UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Efecto de la inclusión de harina de pulpa de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) y harina de residuos de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en el desarrollo de un yogur entero

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

Autor: Iván Patricio García Bermeo

Tutor: Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

Ambato – Ecuador

Julio - 2025

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 a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 19 de Junio del 2025.



Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Patricio García Bermeo, 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 Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Iván Patricio García Bermeo

0550056964

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de 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 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.



Iván Patricio García Bermeo

0550056964

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente 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:

Firmado electrónicamente por:
LILIANA PATRICIA ACURIO ARCOS
Validar únicamente con FirmaEC

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
ANDREA VERONICA DELGADO RAMOS
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. Andrea Verónica Delgado Ramos

0401305008

Firmado electrónicamente por:
GABRIELA ELENA VIZUETE FIALLOS
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. Gabriela Elena Vizuete Fiallos

1715956213

Ambato, 07 de Julio del 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a quienes con su sacrificio y amor hicieron posible lograr esta meta que saben el sacrificio y la paciencia que ha tomado, les agradezco por todo ya que a ustedes me debo.

A mi amada abuelita, aunque usted no esté aquí siempre estaré agradecido con usted, siempre me dejo alguna lección de vida que ha permitido junto con las enseñanzas de mis padres ser la persona que soy, ahora el profesional que voy a ser.

A mis amados padres Mónica Bermeo y Patricio Garcia, cuyo sacrifico y horas arduas de trabajo me proporcionaron las oportunidades y el ambiente familiar para crecer y perseguir mis metas académicas.

A mi hermana y sobrina ya que son la alegría de mi vida son la luz que me ha hecho ser una mejor persona.

A toda mi familia ya que sin su apoyo y paciencia por no estar en las cenas familiares o en los almuerzos, por comprender les estaré eternamente agradecido.

A mis hermanos de otra madre Gaby, Anabella, Nicole, Karen, Nicolas, Raúl, David por su ánimo, amistad, lealtad y comprensión ya que este logro también es gracias a ustedes por recordarme la importancia de la perseverancia, darme los ánimos que necesitaba y guiarme en los momentos que me sentía perdido.

A mi enamorada Jacqueline te dedico este logro ya que con tus palabras de aliento y ayuda me impulsaste a ser una mejor persona tanto en lo personal como en lo académico.

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos más sinceros a las personas que estuvieron a lo largo de mi vida universitaria, a los profesores que me impartieron enseñanzas de la carrera, pero también de la vida, sin su ayuda y profesionalismo no hubiese llegado a culminar esta etapa de mi vida.

Doy las gracias a mis padres que fueron las personas que me permitieron ser la personas que soy con su comprensión y su aliento durante este difícil proceso.

A mi tutor de tesis Ing. Diego Salazar por guiar mi camino, por la paciencia y dedicación que tuvo conmigo. Su constante apoyo fue uno de mis pilares en mi último tramo de carrera universitaria, usted con su característica sonrisa fundamental para la culminación de este trabajo me impulso a ser mejor. Sus críticas constructivas fueron el punto decisivo para ser una mejor persona, le doy la gracias por ser un excelente profesional, un excelente mentor, espero que sigamos teniendo una amistad larga y duradera.

Finalmente agradezco a mi familia por estar en todo momento, por ser un pilar incondicional para mí. Tanto a mi familia sanguínea como a mi familia elegida les agradezco mucho por todo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE FIGURAS xi
ÍNDICE DE ANEXOS xii
RESUMEN EJECUTIVO xiii
ABSTRACT xiv
CAPÍTULO I 1
MARCO TEÓRICO 1
1.1 Antecedentes investigativos 1
1.1.1 Residuos agroindustriales 2
1.1.2 Brócoli 3
1.1.3 Plátano verde no comercial (plátano de rechazo) 4
1.1.4 Uso de harinas en productos lácteos fermentados 5
1.2 OBJETIVOS 6
1.2.1 Objetivo general 6
1.2.2 Objeticos específicos 6
CAPÍTULO II 7
MATERIALES Y METODOS 7
2.1 Materiales 7
2.1.1 Obtención de harinas 7
2.1.2 Elaboración del yogur 7
2.2 Métodos 8
2.2.1 Composición proximal 8
2.2.2 Valor energético 9
2.2.3 Parámetros fisicoquímicos en el yogur 9
pH y Acidez 9
Color 9
Actividad de agua 9
2.2.4 Consistencia y viscosidad 10
Viscosidad 10
Consistencia 10

2.3 Evaluación de la calidad sensorial de yogur entero 10
2.4 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento 10
2.5 Análisis estadístico 11
CAPÍTULO III 12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 12
3.1 Aspecto visual del yogur 12
3.2 Composición proximal 12
3.3 Propiedades Fisicoquímicas 14
3.3.1 pH y Acidez a transcurso del tiempo 14
3.4 Viscosidad 15
3.5 Consistencia 17
3.6 Análisis sensorial 18
3.6 Estabilidad de pH, acidez y color 20
3.6.1 pH y Acidez 20
3.7 Color 22
CONCLUSIONES 24
4.1 Conclusiones 24
REFERENCIAS 25
Recursos Bibliográficos 25
Anexos ……..31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmulaciones empleadas para elaboración de yogur a base de Harina de Brócoli y Plátano no comercial.....8
Tabla 2. Composición proximal del yogurt con adición de harina de brócoli y plátano no comercial.....14
Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas del yogur con adición de harina de Brócoli y Plátano no comercial día inicial.....15
Tabla 4. Consistencia del yogur con el Consitómetro de Bostwick.....18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) 4
Figura 2. Plátano verde infrautilizado (*Mussa Acuminata*) 5
Figura 3. Apariencia visual de yogur entero y sus Fórmulaciones con Brócoli y Plátano no comercial. A. control yogur entero, B. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %), C. Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 % 12
Control yogur entero. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %.....14
Control yogur entero. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %.....15
Figura 4. Viscosidad de muestras de yogur con harina de brócoli y plátano no comercial. A. control yogur entero, B. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %), C. Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 % 17
Control yogur entero. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %.....18
Figura 5. Índice de Aceptabilidad de yogur con harina de residuos de brócoli y plátano no comercial. Control yogur entero. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 % 20
Figura 6. Evolución del pH y acidez en función del tiempo de almacenamiento. Los resultados corresponden a la media mas la desviación estándar. Las letras (a,b,c…) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y las letras (x, y, z…) indican que existen diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo. Control yogur entero. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 % 22
Figura 7. Evolución del color en función del tiempo de almacenamiento. Los resultados corresponden a la media más la desviación estándar. Las letras (a,b,c…) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y las letras (x, y, z…) indican que existen diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo. Control yogur entero. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 % 23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de harina de residuos de brócoli. 32
Anexo 2. Producto yogurt a base de harina de brócoli, Fórmulaciones y muestra control. 32
Anexo 3. Hoja de cata utilizada para el análisis sensorial de las muestras base de harina de brócoli y control. 33
Anexo 4. Hoja de resultados de la constitución de proteína, fibra y grasa de las Fórmulaciones a base de harina de brócoli y plátano no comercial. Certificado otorgadopor LACONAL. 34

RESUMEN EJECUTIVO

La industria alimentaria se ha enfrentado al reto de desarrollar productos más saludables y sin la incorporación de agentes químicos que perjudiquen la salud de los consumidores. El desarrollo de productos lácteos con características nutricionales mejoradas y sostenibles es un grupo de interés debido al consumo masivo de este tipo de productos. En este estudio se evaluó el uso de harinas de pulpa de plátano no comercial y harina de brócoli entero infrautilizado en la elaboración de yogur entero. Para la investigación se desarrollaron dos Fórmulaciones que se componía de Harina de plátano no comercial y harina de Brócoli, la primera Fórmulación contiene una proporción 50/50 y la segunda Fórmulación 25/75 de las harinas. En el yogur se evaluaron composición proximal, parámetros fisicoquímicos, de textura, sensoriales y estabilidad durante 30 días de almacenamiento. Los resultados mostraron que el yogur con las harinas de Brócoli y Plátano no comercial es una solución para el consumo de fibra y es una opción sustentable a corto y largo plazo por su sostenibilidad con el uso y consumo de las harinas. Las Fórmulaciones desarrolladas mantienen buenas propiedades sensoriales y de estabilidad, indicando que las harinas no convencionales son unas alternativas posibles para innovar en productos lácteos nutritivos y aceptables.

Palabras clave: Yogur, Harina, Brócoli, Plátanos, Residuos, No convencional

ABSTRACT

The food industry has faced the challenge of developing healthier products without the incorporation of chemical agents that harm the health of consumers. The development of dairy products with improved and sustainable nutritional characteristics is of interest due to the massive consumption of this type of product. In this study, the use of non-commercial banana pulp meal and broccoli waste meal in the production of whole yogurt was evaluated. For the research, two Fórmulations were developed, which were composed of non-commercial banana flour and broccoli residue flour. The first Fórmulation was composed of a 50-50 proportion, and the second Fórmulation was 25-75. The yogurt was evaluated for proximal composition, physical-chemical, texture, sensory parameters, and stability during 30 days of storage. The results showed that yogurt with non-commercial broccoli and banana flour is a solution for fiber consumption and is a sustainable option in the short and long term due to its sustainability with the use and consumption of the flours. The Fórmulations still maintain good sensory properties and yogurt stability, indicating that non-conventional flours are possible alternatives to innovate in nutritious and sustainable dairy products.

Keyword: Yoghurt, Flour, Broccoli, Bananas, Waste, Non-conventional

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

El consumo de productos en los que se hayan incluido materias primas no convencionales en base a residuos agroindustriales como pieles de frutas, vegetales que por no cumplir con requerimientos de exportación se desechan, o cultivos andinos infrautilizados en Ecuador es casi nulo, debido probablemente a que son recursos que normalmente se destina a consumo animal (Singh et al., 2019). El desaprovechamiento de este tipo de productos se podría atribuir al desconocimiento de su composición y elevado valor nutricional, así como a la falta de información sobre sus métodos de producción e industrialización (Sharma et al., 2022). En este contexto, la necesidad de revalorizar estos productos a través de la incorporación en alimentos con mejor valor nutricional resulta de interés tecnológico y social (Valencia-Hernandez et al., 2021).

