto (Barukčić Jurina et al., 2022). Esto fue una tendencia tanto en los tratamientos como a lo largo del tiempo, lo cual confirma que la incorporación de harinas vegetales influyó en la dinámica fermentativa del sistema, coincidiendo con lo reportado por diversos estudios recientes, en los que, en 21 días de almacenamiento refrigerado, el pH disminuyó de 4.60 a 4.20, debido a la actividad metabólica residual de los cultivos iniciadores (Ramos et al., 2023).

El tratamiento T2 mostró valores de pH más bajos durante todo el periodo de estudio, lo que sugiere una mayor formación de compuestos ácidos, un efecto que puede relacionarse con la composición de las harinas incorporadas. En particular, con la presencia de fibra dietaria junto a compuestos fermentables, que podrían favorecer la actividad de las bacterias lácticas o incluso modificar la capacidad tampón de la matriz láctea; de esta forma, se mencionan en estudios datos de 4.20 y 4.50, señalando la integración de fibra y, en sí, de los compuestos fermentables (Ahmed et al., 2023). Y, de igual manera, sobre yogures enriquecidos con productos vegetales y harinas funcionales, que han reportado comportamientos similares, con valores de pH de 4.18 – 4.42 durante su almacenamiento y una acidificación más pronunciada, en los cuales la adición de ingredientes ricos en fibra o compuestos bioactivos acelera la acidificación (Muñoz-Tebar et al., 2024).

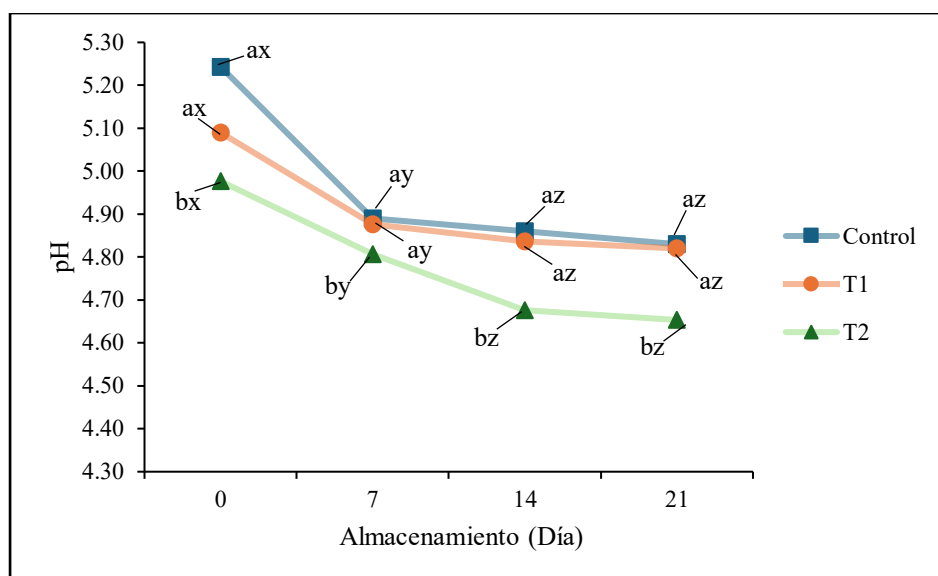


Figura 7. Evolución del pH de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.

Las letras a y b indican diferencias significativas entre tratamientos en un mismo día, mientras que las letras x, y, z indican diferencias significativas en el tiempo para cada tratamiento. Los valores corresponden a la media de tres repeticiones.

Por otro lado, la acidez titulable (Figura 8) mostró un incremento gradual durante el almacenamiento, expresado como porcentaje de ácido láctico, y presentó diferencias significativas entre tratamientos y días de evaluación ($p < 0,05$). Este aumento fue inverso a la disminución del pH, lo cual es completamente esperable, ya que ambos parámetros describen el mismo fenómeno de fermentación residual. Por ello, T2 presentó mayor acidez al día 21, seguido por T1, mientras que el control mantuvo los valores más bajos, es así como en un estudio de la fermentación del yogur, se muestran datos de acidez que varían entre 0.9 - 0.12, en donde la acidez aumenta de manera constante debido a la continuidad del metabolismo bacteriano, incluso aun cuando la temperatura reduce la velocidad de crecimiento microbiano (Yang et al., 2023).

De manera conjunta, en investigaciones se ha señalado un incremento de la acidez que varió entre 0.8 y 0.11 durante la refrigeración por un tiempo de 21 días, lo cual está estrechamente relacionado con la persistencia enzimática de cultivos como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* (Muñoz-Tebar et al., 2024). En donde se conoce que son los responsables de transformar la lactosa en ácido láctico después del proceso de fermentación principal, siendo un fenómeno ampliamente documentado en el que la presencia de compuestos sólidos adicionales puede incluso intensificar la post-acidificación (Ramos et al., 2023).

