



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y**  
**BIOTECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ALIMENTOS**



---

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

---

Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación interinstitucional Universidad Técnica de Ambato-Universidad Politécnica de Valencia: “Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional”, coordinado por Liliana Acurio, M.Sc - Resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.

**Autor:** Edison Javier Tipán Toapanta

**Tutor:** Ing. M.Sc. Fernando Cayetano Álvarez Calvache

**Ambato - Ecuador**

**Marzo - 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing. MSc. Fernando Cayetano Álvarez Calvache

### **CERTIFICA:**

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular, Modalidad 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, 13 de febrero de 2023

---

Ing. MSc. Fernando Cayetano Álvarez  
Calvache  
C.I: 1801045020  
**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edison Javier Tipán Toapanta, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison Tipán Toapanta', is positioned above a horizontal line.

Edison Javier Tipán Toapanta

C.I: 0550173918

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad 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 consistencia firman:

---

Presidente del Tribunal

---

Dr. Santiago Esmiro Cadena Carrera

C.I. 1715602593

---

Dr. Pablo Vinicio Tuza Alvarado

C.I. 1104063241

Ambato, 06 de marzo del 2023

## **DERECHOS DEL AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, como 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 de Integración Curricular, 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.



---

Edison Javier Tipán Toapanta

C.I: 0550173918

**AUTOR**

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo quiero dedicar en primer lugar a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado las fuerzas necesarias para lograr cada uno de mis objetivos, además de lo bueno y lo malo en mi vida, algunas fueron bendiciones y otras grandes lecciones.

A mis queridos padres, en especial a mi eterno amor “Mamá” por ti he logrado muchas cosas que jamás pensé que pudiera hacer, gracias por confiar en mí, por tus consejos, valores, apoyo incondicional, por tu infinita bondad y amor. A mi “Papá” por su paciencia, sus deseos y anhelos de siempre querer lo mejor para mi vida, gracias por inspirarme a llegar muy lejos, sin duda sé que estarán muy orgullosos de mi como yo lo estoy de ustedes.

A mis hermanos, “Jorgito” y “Gaby” que han estado ahí en todo momento apoyándome, gracias por depositar toda su confianza en mí, espero que este logro pueda inspirarlos a cumplir todas sus metas.

Finalmente, a mis familiares y amigos que me han apoyado con sus palabras de ánimo para culminar con mi formación académica y llegar a convertirme en un excelente profesional.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por haberme permitido culminar una de las etapas más importantes de mi vida, por su amor, bondad, apoyo y sobre todo por bendecirme con una familia tan increíble, unos padres excelentes y maravillosos que han estado apoyándome en cada una de las etapas de mi vida.

A mi tutor Ing. Fernando Álvarez y al director del grupo de investigación G+ Biofood and Engineering PhD. Diego Salazar por todo el apoyo, ánimo y guía brindada durante el desarrollo de esta presente investigación.

Un agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por haberme formado tanto académicamente como profesionalmente.

Al grupo de investigación G+ Biofood and Engineering por aceptarme como tesista y depositar su confianza en mí para el desarrollo de esta presente investigación. Gracias por el soporte brindado a través de los investigadores que formar parte de este prestigioso grupo.

¡A todos!. ¡Gracias!

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....</b>	<b>iii</b>
<b>APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO .....</b>	<b>iv</b>
<b>DERECHOS DEL AUTOR.....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1.    Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1.    Yogur .....	2
1.1.1.1.    Valor nutricional.....	3
1.1.2.    Zanahoria blanca ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ) .....	4
1.1.2.1.    Valor nutricional.....	5
1.1.3.    Mashua ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ).....	6
1.1.3.1.    Valor nutricional.....	7
1.1.4.    Objetivo general .....	8
1.1.5.    Objetivos específicos.....	8
1.2.    Hipótesis .....	9
1.2.1.    Hipótesis nula.....	9
1.2.2.    Hipótesis alternativa .....	9
1.3.    Señalamiento de variables .....	9
1.3.1.    Variables independientes.....	9
1.3.2.    Variables dependientes .....	9