La Fórmulación tradicional de productos lácteos fermentados, como el yogur, generalmente carece de la adición de fibras naturales (Aryana & Olson, 2017). Sin embargo, la incorporación de harinas derivadas de residuos agroindustriales, como los del brócoli y el plátano no comercial, emerge como una estrategia prometedora para abordar múltiples problemáticas. El incremento en el contenido de fibra dietética, inherente a estas harinas, se asocia con beneficios significativos para la salud gastrointestinal, incluyendo la mejora del tránsito intestinal y el mantenimiento de un microbiota saludable (Zamora & Barboza, 2020).

Si bien el yogur es reconocido por su contenido de probióticos que ejercen efectos positivos sobre la salud intestinal, su composición nutricional intrínseca a menudo presenta deficiencias en cuanto al aporte de fibra dietética de alto valor nutricional (Lesmana et al., 2022). Por consiguiente, la adición de harinas de residuos agroindustriales podría subsanar esta limitación, elevando el valor nutricional del yogur y adaptándolo a los estándares nutricionales que demandan un mayor consumo de fibra (Quintero-Herrera et al., 2023).

La adición de fibra dietética a productos de consumo masivo representa una estrategia para mejorar su valor nutricional (Salazar et al., 2021). Según Shende (2021), los

residuos agroindustriales, definidos como restos de productos orgánicos desechados o considerados basura orgánica, representan un problema ambiental a corto y largo plazo (Ahmad Khorairi et al., 2023). En este contexto, este tipo no productos no representa ningún riesgo para el consumidor y por lo tanto se podría aprovechar como materias primas en la producción de diferentes alimentos. El consumo de harinas no convencionales elaboradas a partir de residuos agroindustriales ofrece beneficios a corto plazo, promoviendo un ciclo sustentable para la industria alimentaria y el medio ambiente (Víquez-Barrantes et al., 2024). El uso de estos residuos en la producción de alimentos contribuye a mitigar la contaminación a gran escala que generan al ser depositados en vertederos o utilizados como relleno sanitario. Esta estrategia se alinea con los principios de la economía circular, maximizando el aprovechamiento de recursos y minimizando el impacto ambiental asociado a la gestión de residuos (Salazar Garcés & Orellana Albarracin, 2023).

1.1.1 Residuos agroindustriales

La producción agroindustrial que no se gestiona adecuadamente genera impactos ambientales negativos debido a la gran cantidad de residuos que se produce. Desechos, como cortezas, semillas, cáscaras, pulpas y restos de cosechas, frecuentemente se convierten en fuentes de contaminación que afectan al ambiente (Salazar, Arancibia et al., 2021). Sin embargo, estos residuos agroindustriales no son desperdicios, sino que pueden representar una valiosa fuente de materias primas con alto valor nutricional, funcional y energético. Por ejemplo, en la industria de jugos, grandes cantidades de frutas son descartadas por estar dañadas o por no cumplir con estándares de calidad (Yadav, 2021). Lo mismo ocurre con subproductos como el bagazo de caña, la cascarilla de arroz o los residuos del procesamiento de trigo y soja (Ahmad y Danish, 2018). Estos materiales poseen un gran potencial para ser transformados en nuevos productos. El desarrollo de tecnologías para reutilizar estos subproductos tiene un doble impacto positivo: reduce la cantidad de residuos y promueve la creación de alimentos funcionales, nutritivos y sostenibles. En el contexto ecuatoriano, esta temática adquiere especial relevancia debido a la gran cantidad d residuos que se generan de la producción bananera principalmente (FAO, 2020). El plátano es uno de los productos agrícolas más importantes del país, tanto en términos de producción como de exportación. Ecuador es el mayor exportador mundial de plátano, con un

suministro de 6,7 millones de toneladas anuales, lo que representa el 32 % del total global. Las plantaciones de plátano en el país se caracterizan por su eficiencia y bajo costo de inversión, y están distribuidas principalmente en regiones tropicales y subtropicales, sin embargo, un porcentaje que oscila entre el 5 y el 25 % de la producción no cumple con estándares de exportación, lo que genera que el producto sea rechazado. En el caso del brócoli, la valorización de estos desechos, a través de su transformación en harinas, ofrece beneficios ambientales al disminuir la cantidad de residuos en vertederos, maximiza el uso de la materia prima, genera nuevos productos alimenticios con valor agregado y proporciona beneficios económicos tanto para los productores como para las industrias.

1.1.2 Brócoli

El brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) (Figura 1), de la familia de las *Brassicaceae*, es una hortaliza con evidencias de cultivo desde el tiempo de los romanos (Mabry et al., 2021). Se cultiva para la alimentación ya que tiene un alto valor nutricional en vitaminas C, K, A y B9 (Mabry et al., 2021). También es rica en minerales como potasio, calcio, hierro y fibra dietética (Morocho & Hidalgo, 2018).

La composición proximal de brócoli se caracteriza por un porcentaje alto de agua, superior a 90 %, un aporte muy reducido de hidratos de carbono (6 a 7 %) en su mayor parte fibra dietética (2 a 3 %) y un contenido proteico que oscila entre 2 a 3 %, mientras que la fracción lipídica es muy reducida (menos de 0,5 %) y su contenido mineral está dado por las cenizas (aproximadamente 1 %). Bioquímicamente, sobresale la presencia de compuestos bioactivos tales como los glucosinolatos que son precursores de los isotiocianatos como el sulforafano que tienen de forma específica un potencial antioxidante, antiinflamatorio y anticanceroso; los fenoles como flavonoides específicamente la quercetina y kaempferol, entre los ácidos fenólicos especialmente el ácido clorogénico tiene un potencial antioxidante; carotenoides como β-caroteno y luteina, además de un alto contenido de vitamina C, vitaminas del complejo B incluyendo ácido fólico y vitamina K (Mazataud.,2020). Estas características, en adición a un pH ligeramente ácido (6.0-6.5) y una capacidad antioxidante alta, hacen del brócoli un alimento de gran valor nutricional que puede ser importante para la prevención de enfermedades crónicas, aunque puede encontrarse modificaciones según la variedad de brotes, las condiciones en que fueron sembrados, su etapa de

madurez y métodos de cocción.



Figura 1. Brócoli (*Brassica oleracea var. italica*)

1.1.3 Plátano verde no comercial (plátano de rechazo)

Tanto las bananas como los plátanos que se cultivan en la actualidad provienen de las regiones del Sudeste de Asia y del Pacífico. Según Robinson & Galán, (2014) los principales grupos genómicos cultivados reportados son: Grupo AA son pequeños, dulces con un color amarillo dorado; Grupo AAA son grandes y gruesos con un color muy atractivo: Grupo AAAA es la cruza entre los AA y los AAA

El plátano verde (Figura 2) destaca por su interesante composición nutricional. De acuerdo con Anjuwon et al. (2019), contiene: Humedad: 18,20 %, Cenizas: 2,95 %, Lípidos: 1,03 %, Proteína: 8,32 %, Fibra: 11,03 %, Carbohidratos: 58,47 %, Valor energético: 5636 kcal por cada 100 kg.

Uno de los principales productos derivados del plátano verde es su harina, ampliamente utilizada en alimentos por sus beneficios para la salud. Esta harina es rica en almidón resistente, el cual, según Fida et al. (2020), ayuda a reducir los niveles de azúcar en sangre, controlar el apetito y mejorar la digestión. Además, su uso es ideal para la elaboración de productos sin gluten como pan, pasta y confitería (Amini et al., 2019; Fida et al., 2020).



Figura 2. Plátano verde infrautilizado (*Mussa Acuminata*)

1.1.4 Uso de harinas en productos lácteos fermentados

La harina ha sido uno de los ingredientes más importantes en preparaciones tradicionales de alimentos como el pan, la torta o la pasta durante mucho tiempo; de hecho, la harina de trigo ha sido la harina más utilizada gracias a sus propiedades tecnológicas y sensoriales (Lima, Otero et al., 2019). Sin embargo, el aumento de enfermedades como la celiaquía, la aparición de intolerancias alimentarias, y los cambios en las pautas de consumo alimentario, han propiciado la búsqueda de alternativas de ingredientes en otros segmentos de la industria alimentaria como la fabricación de yogur (Singh et al., 2018).

En este sentido, la inclusión de harinas no convencionales, a partir de frutas, tubérculos, legumbres, pseudocereales, almidón resistente, minerales y compuestos bioactivos en la Fórmulación de yogures, contribuye a la obtención de productos nutricionalmente mejorados y sin gluten, que podrían tener beneficios potenciales para la salud digestiva y metabólica de quienes lo consumen (Cooperstone y Schwartz, 2016) . Al contrario de los productos horneados donde la harina tiene una función estructural, en el caso de los yogures las harinas no convencionales tienen una aplicación como espesantes, estabilizantes o ingredientes funcionales, mejorando la textura, la viscosidad o el rendimiento del producto.

La literatura disponible evidencia investigaciones que abordan la sustitución parcial o total de los extensores tradicionales de yogur (gelatina, almidones modificados, goma guar, etc.) por harinas naturales, sin que esto implique el riesgo de comprometer la calidad sensorial o la estabilidad del producto durante su vida útil. No obstante, el reto

técnico se basa en encontrar las proporciones adecuadas para obtener un producto final que mantenga su aceptabilidad, ya que algunas harinas pueden provocar cambios de color, sabor o consistencia.

En países donde el trigo o los suministros de cosecha importada tienen un precio elevado, la opción de uso de harinas locales a partir de cultivos de la región o como subproductos agroindustriales, por ejemplo, plátano no comercializable o pulpa de frutas puede suponer una modificación económica y medioambientalmente viable (Mishra, Mishra et al., 2023). Así los yogures pueden ser específicamente diferenciados enfocados hacia los nichos de mercado de personas celíacas, como aquellas personas que siguen dietas que limitan los carbohidratos o aquellas con interés en los alimentos funcionales.