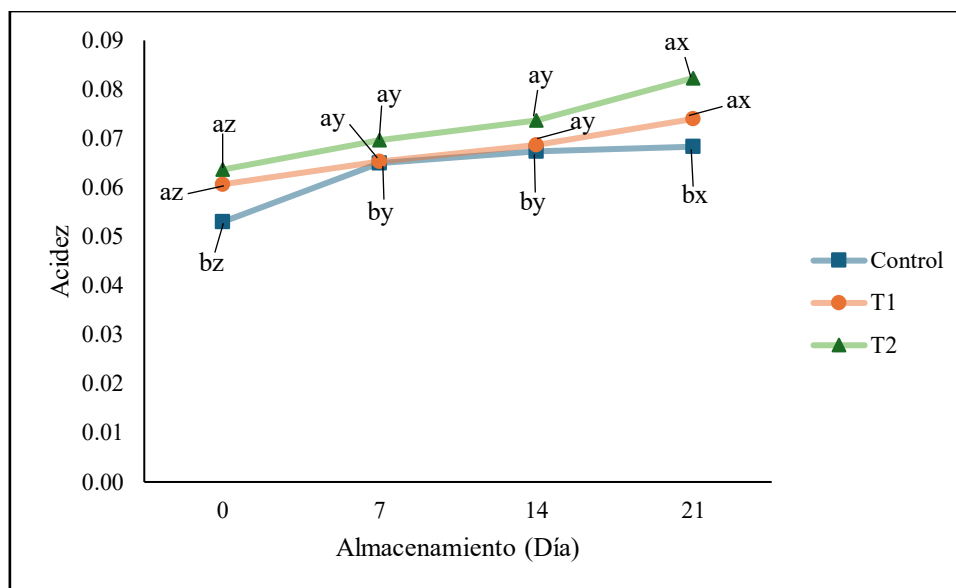


Figura 8. Evolución de la acidez titulable (expresada como % de ácido láctico) de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.

Las letras a y b indican diferencias significativas entre tratamientos en un mismo día, mientras que las letras x, y, z indican diferencias significativas en el tiempo. Los valores corresponden a la media de tres repeticiones y la acidez se expresa como % de ácido láctico.

3.7.2 Estabilidad del color

Los resultados obtenidos para el parámetro L^* se muestran en la figura 9, mostraron diferencias significativas tanto entre tratamientos como durante el almacenamiento ($p < 0,05$). La luminosidad del yogur se vio influida por la formulación y por los cambios fisicoquímicos ocurridos con el tiempo, en los que el tratamiento T1 presentó menores valores de L^* , lo que indica una apariencia más oscura en comparación con el control, que mantuvo una mayor luminosidad.

La disminución de la luminosidad puede explicarse por la integración entre los componentes añadidos como lo es la fibra y las matrices vegetales, en este caso la col y la pulpa piel de plátano, y la estructura proteica del yogur, lo que afecta a la dispersión de la luz, además de ello, durante el almacenamiento ocurren procesos como la reorganización de la red de caseína y la producción continua de ácido láctico, los cuales modifican la estructura del gel, y por tanto, su comportamiento óptico. En estudios recientes se ha demostrado que los cambios en el color del yogur están estrechamente relacionados, en primer lugar, con la evolución de la acidez y, en segundo lugar, con la degradación de los compuestos responsables del color durante su almacenamiento (Ścibisz et al., 2019).

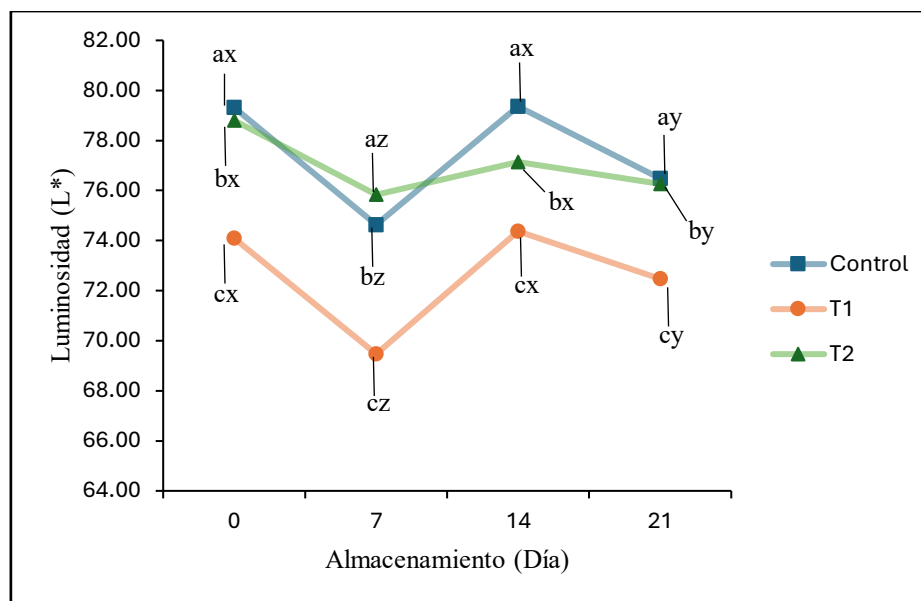


Figura 9. Evolución del parámetro L^* (luminosidad) de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.

Los valores son expresados como media $\pm$ desviación estándar ($n = 15$). Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre tratamientos en un mismo día, mientras que las letras x, y, z indican diferencias significativas en el tiempo ($p < 0,05$).

En relación con el parámetro a^* (Figura 10), no se observa cambios significativos durante el almacenamiento ($p < 0,05$), lo cual muestra que el tono verde-rojo del yogur fue estable en el tiempo, a pesar de que sea dependiente de la composición de cada formulación, por ello los valores negativos registrados en todos los tratamientos indican una tendencia hacia tonalidades más verdes, siendo el control el que presentó mayor intensidad hacia ese color. De esta forma, se menciona que con la adición de extractos vegetales en yogures con un almacenamiento de 21 días los valores de a^* permanecieron constantes sin transformaciones cromáticas (Turgut & Diler, 2025).