Finalmente, el uso de harinas alternativas en la fabricación de yogur no solo responde a las tendencias de valorizar productos más sanos y personalizados, sino que también abre la puerta para revalorizar materias primas infrautilizadas, permitir el añadido de valor a nivel local y fomentar la innovación de productos de la industria láctea.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de harina de pulpa de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) y harina de residuos de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en el desarrollo de un yogur entero

1.2.2 Objeticos específicos

- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de viscosidad de yogur entero.
- Establecer la calidad sensorial de yogur entero.
- Evaluar la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las muestras de yogur entero.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Obtención de harinas

Para obtener las harinas se empleó la metodología descrita por (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021a), el brócoli se obtuvo de un mercado local de la ciudad de Ambato, dicha materia prima fue sometida a un proceso de limpieza con agua y cepillado hasta eliminar todas las impurezas que se encuentran en la superficie. Se utilizó la flor, el tallo y hojas del brócoli en donde se realizaron cortes de ≈3 mm y se colocaron 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 se molieron en un molino para granos (Inox, Riobamba, Ecuador). La molienda se realizó mediante el proceso de trituración hasta obtener un polvo fino. Todas las muestras fueron empacadas herméticamente y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su posterior análisis(Norma Técnica Ecuatoriana, 2015). Las harinas de plátano no comercial fueron facilitadas por el proyecto de investigación interinstitucional Universidad Técnica de Ambato – Universidad Politécnica de Valencia, resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.UTA-UPV.

2.1.2 Elaboración del yogur

El proceso de elaboración de yogur se basa en la metodología propuesta por Soria et al. (2020) & Zamorán (2020), que inicia con la recepción y análisis de leche cruda según la norma NTE INEN 2395 (2011). Tras verificar la calidad y filtrar la leche, se adicionan harinas (control, brócoli y plátano no comercial) al 0,09 %. La leche se pasteuriza a 85°C por 30 minutos y al enfriarse a 45°C, se inocula con cultivo liofilizado (DANISCO) según indicaciones del fabricante. La incubación a 40°C dura de 6 a 8 horas, la fermentación finaliza cuando el pH de la mezcla sea 4,6. Alcanzado este pH, se enfría a ~ 3 - 5 °C, para romper el coágulo se bate por 1 minuto hasta homogeneizar, se envasa y refrigera entre 3 y 5 °C. El contenido de harina en la Fórmulación 1 es de 50 % Harina de Brócoli y 50 % de Harina de Plátano comercial mientras que en la Fórmulación 2 se varió la concentración de la Harina de Brócoli al

75% y la Harina de Plátano no comercial 25% generando una concentración diferente a la Fórmulación 1 .

Tabla 1. Fórmulaciones empleadas para elaboración de yogur a base de Harina de Brócoli y Plátano no comercial

Ingrediente	**Fórmulación**		
	Control	Fórmulación 1	Fórmulación 2
Leche	1 litro	1 litro	1 litro
Cultivo Iniciador	0,05g	0,05g	0,05g
Azúcar	6 g	6 g	6 g
Harina de Brócoli	-----	50 %	75 %
Harina de Plátano no comercial	--------	50 %	25 %

2.2 Métodos

2.2.1 Composición proximal

Los parámetros de humedad, proteínas, grasa, cenizas, se evaluaron en concordancia a lo descrito en las normas oficiales AOAC 19 927,05, AOAC 923,03, AOAC 2001,11 y AOAC 2033,06. El contenido de carbohidratos se estimó por la diferencia entre los componentes principales. El contenido de proteína se calculó en función del nitrógeno obtenido y se utilizó el factor 6,25. La determinación del contenido de fibra se realizó mediante el método enzimático-gravimétrico (AOAC 985,29) (PRT-701,03-019, 2011) (AOAC 2005). Cada determinación se la realizó por triplicado y los resultados se expresaron en porcentaje. La determinación de cenizas se aplicó el método que establece la normativa (INEN-786, 1985) y su cálculo se realizó en base a la siguiente ecuación

$$\%\ de\ cenizas = \frac{(m_2 - m)}{m_1 - m} * 100$$

Donde:

m: masa del crisol vacío

m1: masa del crisol con la muestra antes de la incineración

m2: masa del crisol con las cenizas

2.2.2 Valor energético

El contenido calórico se estimará en x100g, debido a que la suma global de calorías de cada componente es el valor energético de cada uno, grasa (x9 kcal/g), proteína (x4 kcal/g), carbohidratos (x4 kcal/g) y fibra (x2 kcal/g).

2.2.3 Parámetros fisicoquímicos en el yogur

pH y Acidez

El pH se midió mediante un potenciómetro (HANNA HI 9126, Rhode Island, RI, EE.UU.). La acidez se determinó por titulación con NaOH 0.01 N, se utilizó como indicador fenolftaleína, en base a la norma de NTE INEN 783 (1985), la acidez se expresó en porcentaje de ácido láctico (De Brabandere & De Baerdemaeker, 1999). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Color

La determinación de los parámetros de color CIE Lab L* (luminosidad), a* (rojo/verde), y b* (amarillo/azul), se midió mediante un colorímetro Lovibond que fue calibrado con un iluminador D65 y un observador estándar D10. Se realizaron mediciones en varias zonas del yogur siguiendo la metodología descrita por Salazar, Arancibia, Ocaña, et al (2021b).

Actividad de agua

La a_w (actividad de agua) se determinó según la normativa (Norma ISO, 2017), por medio de un medidor de actividad acuosa (Aqualab serie 3te, Decagon devices inc., Pullman, EE. UU), mediante el método de punto de rocío. Las mediciones se realizaron por triplicado.

2.2.4 Consistencia y viscosidad

Viscosidad

La viscosidad se evaluó en un viscosímetro Quimis modelo q890M21. Este equipo es un viscosímetro rotativo microprocesado que opera a 220 V y tiene un rango de medición de 100 a 600 mPa·s (miliPascal por segundo). Para cada medición, se colocaron 800 µl de la muestra en el viscosímetro. Con el fin de asegurar la precisión y confiabilidad de los datos, este procedimiento se repitió por triplicado, siguiendo la metodología empleada por Luna & Gutiérrez (2024).

Consistencia

La consistencia se determinó mediante el uso del consistómetro Bostwick ZXCON; para hacer uso de este equipo fue necesario colocarlo en una superficie plana y firme, se procedió a regular el consistómetro mediante el ajuste de los tornillos niveladores. La muestra de yogur se colocó en el depósito y una vez cerrada la puerta se liberó el gatillo y se estableció la distancia que recorrió la muestra en 30 segundos(Boukid et al., 2021). Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

2.3 Evaluación de la calidad sensorial de yogur entero

Los parámetros sensoriales de los yogures desarrollados con harina de pulpa de plátano no comercial (*mussa acuminata*) y harina de residuos de brócoli (*brassica oleracea var. itálica*) y control, fueron evaluados por un grupo de 20 catadores entrenados. Los catadores evaluaron atributos de color, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad en base a una prueba de aceptación para lo cual se utilizará una escala hedónica de 3 puntos, donde 3 corresponde a *me gusta*, 2 *no me gusta ni me disgusta* y 1 a *me disgusta*, los catadores recibirán galletas de sal y agua entre muestra y muestra con la finalidad de limpiar los sabores residuales.

2.4 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento

Para evaluar la estabilidad de pH, acidez y color se realizaron mediciones de los parámetros indicados cada 7 días hasta completar los 30 días de almacenamiento del producto. Las mediciones de pH, acidez y color se desarrollaron en base a la metodología descrita previamente. Todos estos parámetros son una medida

fundamental como indicadores de calidad, grado de salubridad y preservación del producto final elaborado.

2.5 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorio simple; en donde se conoció el efecto que tiene la adición de harinas de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) y pulpa de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un yogur. Los datos obtenidos se analizaron en el programa estadístico Infostat (versión 2020e), la varianza se realizó mediante la prueba ANOVA de una o dos vías, la comparación de medias se realizó mediante la prueba Tukey con un 5 % de nivel de significancia y un 95 % de nivel de confianza.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Aspecto visual del yogur

En la Figura 3 se muestra el aspecto visual que tiene el yogur elaborado con las diferentes Formulaciones. No se evidencia un cambio perceptible a simple vista entre el yogur elaborado con la inclusión de harinas de brócoli y plátano y la muestra control, la única forma de denotar que hay cambios entre Formulaciones es la presencia de pequeños fragmentos de las harinas en las muestras enriquecidas con harinas no convencionales. Con relación a la formación del gel, todas las muestra cuentan con un gel estable Marulanda Mateo et al (2019) menciona que tanto en el aspecto reológico como sensorial y la textura son aspectos esenciales para los consumidores, en relación a la adición de harinas (Salazar Garcés & Orellana Albarracin, 2023) menciona que la inclusión de harinas ayudan a una mejor formación del gel e incrementa la viscosidad a medida que aumenta la concentración que se utilice, las Fórmulaciones que contienen harinas exhiben una mayor viscosidad en comparación con la muestra control.



Figura 3. Apariencia visual de yogur entero y sus Formulaciones con Brócoli y Plátano no comercial. A. control yogur entero, B. Formulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %), C. Formulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

3.2 Composición proximal

Los resultados de la composición proximal de las muestras de yogur se muestran en la Tabla 1. Los resultados permiten evidenciar que las Formulaciones enriquecidas con harinas de brócoli y plátano no comercial Fórmula 1 y Fórmula 2 presentan mejor valor nutricional. Las dos fórmulas que contienen las harinas presentan humedad similar, así como contenido de proteína y fibra mayor, estos resultados muestran que

dadas las características nutricionales el yogur podría contribuir con mayor valor biológico y beneficios digestivos a los consumidores. La Fórmula 1 destaca con un valor de 25,632 % en proteína y 15,07 % en fibra mientras que la Fórmula 2 presenta un valor de 11,34 % de proteína y 3.97 % de fibra adicionales, atribuido probablemente a la composición de la harina de brócoli, estos resultados son comparables con los reportados por Salazar Garcés & Orellana Albarracin (2023) que reportaron que el uso de cultivos andinos en la producción de yogur genera un aumento en el contenido de proteína y fibra. En relación al contenido de materia grasa, la Fórmula 1 es similar al control, mientras que en la Fórmula 2 se observa una reducción del 23,9 %, con base al contenido de materia grasa en esta Formulación se la podría catalogar como un producto medio en grasa. Los carbohidratos de la Fórmula 1 son comparables con la muestra control, en la Fórmula 2, se observa una reducción de un 31.74 %. Karnopp et al (2017) describe en su investigación que los valores obtenidos son bajos a comparación de un yogur de jugo de uva morada, los resultados mostraron que es un producto beneficioso para ciertos sectores de consumo como diabéticos. El contenido de cenizas es un indicativo del contenido de sales minerales en los alimentos, se observa que la Fórmula 1 (2.50 %) tiene una cantidad inferior a comparación del control y de forma muy considerable en la Fórmula 2 (80.50 %). Minago Tatiana (2023) menciona que los parámetros de control que se ha encontrado en otros estudios similares varían entre el rango de 0,7 ± 0,01 hasta 1,4 ± 0,05, lo que indica existen valores superiores a lo que exige la normativa, la AOAC, (2020) establece que el parámetro debe estar en 5± 0,01 por lo que el control y la Fórmula 1 están dentro del parámetro que establece la AOAC, mientras que Fórmula 2 está un valor superior que no cumple con el parámetro de control, realzando su perfil mineral. Finalmente, la Fórmula 1 exhibe una drástica reducción calórica del 66.60 %, posicionándola como un producto de muy bajo valor energético, mientras que la Fórmula 2 también reduce sus calorías en un 18.02 %.