La estabilidad de este parámetro sugiere que los compuestos responsables del color en este eje cromático no sufrieron transformaciones importantes en el control durante el almacenamiento en refrigeración, lo cual coincide con lo reportado en investigaciones en la cual se menciona que al evaluar el parámetro a^* en almacenamiento refrigerado ocurrió de manera lenta y estable a 4°C (Guneser, 2021), donde se muestra que ciertos pigmentos y componentes estructurales en productos lácteos fermentados presentan una alta estabilidad cuando se encuentran en condiciones de almacenamiento controladas, especialmente en ausencia de luz y oxígeno (Ścibisz et al., 2019). Sin embargo, las diferencias observadas entre los tratamientos pueden atribuirse a la incorporación de ingredientes con compuestos bioactivos los cuales modifican la tonalidad inicial del producto, señalando que la adición de ingredientes ricos en fibra o compuestos fenólicos puede alterar ligeramente el eje a^* , desplazándolo hacia valores menos negativos o más cercanos al rojo (Zhou et al., 2024)

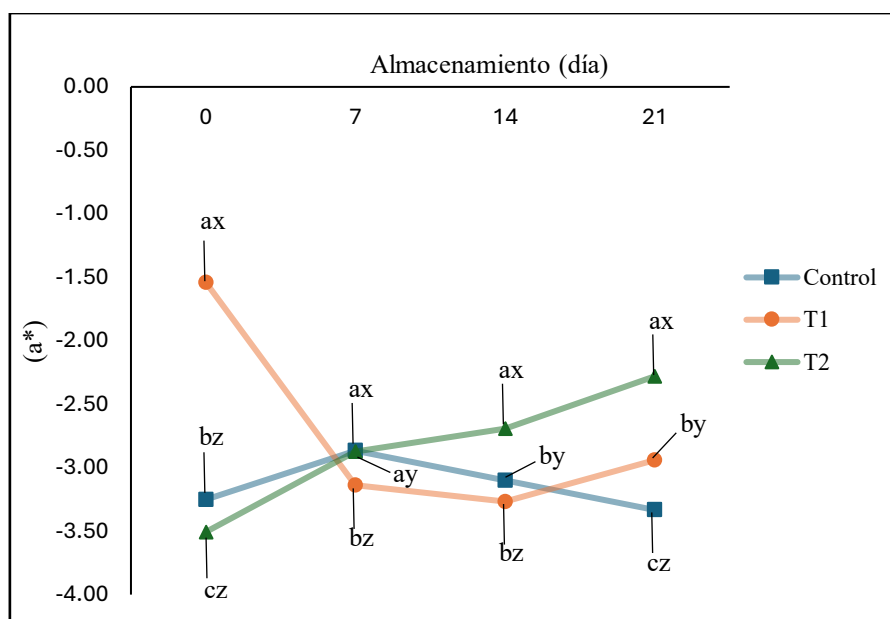


Figura 10. Evolución del parámetro a^* de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.

Los valores son expresados como media $\pm$ desviación estándar ($n = 15$). Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre tratamientos en un mismo día, mientras que las letras x, y, z indican diferencias significativas en el tiempo ($p < 0,05$).

El parámetro b^* presentó diferencias significativas tanto en los tratamientos como durante el almacenamiento ($p < 0,05$) (Figura 11). En este punto se evidenció que la tonalidad amarilla del yogur fue demasiado sensible en la formulación y también con relación al tiempo, y el tratamiento T1 mostró valores más altos de b^* , indicando una mayor tendencia a las tonalidades amarillas, seguido por T2 y, finalmente el control.

El incremento de este parámetro a lo largo del almacenamiento, puede asociarse a procesos como la oxidación de compuestos, cambios en lípidos y en las proteínas, pero también puede deberse a la formación de compuestos derivados de reacciones de pardeamiento no enzimático en donde la degradación de pigmentos naturales puede generar compuestos con tonalidades marrones o amarillas, señalando así por estudios, que durante el almacenamiento de yogur se producen cambios en los compuestos cromóforos, lo cual es lo que provoca un aumento en el parámetro b^* debido a la formación de productos de degradación (Ścibisz et al., 2019). Asimismo, la mayor intensidad en los tratamientos se debe a los compuestos naturales como polisacáridos y polifenoles generando así una tonalidad más cálida

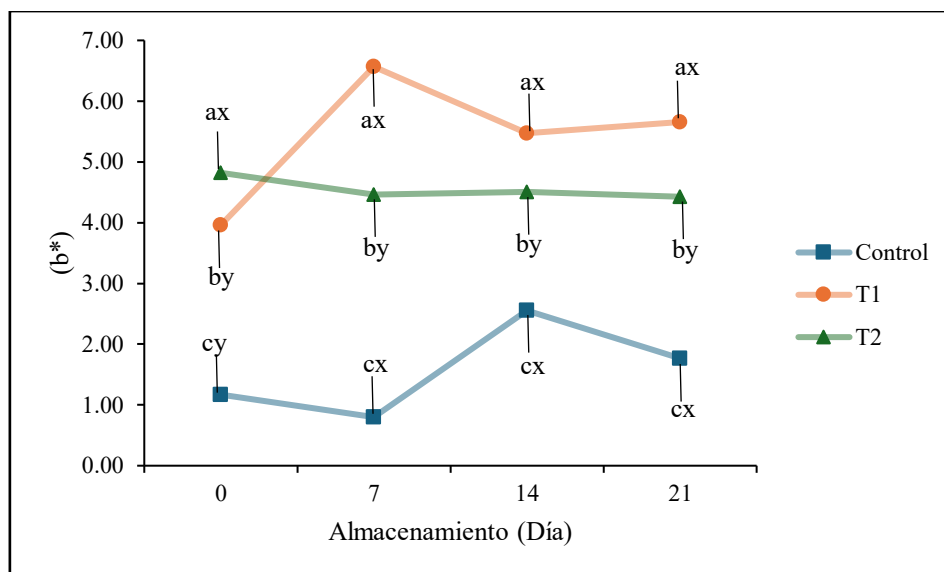


Figura 11. Evolución del parámetro b^* de los tratamientos de yogur desnatado durante el almacenamiento.