Tabla 2. Composición proximal del yogurt con adición de harina de brócoli y plátano no comercial.

Parámetros	Control	Fórmula 1	Fórmula 2
Humedad (%)	81,89±0,05[a]	80,72±0,25[b]	80,58±0,24[b]
Proteína (%)	3,16±0,01[c]	3,97±0,01[a]	3,52±0,01[b]
Grasa (%)	5,13±0,01[a]	5,10±0,01[a]	3,90±0,01[b]
Fibra (%)	2,25±0,01[c]	2,60±0,01[a]	2,34±0,01[b]
Carbohidratos (%)	3,56±0,02[a]	3,50±0,25[b]	2,43±0,24[c]
Cenizas (%)	4,00±0,05[b]	4,10±0,05[b]	7,22±0,00[a]
Calorías Totales (Kcal/100 g)	77,61±0,06[a]	25,89±0,99[c]	63,62±0,95[b]

Control yogur entero. Formulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Formulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

3.3 Propiedades Fisicoquímicas

3.3.1 pH y Acidez a transcurso del tiempo

La evaluación de las propiedades fisicoquímicas del yogur tras el primer día de su elaboración permite evidenciar una disminución del pH (F1: 4.53, F2: 4.40 vs. Control: 4.67) y un aumento de la acidez titulable, lo que representa un proceso beneficioso para la estabilidad microbiológica y para la prolongación de la vida útil del producto (Minago Tatiana, 2023). Este comportamiento se puede atribuir a la naturaleza del producto ya que efectivamente durante el proceso de producción el pH de la muestra tiende a pH cercano a 4,6, esto con la finalidad de desestabilizar la proteína y formar el gel característico del yogur. La actividad de agua (a_w) se mantuvo constante para todas las muestras; resultados que se encuentran en concordancia con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 076 (2014), el cual determina que para las bebidas lácteas fermentadas se establece una a_w mayor a 0.95. Adicionalmente, la adición de harinas influye inmediatamente sobre la apariencia visual: la luminosidad (L*) disminuye (F1: 67.84, F2: 66.26 vs. Control: 78.58), el valor a* se desplaza hacia el verde (F1: -0.27, F2: -0.28 vs. Control: -1.57) y el valor b* se incrementa fuertemente (F1: 11.96, F2: 12.17 vs. Control: 5.75), lo que permite suponer que los pigmentos del brócoli y el plátano dan un matiz más oscuro, verdoso y amarillento,

coincidiendo con la afirmación de Salazar Garcés y Sisa Aguagallo (2023), acerca del efecto de las harinas en la coloración de los yogures. Los resultados evidencian la posibilidad de desarrollar yogures con mejor perfil nutricional (más proteína, fibra, minerales y menos grasa/calorías) y una posible buena estabilidad microbiológica, aunque las variaciones en la acidez y en la morfología llevan consigo una evaluación sensorial muy precisa para asegurar que la que se obtenga sea buena de acuerdo a las personas que lo consumen.

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas del yogur con adición de harina de Brócoli y Plátano no comercial día inicial.

Parámetros	Control	F1	F2
pH	4,67 ± 0,05 [a]	4,53 ± 0,05[a]	4,40 ± 0,05[a]
Acidez	7,64 ± 0,12[a]	8,14 ± 0,12[a]	8,36 ± 0,12[a]
a_w	0,99 ± 7,6E-4 [a]	0,99 ± 7,6E-4[a]	0,99 ± 7,6E-4[a]
L*	78,58 ± 0,87[c]	67,84 ± 0,87[a]	66,26 ± 0,87[a]
a*	-1,57 ± 0,19[b]	-0,27 ± 0,19[b]	-0,28 ± 0,19[a]
b*	5,75 ± 0,15[a]	11,96 ± 0,15[c]	12,17 ± 0,15[b]

Control yogur entero. Formulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Formulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

3.4 Viscosidad

Las propiedades reológicas, especialmente la viscosidad, son atributos críticos de la calidad del yogur, influyen directamente en la percepción sensorial (textura, cuerpo, untuosidad) y la estabilidad del producto. En la Figura 4 se muestran los resultados del comportamiento reológico que tiene el yogur con harina de brócoli y plátano no comercial. Los resultados de la viscosidad aparente (mPa) vs la velocidad de cizalla (1/s), permiten establecer que las muestras control, F1 y F2 tienen un comportamiento pseudoplástico o de resistencia al cizallamiento, debido posiblemente a que las harinas generan una estabilidad en el gel genera resistencia al cizallamiento, este comportamiento es típico de los yogures, el proceso de determinación establece que la viscosidad es directamente proporcional a la velocidad de cizallamiento ya que a mayor velocidad de cizalla disminuye la viscosidad relativa del producto (Del Pozo., 2024). Al comparar las tres Formulaciones, es evidente que tanto F1 como F2

presentan una viscosidad aparente considerablemente mayor que el yogur control en todo el rango de velocidades de cizalla, siendo F2 la Formulación más viscosa, alcanzando valores de aproximadamente 7.7 mPa en reposo frente a los 6.35 mPa del control y 6.55 mPa de F1. Esta diferencia se puede atribuir a varios factores como la adicción de las harinas su concentración y comportamiento como factores físicos y como factores fisicoquímicos encontramos que la variación del pH y su acidez también juega un punto esencial en el comportamiento del mismo.

La composición de macronutrientes tiene un papel fundamental, en este contexto, las Fórmulas 1 y 2 muestran un mayor contenido de proteína. Las proteínas lácteas, como la caseína, son los principales formadores de la red gelificada en el yogur (Tusa Guzmán & Díaz Monroy, 2023), entre más cantidad de proteína la red es más densa, la combinación de fibra dietética también ayuda ya que el uso de harinas cumplan la función de agente espesante y gelificante, las harinas son muy eficaces debido a su alta capacidad de retención de agua y habilidad para formar matrices tridimensionales que atrapan el agua libre (Dong et al., 2022), esto afecta directamente al aumento de la viscosidad de las Formulaciones y del control. Aunque la Fórmula 2 tiene ligeramente menos proteína que F1, su viscosidad está relacionada a la diferencia de concentración de la harina de brócoli ya que contiene una mayor cantidad que la Fórmula 1 lo que le permite una estabilidad del gel más robusta.

Por otro lado, el pH y la acidez son puntos críticos para la viscosidad en el yogur, las Formulaciones enriquecidas con harinas muestran un pH más bajo con relación al control y una mayor acidez titulable en comparación con el control. En el proceso de fermentación del yogur el proceso de disminución de pH por la presencia de ácido láctico induce a que las micelas de caseína generen redes proteicas tridimensionales formando geles de mayor estabilidad al transcurso del tiempo. Finalmente, con los resultados relacionados con la humedad, según Dong et al (2022) en su estudio menciona que hay una mayor concentración de solidos lo que produce una mayor viscosidad en el producto.

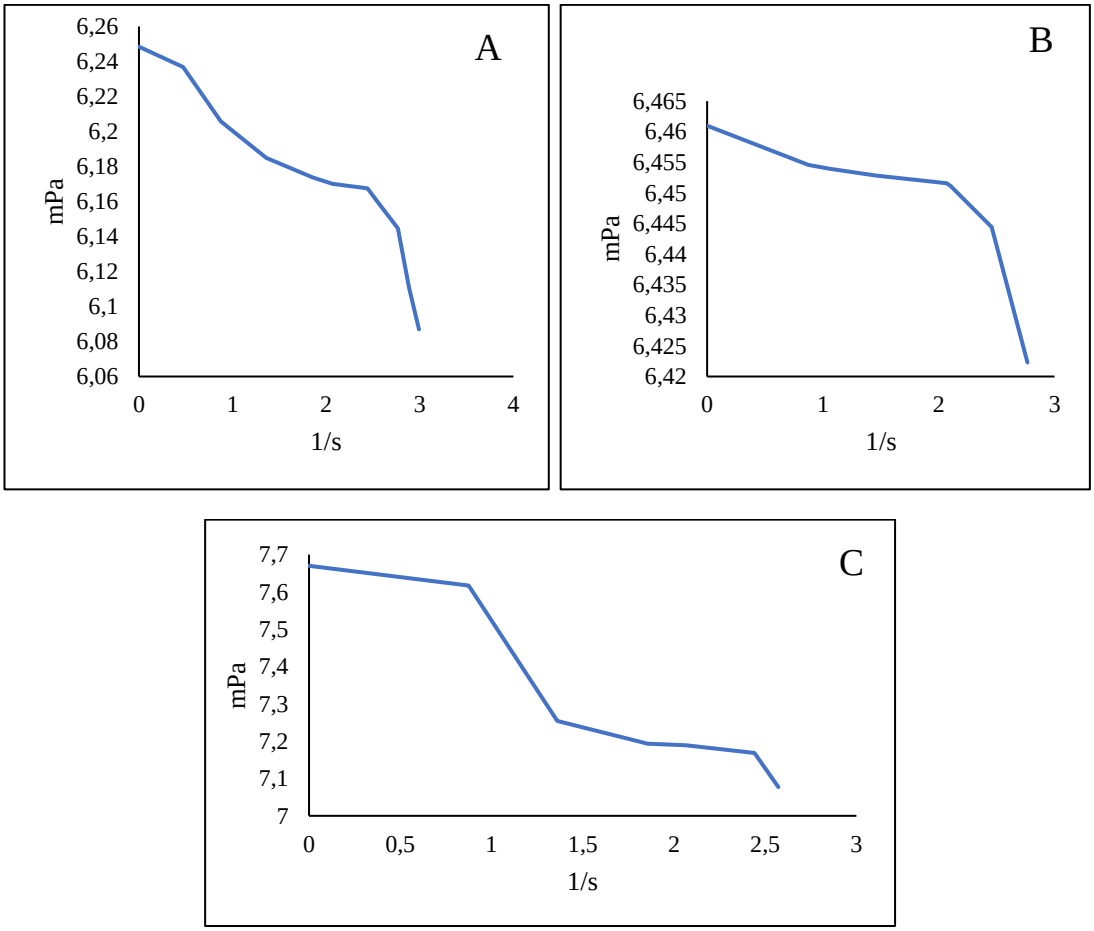


Figura 4. Viscosidad de muestras de yogur con harina de brócoli y plátano no comercial. A. control yogur entero, B. Formulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %), C. Formulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