Los valores son expresados como media $\pm$ desviación estándar ($n = 15$). Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre tratamientos en un mismo día, mientras que las letras x, y, z indican diferencias significativas en el tiempo ($p < 0,05$).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

La incorporación de harinas en la elaboración del yogur desnatado influyó significativamente en el pH y la acidez, evidenciando una mayor actividad fermentativa en T2, lo que sugiere que los componentes fermentables y la fibra favorecieron la post-acidificación. Durante los 21 días de almacenamiento se observó una disminución progresiva del pH y un incremento de la acidez, comportamiento natural del yogur que fue intensificado por la presencia de productos vegetales. Asimismo, se registraron cambios significativos en los parámetros de color L^* y b^* , mientras que a^* se mantuvo estable, indicando que la disminución de la luminosidad en T1 y el aumento de las tonalidades amarillas en T2 estuvieron asociados a los compuestos pigmentados de las harinas, así como a cambios estructurales en la matriz durante el almacenamiento.

Los resultados de consistencia demostraron diferencias significativas en donde T1 presentó mayor firmeza y T2 menor consistencia, siendo un comportamiento en donde muestra que la proporción de fibra de col favorece la formación de una red estructural más estable con mayor capacidad de retención de agua, mientras que el almidón en el T2 incrementa sólidos, pero no mejora la cohesión de la red de caseína, generando una estructura más débil, con mayor movilidad y deslizamiento.

La adición de harinas vegetales incrementó el contenido de fibra y carbohidratos, mejorando su valor nutricional sin afectar significativamente el contenido de proteína, además redujo la grasa y el valor energético de los tratamientos, demostrando la viabilidad de desarrollar un producto funcional con características saludables acorde con las tendencias actuales de consumo. Los atributos de sabor, olor y viscosidad no presentaron diferencias significativas, indicando que la incorporación de harinas no afectó negativamente la aceptabilidad sensorial. Sin embargo, la apariencia mostró diferencias en color y textura superficial, siendo T2 con mayor aceptabilidad global, evidenciando que es posible equilibrar funcionalidad y la aceptación del consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, S., Noor, A., Tariq, M., & Zaidi, A. (2023). Functional improvement of synbiotic yogurt enriched with *Lactobacillus rhamnosus* and aloe vera gel using the response surface method. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5(1), 38. doi:<https://doi.org/10.1186/s43014-023-00153-0>
- Akal, C. (2023). Using dietary fiber as stabilizer in dairy products: β -glucan and inulin-type fructans. *J Food Sci Technol*, 60(12), 2945-2954. doi:10.1007/s13197-022-05651-6
- ALKaisy, Q., Rahi, A., & Al-Saadi, J. (2024). Effect of adding grain flour fibers on the physical, rheological, and sensorial properties of yogurt. *Food Research*, 8(4), 319-326.
- Alsaleem, K. A., & Hamouda, M. E. (2024). Optimizing Probiotic Low-Fat Yogurt: The Benefits of Incorporating Defatted Rice Bran for Enhanced Quality and Functionality. *Food Science Nutrition*, 12(12), 10242-10254.
- Alvarado, U., Tacuri, J., Coloma, A., Gallegos Rojas, E., Callo, H., Valencia-Sullca, C., . . . Castillo, M. (2025). Development of a Hybrid System Based on the CIELAB Colour Space and Artificial Neural Networks for Monitoring pH and Acidity During Yogurt Fermentation. 6(4), 41.
- AOAC. (1995a). Method 923.03: Ash of flour. *Official Methods of Analysis*, 16th
- AOAC. (1995b). Method 925.10: Solids (total) and moisture in flour. *Official Methods of Analysis*, 16th
- AOAC. (1995c). Method 947.05: Fat in milk. *Official Methods of Analysis*, 16th
- AOAC. (1995d). Method 985.29: Total Dietary in Foods-Enzymatic Gravimetric Method. *Official Methods of Analysis*, 16th
- Arab, M., Yousefi, M., Khanniri, E., Azari, M., Ghasemzadeh-Mohammadi, V., & Mollakhalili-Meybodi, N. (2023). A comprehensive review on yogurt syneresis: Effect of processing conditions and added additives. *Journal of Food Science Technology*, 60(6), 1656-1665.
- Atallah, A. A., Morsy, O. M., & Gemiel, D. G. (2020). Characterization of functional low-fat yogurt enriched with whey protein concentrate, Ca-caseinate and spirulina. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1678-1691.
- Barukčić Jurina, I., Filipan, K., Lisak Jakopović, K., Božanić, R., Blažić, M., & Repajić, M. (2022). The Potential of Olive Leaf Extract as a Functional Ingredient in Yoghurt Production: The Effects on Fermentation, Rheology, Sensory, and Antioxidant Properties of Cow Milk Yoghurt. *Foods*, 11, 701. doi:10.3390/foods11050701
- Bas-Bellver, C., Barrera, C., Betoret, N., Seguí, L., & Harasym, J. (2024). White cabbage waste powder improves gluten-free rice-based breadsticks functional and nutritional characteristics. *LWT*, 212, 117008.
- Campos, L., Tuma, P., Silva, T., Gomes, D., Pereira, C. D., & Henriques, M. H. F. (2024). Low Fat Yoghurts Produced with Different Protein Levels and Alternative Natural Sweeteners. 13(2), 250.