3.5 Consistencia

En la Tabla 3 se analiza el comportamiento de las diferentes muestras con el consistómetro de Bostwick. Los resultados muestran que la muestra control tiene una menor consistencia en relación con la Formulación 1 y 2 obteniendo 16,5 unidades en el consistómetro de Bostwick, mientras que en la Formulación 2 se puede observar una consistencia mayor con 17,33 unidades, lo cual coincide con los datos que se obtuvo en el análisis de viscosidad donde esta fórmula mostró mayor viscosidad que las otras muestras. Por otro lado, el pH también es un factor determinante ya que un pH más bajo favorece a una mejor estabilidad del gel y una mejor red proteica ya que es más densa (Mongkontanawat & Khunphutthiraphi, 2022). La desestabilización y agregación de micelas de caseína resultan en un gel más firme y consistente, permitiendo una mejor estabilidad en el tiempo. Según Díaz et al (2004) las proteínas

son la principal estructura que construye el gel ya que a mayor concentración proteica mayor resistencia a la deformación, como se puede observar en las tablas 1 y 2 la Formulación 1 contiene más fibra y proteína que la Formulación 2, los otros factores como Humedad y pH son determinantes, Bustamante Lelis (2025) menciona que a la variación de estos influye en la consistencia y viscosidad del yogur.

La relación entre los datos reológicos (viscosidad, consistencia) y sus características sensoriales permite establecer que la Formulación 2 tiene una mejor firmeza y cuerpo.

Tabla 4. Consistencia del yogur con el Consitómetro de Bostwick.

Muestra	Consistencia	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
Control	16,5	30	7,5
Fórmulación 1	17	30	8,2
Fórmulación 2	17,333	30	8,2

Control yogur entero. Formulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Formulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

3.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial constituye una herramienta fundamental para evaluar la aceptabilidad de productos alimenticios, permite identificar los cambios en la Formulación que afectan la percepción del consumidor. En este estudio, participaron 15 panelistas entrenados, quienes evaluaron diversas características organolépticas del yogur enriquecido con harinas de brócoli y plátano (Fórmulas 1 y 2), en comparación con una muestra control, los resultados del índice de aceptabilidad se muestran en la Figura 5.

Las Fórmulas 1 y 2 mostraron una puntuación menor al control, el aspecto visual juega un papel importante en la percepción de los alimentos, Mongkontanawat & Khunphutthiraphi (2022) menciona que el cerebro con ciertos colores puede generar una predisposición a asociar colores con olores, lo que implica que la incorporación de las harinas de brócoli y plátano ha introducido nuevos compuestos aromáticos que, si bien no son desagradables, son menos familiares y preferidos o intensos que el aroma lácteo del yogur convencional.

Los resultados del color mostraron que la muestra control fue más aceptada, estos resultados al ser asociados con los resultados de color (L*, a*, b*), en el cual presentó

mayor luminosidad (L*) y menor tendencia hacia tonos verdosos o amarillentos, las fórmulas F1 y F2, al presentar una coloración más oscura, recibieron puntuaciones más bajas. Según Mongkontanawat & Khunphutthiraphi (2022), colores fuera de la gama tradicional del producto suelen asociarse con deterioro o baja calidad, afectando negativamente la aceptabilidad visual.

El sabor y la aceptabilidad mostraron la misma tendencia en la apreciación sensorial, el Control sobresale en el atributo de sabor. Las Fórmulas 1 y 2 muestran puntuaciones inferiores, siendo la Fórmula 2 ligeramente menos preferida. Este resultado podría ser explicado en relación a los parámetros de pH y acidez; en donde F1 y F2 presentaron un pH más bajo y una mayor acidez titulable, en este sentido una mayor acidez puede ser percibida como un sabor más agrio o menos dulce, lo que podría reducir la aceptabilidad del sabor general si no se equilibra adecuadamente. Además, las harinas podrían introducir sabores no familiares en este tipo de productos (vegetales, terrosos, ligeramente amargos del brócoli; dulzones/astringentes del plátano) que alteran el perfil de sabor tradicional del yogur.

En el parámetro de textura en contraste con los atributos anteriores, muestra una clara tendencia de aceptabilidad superior al control, La Fórmula 1 y el Control tienen puntuaciones muy similares, mientras que la Fórmula 2 presenta la puntuación más alta. Esto se correlaciona directamente con el análisis de viscosidad y composición, los resultados mostraron que F1 y especialmente F2 eran significativamente más viscosas que el control. En este contexto, un mayor contenido de proteína y fibra en F1 y F2, junto con un pH más bajo que favorece la formación de la red proteica, contribuyen a una textura más densa y firme. La mayor viscosidad de F2, posiblemente se podría atribuir a la mayor capacidad de retención de agua de la fibra o una interacción específica, parece ser positivamente valorada por los panelistas en términos de textura.

La aceptabilidad de las muestras que predomina entre los panelistas es la muestra control, lo que permite deducir que los parámetros de olor, color y sabor son puntos críticos a la hora de establecer la aceptabilidad del producto, en este sentido, Luna & Gutiérrez (2024) menciona que los productos que contengan una variación considerable en color olor y sabor tiene que ser *camuflado* con aditivos como colorantes o saborizantes que contrasten con los puntos antes mencionado, esto con la finalidad que el consumidor no asocie los colores ni los olores con los productos

funcionales que podrían tener un mal sabor o un mal color.

El atributo de Apariencia sigue un patrón similar al color, la muestra control es la más preferida. Las Fórmulas 1 y 2 tienen puntuaciones más bajas (alrededor de 2.000 y 1.800), confirmando que las modificaciones visuales (oscurecimiento, tonalidades no tradicionales) no son tan deseables como la apariencia estándar del yogur. La apariencia es un dato primordiales a la hora de comercializar el producto, Salazar et al (2021) mencionan que los colores no convencionales producen descarte de los productos ya que los productos ya no son tan deseables en apariencia, según los panelistas la muestra control es la de mejor apariencia a diferencia de sus homologas que obtuvieron puntuaciones más bajas, confirmando lo que Karnopp et al (2017) menciona en relación a los colores que juegan un rol fundamental en apariencia y aceptabilidad de un producto.

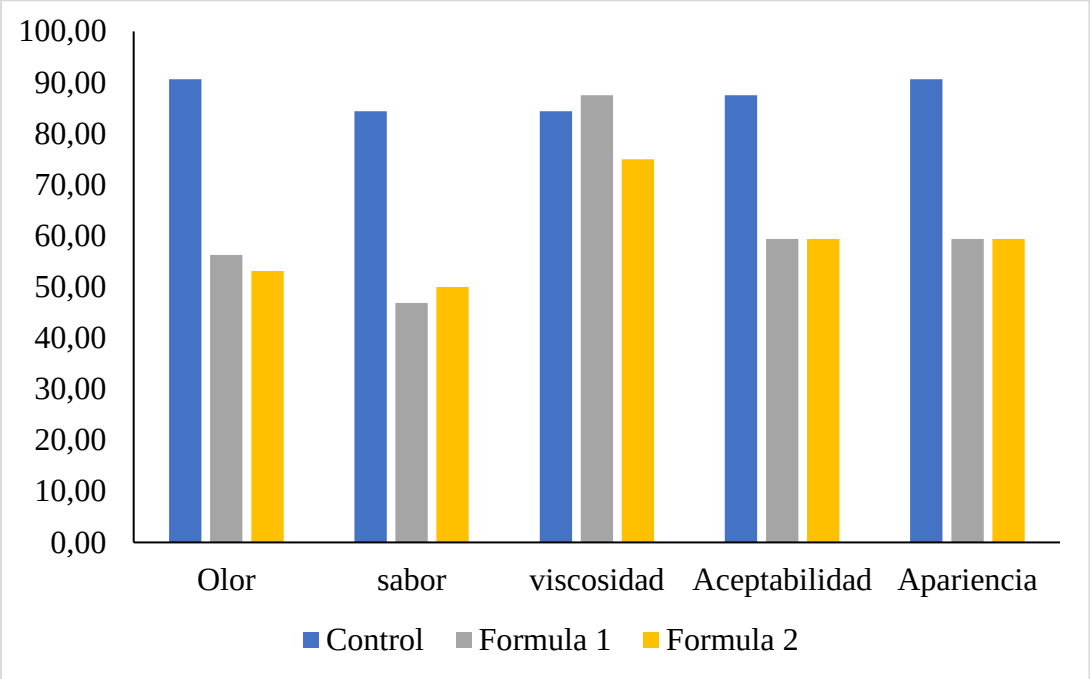


Figura 5. Índice de Aceptabilidad de yogur con harina de residuos de brócoli y plátano no comercial. Control yogur entero. Formulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Formulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

3.6 Estabilidad de pH, acidez y color

3.6.1 pH y Acidez

El análisis de estabilidad de pH y acidez durante 30 días de almacenamiento se muestran en la Figura 6. El pH (Figura 6 A) es un punto crítico de la estabilidad del

yogurt, las muestra enriquecidas con harina de brócoli y plátano no comercial muestran valores de pH menores que el control durante los 30 días de almacenamiento, se observó la tendencia a decrecer y estabilizarse a transcurso de los días, Tusa Guzmán & Díaz Monroy (2023) afirman que un incremento del pH en productos lácteos fermentados sugiere el agotamiento de sustratos fermentables para las bacterias lácticas, el crecimiento de microorganismos indeseables como levaduras y mohos que metabolizan el ácido láctico residual, o la actividad de enzimas proteolíticas que liberan compuestos básicos al degradar proteínas.