- Campos, L., Tuma, P., Silva, T., Gomes, D., Pereira, C. D., & Henriques, M. H. F. (2024). Low Fat Yoghurts Produced with Different Protein Levels and Alternative Natural Sweeteners. *Foods*, 13(2). doi:10.3390/foods13020250
- Cardoso, E., Moreira, C., Barreto-Tarrillo, C., Kito, G., Tiemi, F., Patinho, I., . . . Cesar, A. S. M. (2026). Sensory methods and consumer trends in functional yogurts: A scoping review. *Food and Humanity*, 6, 101174. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foohum.2026.101174>
- Cunha, C. N., dos Anjos Pinto, C. B., Leal da Silva Sad, M. E., Colturato, V. M. M., Berto, G. L., Arantes, V., . . . Perrone, Í. T. (2024). Influence of micro and nanofibrillated cellulose on sweetened yogurt production and storage. *International Dairy Journal*, 155, 105958. doi:<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.105958>
- D’Almeida, A. P., Infante-Neta, A. A., Arcanjo, M. R. A., & Albuquerque, T. L. d. (2026). Probiotics and Prebiotics in Dairy: Enhancing Health, Quality, and Sensorial Properties. 12(5), 239.
- Deepthi, K., Manubolu, K., Baig, M., Himabindu, S., Reddy, N., Prasanna, L., & Munna, M. (2025). CABBAGE (BRASSICA OLERACEA): A REVIEW *Corresponding Author. 14, 414-432. doi:10.20959/wjpr20256-35866
- Dimitrellou, D., Sakadani, E., & Kandylis, P. (2025). Enhancing Probiotic Viability in Yogurt: The Role of Apple Fibers in Supporting Lacticaseibacillus casei ATCC 393 During Storage and Gastrointestinal Transit. *Foods*, 14(3). doi:10.3390/foods14030376
- Dom, Z., Azhar, A., & Masaudin, S. (2021). Utilization of banana peel as functional ingredient in product development. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*. doi:10.36877/aafmj.a0000209
- Elvinna, & Sadek, N. (2024). Utilization of banana peel as functional ingredient in pudding: physicochemical and sensory aspects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1324, 012117. doi:10.1088/1755-1315/1324/1/012117
- FAO. (2022). The State of Food and Agriculture 2022. Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. *FAO*, 182.
- Feng, Y., Jin, Q., Liu, X., Lin, T., Johnson, A., & Huang, H. (2025). Advances in understanding dietary fiber: Classification, structural characterization, modification, and gut microbiome interactions. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 24(1), e70092. doi:10.1111/1541-4337.70092
- García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J. M., Díaz-Castro, J., & López-Aliaga, I. (2020). New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*, 72, 104059. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104059>
- Ge, Y., Yu, X., Zhao, X., Liu, C., Li, T., Mu, S., . . . Zhang, B. (2024). Fermentation characteristics and postacidification of yogurt by Streptococcus thermophilus CICC 6038 and Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus CICC 6047 at optimal inoculum ratio. *Journal of Dairy Science*, 107(1), 123-140. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2023-23817>