En la Figura 6 B se observa la evolución de la acidez durante 30 días de almacenamiento. Los resultados Muestran que los niveles de acidez en el día 0 de las Fórmulas 1 y 2 son más altas que el control, lo que tiene relación con el pH cuyos valores son inferiores al control (Tipán Edison, 2023) La actividad del metabolismo de los cultivos lácticos del yogur es permanente, transformando los azúcares en ácido láctico. La conversión cambia dependiendo de las Formulaciones, sobre todo porque las Fórmulas 1 y 2 incluyen harinas de brócoli y plátano, las cuales muestran acidez más elevada, esta acidez elevada se podría atribuir al contenido de carbohidratos en las. El día 14 se obtuvo el valor de acidez máxima y el pH mínimo, un indicativo de la fermentación activa que se produce por la acción esperada de las bacterias lácticas durante el proceso de fermentación (Miguez Gabriel, 2024). El día 21 se observa que la acidez se estabiliza, lo que puede ser indicativo de la restricción del sustrato o la disminución de la actividad de las bacterias lácticas (Salazar Garcés & Sisa Aguagallo, 2023).

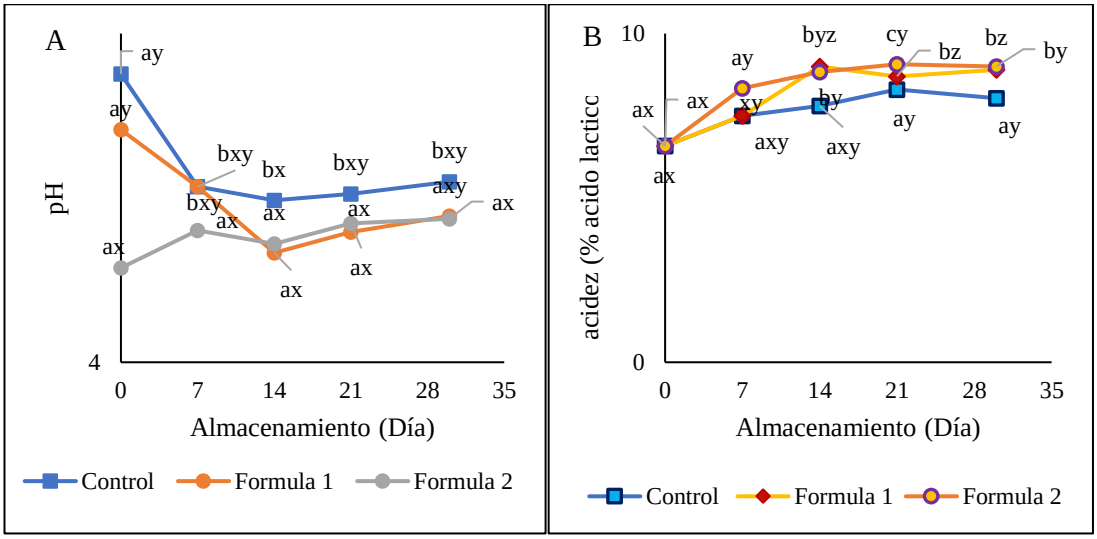


Figura 6. Evolución del pH y acidez en función del tiempo de almacenamiento. Los resultados corresponden a la media más la desviación estándar. Las letras (a,b,c…) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y las letras (x, y, z…) indican que existen diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo. Control yogur entero. Fórmulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Fórmulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

3.7 Color

La evolución de los parámetros de color L*, a* y b* durante 30 días de almacenamiento se muestran en la Figura 7. Desde el inicio del almacenamiento, las muestras en las que se adiciono harina de brócoli y plátano presentaron diferencias en comparación con el control. Durante el almacenamiento, se observó que en la muestra control la luminosidad se mantuvo relativamente estable, mientras que las Formulaciones F1 y F2 mostraron mayor variabilidad. Por otro lado, F2 presentó una leve disminución en su valor de L*, indicando un oscurecimiento progresivo, mientras que F1 acentuó su menor luminosidad inicial, con cambios más marcados. Estos cambios podrían deberse a modificaciones en la matriz del producto, posiblemente relacionadas con la degradación o transformación de pigmentos presentes en las harinas añadidas. Con relación al parámetro a*, el control mantuvo valores positivos estables, con una tonalidad ligeramente rojiza, en las dos Formulaciones con harina de brócoli se observan valores negativos o próximos a cero (−0.27 en F1 y −0.28 en F2), mostrando una tendencia hacia tonalidades verdes. En cuanto al parámetro b* se observan valores más elevados asociado con la tendencia al color amarillo, las muestras enriquecidas mostraron una tendencia a los amarillos elevada, que disminuyo con el tiempo. Esta reducción podría estar relacionada con la oxidación de carotenoides u otros pigmentos amarillos presentes en las harinas, o bien con procesos de pardeamiento no enzimático (como la reacción de Maillard) que oscurecen la matriz y reducen la percepción visual del tono amarillo.

.

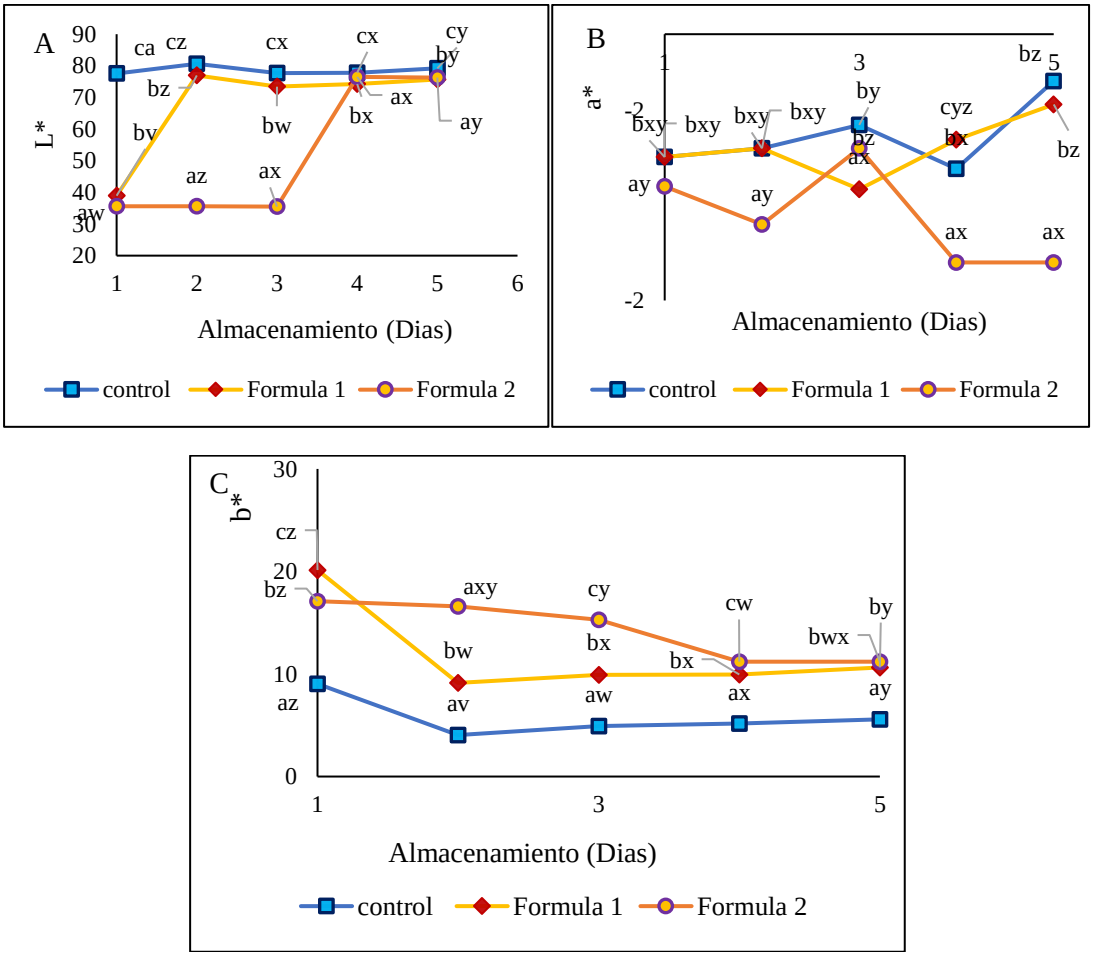


Figura 7. Evolución del color en función del tiempo de almacenamiento. Los resultados corresponden a la media más la desviación estándar. Las letras (a,b,c…) indican diferencias significativas en cada tratamiento, y las letras (x, y, z…) indican que existen diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo. Control yogur entero. Formulación 1 (Harina de Brócoli 50 % y Harina de Plátano 50 %). Formulación 2 Harina de Brócoli 75 % y Harina de Plátano 25 %

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

- Los resultados demostraron que la combinación de harinas de pulpa de plátano y de residuos de brócoli en las Formulaciones de yogur aumentó significativamente el contenido de proteínas y de fibra, sobre todo en la Fórmula 1. La humedad y la grasa en la Fórmula 2. Los parámetros fisicoquímicos mostraron estabilidad del yogur y la viscosidad mostró que los yogures describen un comportamiento pseudoplástico, siendo más elevada en las Formulaciones enriquecidas, lo que indica que existe una mejor estructura de gel y una mayor resistencia a la deformación, coherente con las propiedades reológicas que se buscaban.
- Las evaluaciones sensoriales demostraron que todas las Formulaciones con harinas de plátano y de brócoli lograron puntuaciones aceptables en sus atributos de color, aroma, sabor y textura; la Formulación 2, con una mayor viscosidad y consistencia, fue considerada más firme y con mejor cuerpo, lo que sugiere una buena aceptación sensorial, aunque se deben tener en cuenta los cambios de color y de sabor relacionados con la pigmentación vegetal y el ácido en futuras adaptaciones con la intención de mejorar la aceptabilidad de los productos obtenidos.
- Los perfiles de pH y de acidez fueron relativamente estables en el periodo de almacenamiento, indicando buena estabilidad de los yogures enriquecidos. Los cambios en el color, y concretamente un incremento en b* y a* lo que indica la presencia de pigmentos vegetales que aportan las harinas, fenómenos que pueden llegar a modificar la apreciación visual del producto por la coloración y tendencia a* y b*, sin embargo, esto no afecto a los beneficios desde el punto de vista sensorial y nutricional del producto final.