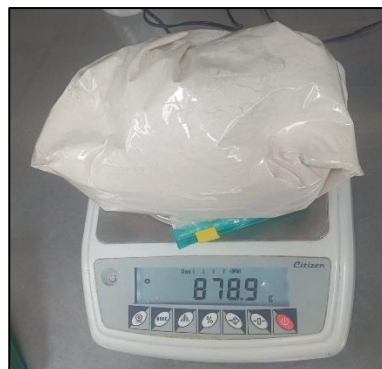
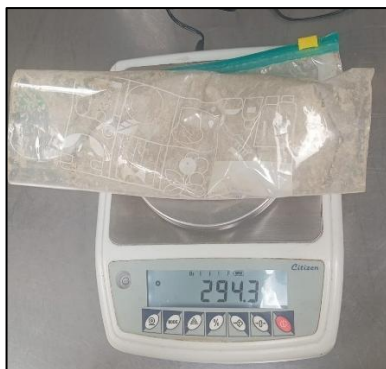
- Gomes, E. R., Barroso dos Anjos Pinto, C., Stephani, R., Fernandes de Carvalho, A., & Perrone, Í. T. (2023). Effect of adding different types of soluble fibre to high-protein yoghurts on water holding capacity, particle size distribution, apparent viscosity, and microstructure. *International Dairy Journal*, 141, 105609. doi:<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105609>
- Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J. (2017). An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 13-22. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.010>
- Guénard-Lampron, V., St-Gelais, D., Villeneuve, S., & Turgeon, S. L. (2019). Individual and sequential effects of stirring, smoothing, and cooling on the rheological properties of nonfat yogurts stirred with a technical scale unit. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 190-201.
- Guneser, O. (2021). Kinetic Modelling of Betalain Stability and Color Changes in Yogurt During Storage. 71(2), 135-145. doi:10.31883/pjfn/134393
- Ik Hwan, H., Ho Seok, K., & Youngsang, C. (2025). [Quality Characteristics of Yogurt Added with Haematococcus Powder]. *Journal of Natural Polymers*, 30(1), 19-27.
- Foodstuffs — Determination of water activity, (2017).
- Kalibekkyzy, Z., Zhakupbekova, S., Rebezov, M., Nurgazezova, A., Nurymkhan, G., Kassymov, S., . . . Kapshakbayeva, Z. (2026). Valorization of Dairy and Plant By-Products as Functional Ingredients in Kurt (Dried Fermented Milk Product): Effects on Nutritional, Physicochemical, and Sensory Properties. 15(2), 369.
- Khaled, L., Ali, N. M., Nader, R., Rolet, N., Sadek, E. S., Farag, M. A., & Shoeib, T. (2025). Valorization of agri-food crucifer vegetables waste for food, functional food and nutraceuticals applications. *Bioresources and Bioprocessing*, 12(1), 50. doi:<https://doi.org/10.1186/s40643-025-00895-4>
- Khan, R. T., Bhuiya, S., Anil, A., Logheeswaran, J., Prathiviraj, R., Selvin, J., & Kiran, G. S. (2025). Fucoidan prebiotic from the seaweed *Sargassum christaeifolium* and its effects on the sensorial, textural and rheological properties of yogurt. *Food Bioscience*, 71, 107159. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.107159>
- Liu, X., Sun, X., Wang, T., Sui, F., Ran, X., Teng, K., & Xing, Y. (2025). Dynamic analysis of quality characteristics and flavor development in yogurt fermented with *Lentinula edodes* polysaccharides. *Food Chemistry: X*, 32, 103284. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.103284>
- Mahomud, M. S., Islam, M. N., Hossen, D., Wazed, M. A., Yasmin, S., & Sarker, M. S. H. (2024). Innovative probiotic yogurt: Leveraging green banana peel for enhanced quality, functionality, and sensory attributes. *Heliyon*, 10(19). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38781>
- Makinde, J., Olaiya, D., Egbo, M., Joab Usman, K. D., Olayinka, A. V., Sikiru, A. B., & Koura, B. I. (2023). Dried cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) waste meal decreases blood cholesterol

- but does not alter growth performance, and physiological indices of weaned pigs. *Veterinary and Animal Science*, 22, 100320. doi:<https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100320>
- Matić, P., Sačić, V., & Jakobek, L. (2026). Interaction of Soluble and Insoluble Dietary Fibers with Syringic Acid: Adsorption, Kinetics and Antioxidant Activity. *6*(1), 14.
- Mehra, R., Kumar, H., Rafiq, S., Kumar, N., Buttar, H. S., Leicht, K., . . . Korzeniowska, M. (2022). Enhancing yogurt products' ingredients: preservation strategies, processing conditions, analytical detection methods, and therapeutic delivery—an overview. *PeerJ*, 10, e14177.
- Mudgil, D., & Barak, S. (2019). Classification, Technological Properties, and Sustainable Sources. In (pp. 27-58).
- Muñoz-Tebar, N., Muñoz-Bas, C., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Pérez-Alvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2024). Fortification of goat milk yogurts with date palm (*Phoenix dactylifera* L.) coproducts: Impact on their quality during cold storage. *Food Chemistry*, 454, 139800. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139800>
- Nitisuk, P., Wanyo, P., Chamsai, T., & Charoenjit, K. (2025). Sustainable valorization of tropical fruit peels for sustainable production of natural antioxidants and functional food ingredients††Electronic supplementary information (ESI) available. See DOI: <https://doi.org/10.1039/d4fb00371c>. *Sustainable Food Technology*, 3(4), 1189-1202. doi:<https://doi.org/10.1039/d4fb00371c>
- Pamalka, K. D. C., Munasinghe, S. S., Weerathilake, D., & Liyanage, G. S. (2026). Textural properties of yogurts, containing plant stabilizers: a review. *J Food Sci Technol*, 63(3), 430-440. doi:10.1007/s13197-026-06555-5
- Ramírez-Pulido, B., Bas-Bellver, C., Betoret, N., Barrera, C., & Seguí, L. (2021). Valorization of vegetable fresh-processing residues as functional powdered ingredients. A review on the potential impact of pretreatments and drying methods on bioactive compounds and their bioaccessibility. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 654313.
- Ramos, I. M., Seseña, S., Poveda, J. M., & Palop, M. L. (2023). Screening of Lactic Acid Bacteria Strains to Improve the Properties of Non-fat Set Yogurt by in situ EPS Production. *Food and Bioprocess Technology*, 16(11), 2541-2558. doi:10.1007/s11947-023-03080-7
- Rosa, M. C., Carmo, M. R. S., Balthazar, C. F., Guimarães, J. T., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., . . . Cruz, A. G. (2021). Dairy products with prebiotics: An overview of the health benefits, technological and sensory properties. *International Dairy Journal*, 117, 105009. doi:<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105009>
- Sabran, M. R., & Shafie, S. (2021). Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food. *Frontiers in Nutrition*, 8, 661693. doi:10.3389/fnut.2021.661693
- Salazar, D., Arancibia, M., Raza, K., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Influence of Underutilized Unripe Banana (Cavendish) Flour in the Formulation of Healthier Chorizo. *Foods*, 10(7), 1486.

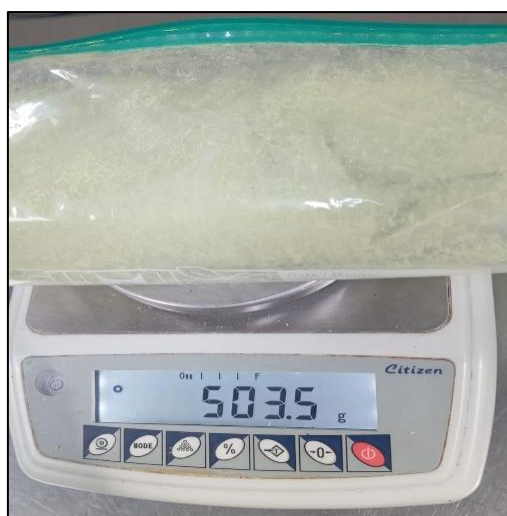
- Sarıtaş, S., Mondragon Portocarrero, A. d. C., Miranda, J. M., Witkowska, A. M., & Karav, S. (2024). Functional Yogurt: Types and Health Benefits. *I4*(24), 11798.
- Ścibisz, I., Ziarno, M., & Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *J Food Sci Technol*, *56*(4), 1997-2009. doi:10.1007/s13197-019-03668-y
- Shinali, T. S., Zhang, Y., Altaf, M., Nsabiyeze, A., Han, Z., Shi, S., & Shang, N. (2024). The valorization of wastes and byproducts from cruciferous vegetables: a review on the potential utilization of cabbage, cauliflower, and broccoli byproducts. *Foods*, *13*(8), 1163.
- Sıçramaz, H., & Ayar, A. (2024). The Effect of Grape Pomace Fiber Addition on Quality Parameters of Yogurt. *Sakarya University Journal of Science*, *28*(4), 719-725. doi:10.16984/aufenbilder.1440835
- Silva, T. H. B., Baptista, D. P., de Paiva e Silva, K. K., Marfil, P. H. M., & Gigante, M. L. (2024). Hybrid high-protein yogurt made with partial replacement of milk proteins by pea proteins. *International Journal of Food Science and Technology*, *59*(11), 8806-8815. doi:10.1111/ijfs.17556 %J International Journal of Food Science and Technology
- Song, Z., Dai, H., Bo, L., Song, C., Liu, X., & Ren, J. (2024). Set yogurt incorporated with insoluble dietary fiber maintains non-sedimentation: Combined alkaline hydrogen peroxide modification and high-pressure homogenization process. *LWT*, *206*, 116617. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116617>
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2020). *Sensory evaluation practices*: Academic press.
- Taha, S. H., Elshagabee, F. M. F., & Ameen, M. A. (2024). Quality attributes and antioxidant activity of stirred yoghurt fortified with some nano-fruit waste powders. *Discover Food*, *4*(1), 125. doi:<https://doi.org/10.1007/s44187-024-00179-4>
- Turgut, T., & Diler, A. (2025). The effect of *Coriandrum sativum* L. on yogurt: a comprehensive study of physicochemical, microbiological, sensory, and textural properties. *Volume 11 - 2024*. doi:10.3389/fnut.2024.1493602
- Ualema, N. J. M., Muchanga, E., & Jeje, I. (2024). Evaluation of the rheological properties of stirred yogurt thickened with modified cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and taro (*Colocasia* sp.) starch. *Research, Society and Development*, *13*, e5613545432. doi:10.33448/rsd-v13i5.45432
- Vega-Galvez, A., Gomez-Perez, L. S., Zepeda, F., Vidal, R. L., Grunenwald, F., Mejías, N., . . . Ah-Hen, K. S. (2023). Assessment of bio-compounds content, antioxidant activity, and neuroprotective effect of red cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata rubra*) processed by convective drying at different temperatures. *Antioxidants*, *12*(9), 1789.
- Vicent, V. (2024). Influence of banana powder on proximate composition, physicochemical and rheological properties of soy yoghurt. *Applied Food Research*, *4*(2), 100450. doi:<https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100450>

- Wajs, J., Brodziak, A., & Król, J. (2023). Shaping the Physicochemical, Functional, Microbiological and Sensory Properties of Yoghurts Using Plant Additives. *Foods*, 12(6), 1275. doi:<https://doi.org/10.3390/foods12061275>
- Wang, X., Wang, L., Wei, X., Xu, C., Cavender, G., Lin, W., & Sun, S. (2025). Advances in yogurt development; Microbiological safety, quality, functionality, sensory evaluation, and consumer perceptions across different dairy and plant-based alternative sources. *Journal of Dairy Science*, 108(1), 33-58. doi:10.3168/jds.2024-25322
- Włodarczyk, M., & Śliżewska, K. (2021). Efficiency of Resistant Starch and Dextrins as Prebiotics: A Review of the Existing Evidence and Clinical Trials. 13(11), 3808.
- Yang, Y., Zhang, R., Zhang, F., Wang, B., & Liu, Y. (2023). Storage stability of texture, organoleptic, and biological properties of goat milk yogurt fermented with probiotic bacteria. *Volume 9 - 2022*. doi:10.3389/fnut.2022.1093654
- Zang, J., Xiao, P., Chen, Y., Liu, Z., Tang, D., Liu, Y., . . . Yin, Z. (2024). Hydrocolloid application in yogurt: Progress, challenges and future trends. *Food Hydrocolloids*, 153, 110069. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110069>
- Zhang, W., Al-Wraikata, M., Shu, Q., Hu, J., Li, L., & Liu, Y. (2024). Enhancement effect of kale fiber on physicochemical, rheological and digestive properties of goat yogurt. *LWT*, 207, 116649. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116649>
- Zhou, Z., Zhang, L., Liu, T., Hu, G., Hu, H., Aziz, T., . . . Albekairi, T. (2024). Physicochemical properties of yoghurt supplemented with polymerized whey protein and inulin. *LWT*, 210. doi:10.1016/j.lwt.2024.116888

ANEXOS



Anexo 1. Elaboración de la harina de pulpa-piel de plátano no comercial.