REFERENCIAS

Recursos Bibliográficos

Amini, A., Birch, J., & Ahmed, A. (2019). Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. Journal of Food Science and Technology, 56(2), 548–559. https://doi.org/10.1007/s13197-018-03562-z

Ahmad, T., & Danish, M. (2018). Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review. *Journal of Environmental Management, 206,* 330-348. doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.061

Anjuwon, T., Shuaibu, M., & Adeyemi, O. (2019). Comparative Study on Nutritional Composition of Six Musa acuminata Pulp Varieties Available in Zaria, Nigeria. International Journal of Biochemistry Research & Review, 28(November), 1–9. https://doi.org/10.9734/ijbcrr/2019/v28i230139

AOAC. (2002). AOAC Official Method 2001.11 Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds. https://img.21food.cn/img/biaozhun/20100108/177/11285182.pdf

AOAC. (2020). *Metodos de Ensayo* .

Argel, N. (2022). Diseño y desarrollo de productos cárnicos magros adicionados con fuentes vegetales de elevado valor nutricional [Universidad Nacional de La Plata]. https://doi.org/10.35537/10915/138278

Ahmad Khorairi, A. N. S., Sofian-Seng, N. S., Othaman, R., Abdul Rahman, H., Mohd Razali, N. S., Lim, S. J., & Wan Mustapha, W. A. (2023). A Review on Agro-industrial Waste as Cellulose and Nanocellulose Source and Their Potentials in Food Applications. Food Reviews International, 39(2), 663–688. https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1926478

Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2017). A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. Journal of Dairy Science, 100(12), 9987–10013. https://doi.org/10.3168/jds.2017-12981.

Bustamante Lelis. (2025). Evaluación del efecto de la goma de algarroba (ceratonia siliqua) en la estabilidad del yogurt de mashua (tropaeolum tuberosum). *Repositorio Institucional - USS*.https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/14688

Cooperstone, J., & Schwartz, S. (2016). Recent insights into health benefits of carotenoids Elvesier. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100371-8.00020-8

Del Pozo, F. G. (2024, June 5). *Introducción a los cálculos en ingeniería de los alimentos Prácticas con Scilab y Python*. https://isbnecuador.com/catalogo.php?mode=detalle&nt=95576

Díaz, B., Sosa, m, & Véle, J. F. (2004). Universidad Autónoma Metropolitana Unidad. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, *3*, 287–305. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62030307

Dong, R., Liao, W., Xie, J., Chen, Y., Peng, G., Xie, J., Sun, N., Liu, S., Yu, C., & Yu, Q. (2022). Enrichment of yogurt with carrot soluble dietary fiber prepared by three physical modified treatments: Microstructure, rheology and storage stability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *75*, 102901. https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2021.102901

Domínguez-Avila, B. S. ;, Robles-Sánchez, J. A. ;, Ayala-Zavala, R. M. ;, Mannino, G., Shain Zuñiga-Martínez, B., Abraham Domínguez-Avila, J., Robles-Sánchez, R. M., Fernando Ayala-Zavala, J., Villegas-Ochoa, M. A., & González-Aguilar, G. A. (2022). Agro-Industrial Fruit Byproducts as Health-Promoting Ingredients Used to Supplement Baked Food Products. Foods 2022, Vol. 11, Page 3181, 11(20), 3181. https://doi.org/10.3390/FOODS11203181

Escobedo, M. C., Jesús, A., Alvarado, C., & Anderson, C. (2021). Determinación de las propiedades reológicas, texturales y físicas de las semillas de chía (salvia hispánica) y almidón de oca (oxalis tuberosa) modificado en un yogurt batido. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66205

FAO. (2020). *Banana Market Review: Preliminary results for 2019*

Fida, R., Pramafisi, G., & Cahyana, Y. (2020). Application of banana starch and banana flour in various food product: A review. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 443(1), 012057. https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012057

Freitas, L. C., Barbosa, J. R., da Costa, A. L. C., Bezerra, F. W. F., Pinto, R. H. H., & Carvalho Junior, R. N. de. (2021). From waste to sustainable industry: How can agro-industrial wastes help in the development of new products? Resources, Conservation and Recycling, 169, 105466. https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.105466

Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 1334-3:2011. (2011).

ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO.

Jannice Puente Ramírez, E., Romero López, R., Iván Rodríguez Borbón, M., & Alejandro Trejo Mandujano, H. (2015). Aplicación del diseño por mezclas en la industria alimentaria. CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, ISSN-e 2007-0411, Vol. 12, No. Extra 56, 1, 2015, Págs. 140-151, 12(56), 140–151. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7132225

Karnopp, A. R., Oliveira, K. G., de Andrade, E. F., Postingher, B. M., & Granato, D. (2017). Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives. *Food Chemistry*, *233*, 401–411. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.04.112

Lesmana, D., Vianney, Y. M., Goenawan, Y. A., Natalie, K., Sukweenadhi, J., Buschle-Diller, G., Mukti, Y. P., Erawati, C. M., & Purwanto, M. G. M. (2022). Valorization of Peel-Based Agro-Waste Flour for Food Products: A Systematic Review on Proximate Composition and Functional Properties. ACS Food Science and Technology, 2(1), 3–20. https://doi.org/10.1021/ACSFOODSCITECH.1C00353/ASSET/IMAGES/LARGE/FS1C00353_0006.JPEG

Lima, A. A. S., Otero, D. M., Ferreira-Ribeiro, C. D., & da Silva, M. R. (2019). Wheat Substitutes for Gluten-Free Pasta: An Integrative Review. *Journal of Biotechnology Research, 5*(10), 100-106.

Luna, V., & Gutiérrez, P. (2024). Efecto de la adición de harina de orujo de manzana (Malus domestica 'Gala') sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y comportamiento reológico de yogurt batido. Universidad Nacional de Trujillo. https://hdl.handle.net/20.500.14414/21514

Mabry, M. E., Turner-Hissong, S. D., Gallagher, E. Y., McAlvay, A. C., An, H., Edger, P. P., Moore, J. D., Pink, D. A. C., Teakle, G. R., Stevens, C. J., Barker, G., Labate, J., Fuller, D. Q., Allaby, R. G., Beissinger, T., Decker, J. E., Gore, M. A., & Pires, J. C. (2021). The Evolutionary History of Wild, Domesticated, and FeralBrassica oleracea(Brassicaceae). Molecular Biology And Evolution, 38(10), 4419-4434. https://doi.org/10.1093/molbev/msab183

Marulanda Mateo, Granados Clemente, & García Luis. (2019). Análisis sensorial y estimación fisicoquímica de vida útil de una bebida tipo yogur a base de lactosuero dulce fermentada con Estreptococcus Salivarius ssp. Thermophilus y

Lactobacillus Casei ssp. Casei*. *Desalination*, *278*(1–3), 381–386. https://doi.org/10.1016/J.DESAL.2011.05.055

Mazataud, R. (2020). El Sulforafano. Los secretos del principal principio activo del brócoli. Medicina Naturista, 14 (2), 84 – 88. ISSN: 1576-3080

Miguez Gabriel. (2024). *Desarrollo de muffins libres de gluten en base a harina de oca amarilla (Oxalis tuberosa Molina) y papa china (Colocasia esculenta (L.) Schott)*.

Minago Tatiana. (2023). *Efecto del uso de harina de camote morado (Ipomoea batatas L.) y oca blanca (Oxalis tuberosa) en la producción de yogur entero*.

Mishra, B. P., Mishra, J., Paital, B., Rath, P. K., Jena, M. K., Reddy, B. V. V., . . . Sahoo, D. K. (2023). Properties and physiological effects of dietary fiber-enriched meat products: a review. *Front Nutr*, *10*, 1275341. doi:10.3389/fnut.2023.1275341

Mongkontanawat, N., & Khunphutthiraphi, T. (2022). Improved sensory acceptance and cytotoxicity to breast cancer cell line of instant germinated black rice yogurt supplemented with gellan gum. *Research Article Science Technology and Engineering Journal*, *8*(1), 15–29.

Montaner, C., Mallor, C., Laguna, S., & Zufiaurre, R. (2023). Bioactive compounds, antioxidant activity, and mineral content of bróquil: A traditional crop of *Brassica oleracea var. italica*. Frontiers in Nutrition, 9, 1006012. https://doi.org/10.3389/FNUT.2022.1006012/BIBTEX

Morocho, C. & Hidalgo, L. (2018). Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de brócoli (Brassica oleracea L. var, Italica), a campo abierto. Revista ALFA, 2 (5), 117-121. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v2i5.43

Mosquera-Martínez, A. J., Sepúlveda-Valencia, J. U., Ciro-Velásquez, H. J., Vargas-Díaz, S., & Pérez-Escobar, L. (2023). Whole yogurt sweetened with glucose-galactose syrup obtained by nanofiltration: Effect on galactooligosaccharides concentration, physicochemical and sensory properties. Applied Food Research, 3(1), 100272. https://doi.org/10.1016/J.AFRES.2023.100272.

Naumova, N., Lukin, A., & Bitiutskikh, K. (2017). Organoleptic evaluation of the quality of the enriched chopped semi-finished meat products. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering, 10(2), 125–132.