Anexo 2. Elaboración de la harina de col.



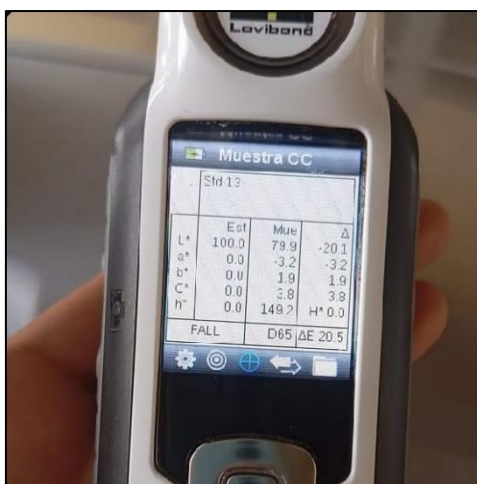
Anexo 3. Elaboración de las 3 formulaciones de yogur desnatado.



Anexo 4. Análisis de pH.



Anexo 5. Acidez titulable.



Anexo 6. Análisis de color.



Anexo 7. Análisis de humedad.



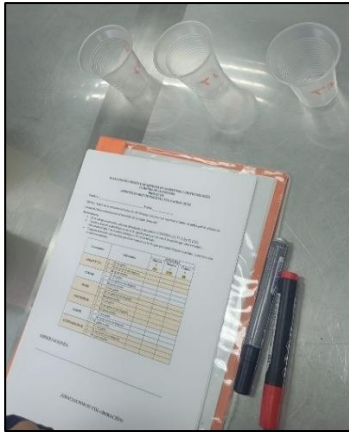
Anexo 8. Análisis de ceniza



Anexo 9. Análisis de Aw.



Anexo 10. Análisis de consistencia



Anexo 11. Evaluación sensorial.

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
PROYECTO
APROVECHAMIENTO VEGETAL UTA-YACHAY TECH**

Nombre:

Fecha:

Instrucciones:

- Se le entregara muestras, cada una identificada como muestra (0), (11), (22)
- Pruebe la muestra e identifique su nivel de agrado y marque con una X la opción que usted considera. Considerando que 3 es el mayor puntaje y 1 el menor puntaje.
- Luego de consumir cada muestra, por favor tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continúe con la siguiente muestra.

Característica	Alternativa	MUESTRAS		
		Muestra 1 (11)	Muestra 2 (22)	Control 1 (0)
APARIENCIA	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			
COLOR	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			
OLOR	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			
VISCOSIDAD	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			
SABOR	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			
ACEPTABILIDAD	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			

OBSERVACIONES:

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 12. Hoja de cata para las evaluaciones sensoriales de los distintos tratamientos.

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 26-054						881-7.8.03
Solicitud N°: 26-054						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 24 de marzo de 2026			Fecha de ejecución de ensayos: 25 al 31 de marzo de 2026			
Información del cliente:						
Empresa:			C.L.RUC:		1805792080	
Representante: Danna Parra			Tf:		0978774428	
Dirección: Ambato			E mail:		dparra2080@uta.edu.ec	
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Yogur Desnatado			Peso:		100g	
Marca comercial: n/a			Tipo de envase:		envase de plástico	
Lote: n/a			No de muestras:		tres	
F. Elb.: 24/03/2026			F. Exp.:		n/a	
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:			Almac. en Lab:		8 días	
Cierre seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente:		24 de marzo de 2026	
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogur Desnatado	05426089	Control	Proteína total, Kjeldhal	PE07-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx6,38)	3,27
			Grasa, Gravimetría	PE08-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2005.06	%	2,28
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 22, 2023	%	0,126
			Proteína total, Kjeldhal	PE07-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx6,38)	3,23
			Grasa, Gravimetría	PE08-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2005.06	%	1,32
Yogur Desnatado	05426090	T1	Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 22, 2023	%	0,787
			Proteína total, Kjeldhal	PE07-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx6,38)	3,30
			Grasa, Gravimetría	PE08-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2005.06	%	0,877
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 22, 2023	%	0,530
			Proteína total, Kjeldhal	PE07-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx6,38)	3,30
Yogur Desnatado	05426091	T2	Grasa, Gravimetría	PE08-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2005.06	%	0,877
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 22, 2023	%	0,530
			Proteína total, Kjeldhal	PE07-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx6,38)	3,30
			Grasa, Gravimetría	PE08-7.2-FQ, AOAC Ed. 22, 2023 2005.06	%	0,877
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 22, 2023	%	0,530
Conds. Ambientales: 19,4°C; 54,2%HR						
Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 01 de abril de 2026						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en los envases recibidos. El Laboratorio no responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos en base a la muestra entregada por el cliente.
El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser retransmitida. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

Anexo 13. Resultados de análisis de proteína, grasa y fibra de los 3 tratamientos de yogur desnatado obtenidos en LACONAL.