NTE INEN 0012. (1973). Leche. Determinación Del Contenido De Grasa. 53(9),

1689–1699. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/12.pdf

NTE INEN 13. (1956). Determinación de la acidez titulable de la leche. Revista de Sanidad y Asistencia Social, 21(3–4), 129–136. https://ia601901.us.archive.org/31/items/ec.nte.0013.1984/ec.nte.0013.1984.pdf

NTE INEN 1513. (1987). Granos y cereales. Maiz. Determinación del contenido de humedad. 1–18. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1513.pdf

NTE INEN 519. (1980). Nte Inen 519: Harinas De Origen Vegetal. Determinación De La Proteina. Nte Inen, 1(2), 7. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/519.pdf

NTE INEN 520. (2013). HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CENIZA. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520.pdf

NTE INEN 522. (2013). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 522:2013 Primera revisión HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA Primera edición. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/522-1R.pdf

NTE INEN 526. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinacion de la concentracion del Ion Hidrogeno o pH. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1–6. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/526-1R.pdf

NTE INEN. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169 : 2013 Primera revisión. Inen, First Edit, 15. https://gestionambiental.pastaza.gob.ec/biblioteca/legislacion-ambiental/patrimonio_natural/nte_inen_2176_1_agua_calidad_agua_muestreo_tecnicas_muestreo.pdf

Quintero-Herrera, S., Zwolinski, P., Evrard, D., Cano-Gómez, J. J., & Rivas-García, P. (2023). Turning food loss and waste into animal feed: A Mexican spatial inventory of potential generation of agro-industrial wastes for livestock feed. Sustainable Production and Consumption, 41, 36–48. https://doi.org/10.1016/J.SPC.2023.07.023

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 076. (2014). *RTE INEN 076 "Leche y productos lácteos."*

Rodrigues, C. G., Silva, V. D. M., de Freitas e Loyola, A. C., Silva, M. R., Augusti, R., Melo, J. O. F., de Almeida Carlos, L., & Fante, C. A. (2022). Characterization and identification of bioactive compounds in agro-food waste flours. Química

Nova, 45(4), 403–409. https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170853

Romel, R. C. (2012). Alimentos Ciencia e Ingeniería Vol. 20 (1).

Salazar, D., Arancibia, M., Casado, S., Viteri, A., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Green Banana (Musa acuminata AAA) Wastes to Develop an Edible Film for Food Applications. Polymers 2021, Vol. 13, Page 3183, 13(18), 3183. https://doi.org/10.3390/POLYM13183183

Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador. Agronomy 2021, Vol. 11, Page 1693, 11(9), 1693. https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11091693

Salazar Garcés, D. M., & Orellana Albarracin, A. B. (2023). Efecto del uso de harinas de cultivos andinos achira (canna indica) y oca roja (oxalis tuberosa) en la producción de yogur entero. https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/39306

Sharma, V. ;, Tsai, M.-L. ;, Nargotra, P. ;, Chen, C.-W. ;, Kuo, C.-H. ;, Sun, P.-P. ;, Dong, C.-D., Sharma, V., Tsai, M.-L., Nargotra, P., Chen, C.-W., Kuo, C.-H., Sun, P.-P., & Dong, C.-D. (2022). Agro-Industrial Food Waste as a Low-Cost Substrate for Sustainable Production of Industrial Enzymes: A Critical Review. Catalysts 2022, Vol. 12, Page 1373, 12(11), 1373. https://doi.org/10.3390/CATAL12111373

Shende, V. (2021). Understanding the Anti-Hypertensive Potentials of Natural Resources. International Journal of Medical & Pharmaceutical Sciences, 11(01). https://doi.org/10.31782/IJMPS.2021.11101

Singh, R. S., Kaur, N., & Kennedy, J. F. (2019). Pullulan production from agro-industrial waste and its applications in food industry: A review. Carbohydrate Polymers, 217, 46–57. https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2019.04.050

Tipán Edison. (2023). *Efecto del uso de harina de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) y mashua (Tropaeolum tuberosum) en la producción de yogur descremado*.

Tusa Guzmán, K. S., & Díaz Monroy, B. L. (2023). *Elaboración de yogurt probiótico de banano, bajo en calorías y enriquecido con proteína vegetal.* http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18805

Valencia-Hernandez, L. J., Wong-Paz, J. E., Ascacio-Valdés, J. A., Chávez-González, M. L., Contreras-Esquivel, J. C., & Aguilar, C. N. (2021). Procyanidins: From Agro-Industrial Waste to Food as Bioactive Molecules. Foods 2021, Vol. 10, Page 3152, 10(12), 3152. https://doi.org/10.3390/FOODS10123152

Yaruro, N., Palacios, J., Flórez, E., Chamorro, K., & Morales, N. (2021). Elaboración de jamón a partir de pulpa de Marlín (Tetrapturus georgii) suplementado con quinua (Chenopodium quinoa). In L. Reyes, J. De Durán, Y. Santana, & R. Nava (Eds.), Aprender a vivir para un mundo diferente (1st ed., Issue July, pp. 158–167). Universidad de Zulia. https://www.researchgate.net/publication/353274551

Yadav, A. (2021). Banana (Musa acuminata): Most popular and common Indian plant with multiple pharmacological potentials. *World Journal of Biology Pharmacy Health Sciences, 7*(1), 036-044.

Anexos



Anexo 1. Proceso de elaboración de harina de residuos de brócoli.



Anexo 2. Producto yogurt a base de harina de brócoli, Fórmulaciones y muestra control.

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 control, I103 y J202
- 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 consuma una pequeña muestra del yogur y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continue con la siguiente muestra.

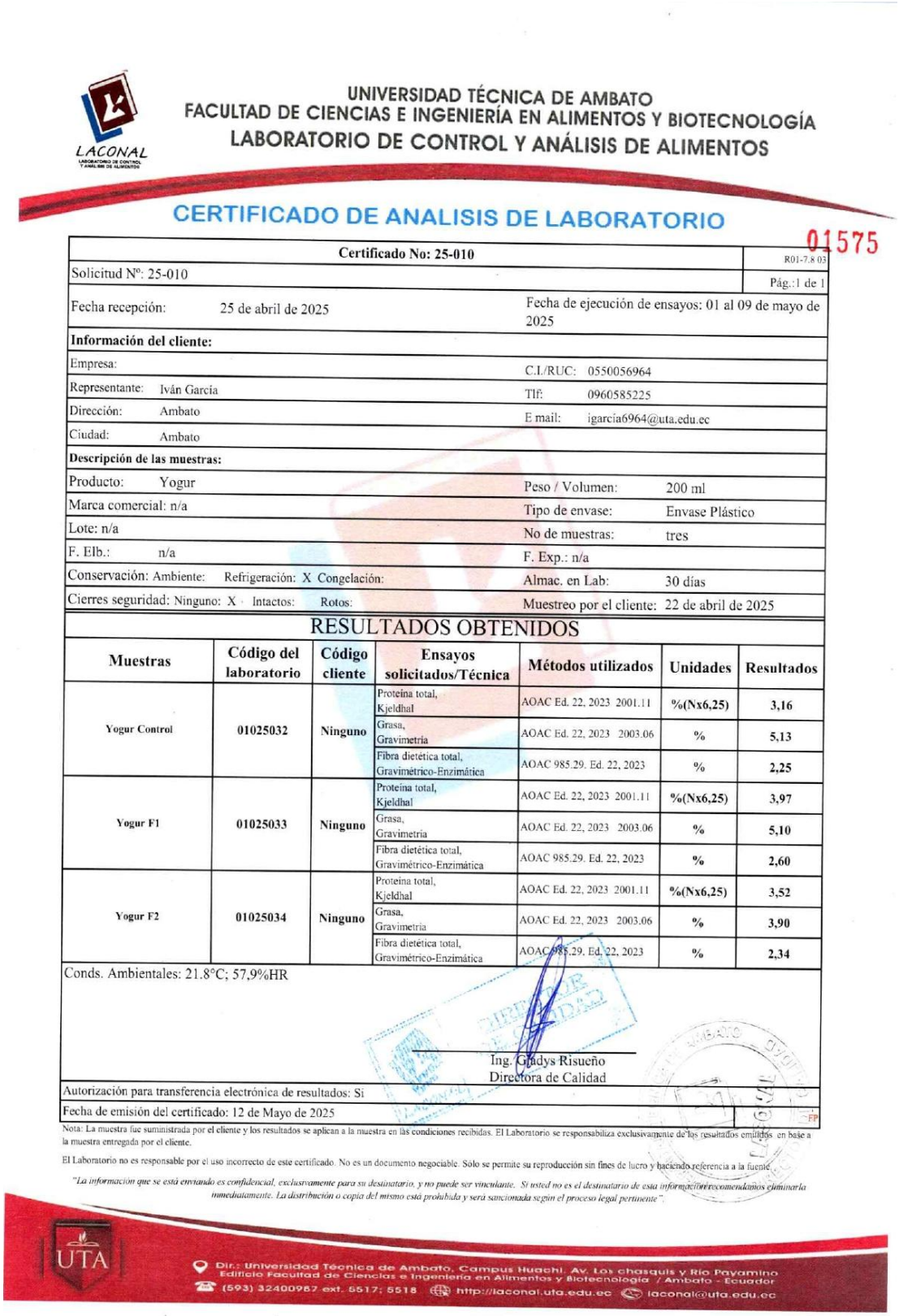
Característica	Alternativa	MUESTRAS		
		Muestra 1 I103	Muestra 2 J202	Control 1
APARIENCIA	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			
COLOR	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	3. Me gusta mucho			
OLOR	1. No me gusta			
	2. Ni me gusta ni me disgusta			
	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 3. Hoja de cata utilizada para el análisis sensorial de las muestras base de harina de brócoli y control.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

LACONAL

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01575

Certificado No: 25-010						R01-7.8 03
Solicitud Nº: 25-010						Pág.:1 de 1
Fecha recepción: 25 de abril de 2025				Fecha de ejecución de ensayos: 01 al 09 de mayo de 2025		
Información del cliente:						
Empresa:				C.I./RUC: 0550056964		
Representante: Iván García				Tlf: 0960585225		
Dirección: Ambato				E mail: igarcia6964@uta.edu.ec		
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Yogur				Peso / Volumen: 200 ml		
Marca comercial: n/a				Tipo de envase: Envase Plástico		
Lote: n/a				No de muestras: tres		
F. Elb.: n/a				F. Exp.: n/a		
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:				Almac. en Lab: 30 días		
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:				Muestreo por el cliente: 22 de abril de 2025		

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogur Control	01025032	Ninguno	Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	3,16
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	5,13
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	2,25
Yogur F1	01025033	Ninguno	Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	3,97
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	5,10
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	2,60
Yogur F2	01025034	Ninguno	Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	3,52
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	3,90
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	2,34

Conds. Ambientales: 21.8°C; 57,9%HR

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 12 de Mayo de 2025

FP

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos 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. Solo 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 vinculante. 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".

UTA

Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquis y Río Payamino
Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
(593) 32400987 ext. 6517; 5518 http://laconal.uta.edu.ec laconal@uta.edu.ec

Anexo 4. Hoja de resultados de la constitución de proteína, fibra y grasa de las Fórmulaciones a base de harina de brócoli y plátano no comercial. Certificado otorgadopor LACONAL.