<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>10</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
2.1.    Materiales.....	10
2.1.1.    Materia prima .....	10
2.1.2.    Cultivos andinos .....	10
2.2.    Métodos.....	10
2.2.1.    Obtención de harinas a partir de cultivos andinos.....	10
2.2.2.    Preparación de la leche .....	11
2.2.3.    Análisis proximal de la leche.....	11
2.2.3.1.    Determinación de grasa .....	11
2.2.4.    Preparación de la mezcla de yogur .....	12
2.2.5.    Proceso de elaboración del yogur descremado .....	13
2.2.6.    Análisis fisicoquímicos de las muestras de yogur.....	14
2.2.6.1.    pH.....	14
2.2.6.2.    Acidez titulable.....	14
2.2.7.    Composición proximal de las muestras de yogur.....	15
2.2.7.1.    Humedad .....	15
2.2.7.2.    Proteína .....	15
2.2.7.3.    Grasa .....	15
2.2.7.4.    Cenizas .....	16
2.2.7.5.    Fibra dietética .....	16
2.2.7.6.    Valor energético .....	16
2.2.8.    Análisis de viscosidad .....	17
2.2.9.    Análisis de consistencia.....	17
2.2.10.    Color.....	17
2.2.11.    Análisis sensorial.....	18
2.2.12.    Análisis estadístico .....	18
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>20</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>20</b>
3.1.    Composición proximal .....	20
3.2.    Análisis fisicoquímicos .....	23
3.3.    Efecto de las harinas de cultivos andinos sobre la viscosidad del yogur.....	25
3.4.    Efecto de las harinas de cultivos andinos sobre la consistencia del yogur .....	26

3.5. Efecto de las harinas de cultivos andinos sobre el color del yogur .....	27
3.6. Efecto de las harinas de cultivos andinos en la evaluación sensorial .....	30
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Capacidad de las harinas para formar un yogur estable.....	20
<b>Tabla 2.</b> Composición proximal, contenido calórico (Kcal/100g), pH y acidez (%ácido láctico), del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua).....	21
<b>Tabla 3.</b> Análisis de pH y acidez titulable del yogur descremado Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua).....	23
<b>Tabla 4.</b> Consistencia Bostwick de las muestras de yogur y de algunos alimentos espesos.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Zanahoria blanca ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ).....	5
<b>Figura 2.</b> Mashua ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ).....	7
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo de la elaboración de yogur descremado.....	13
<b>Figura 4.</b> Cambios en la acidez (% ácido láctico) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).....	24
<b>Figura 5.</b> Cambios en el pH del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).....	25

<b>Figura 6.</b> Efecto de la inclusión de harinas en la viscosidad del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C.....	26
<b>Figura 7.</b> Cambios en la luminosidad (L*) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).....	28
<b>Figura 8.</b> Cambios en el parámetro a* (rojo) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ). .....	29
<b>Figura 9.</b> Cambios en el parámetro b* (amarillo) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).....	30
<b>Figura 10.</b> Evaluación sensorial del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca) y Y-MH (yogur con harina de mashua). .....	31

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) sobre las propiedades de calidad del yogur descremado. Se elaboró yogur descremado con un contenido graso en la leche de 1 por ciento y con la adición de 0,9 gramos de harina de zanahoria blanca y mashua por cada 100 ml de leche. El análisis proximal se evaluó en concordancia con la normativa AOAC. Las propiedades fisicoquímicas, parámetros reológicos (viscosidad y consistencia) y calidad sensorial se evaluaron durante 20 días de almacenamiento a 4 grados centígrados. El uso de harina de zanahoria blanca y mashua para enriquecer el yogur descremado mejoró el proceso de acidificación disminuyendo el tiempo de incubación de 7 a 5 horas. El pH promedio de las muestras disminuyó de 4,6 a 3,9 después de 20 días de almacenamiento. No hubo diferencias significativas en los parámetros de color en todas las muestras, dado que permanecieron constantes durante el almacenamiento. La viscosidad mostró un comportamiento no newtoniano del tipo pseudoplástico descrito por el modelo de la ley de la potencia. Se evaluaron atributos sensoriales como color, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad general, donde el yogur con 0,9 por ciento de harina de zanahoria blanca presentó mejor aceptabilidad global. En general, los resultados sugieren que la harina de zanahoria blanca y mashua podrían considerarse ingredientes útiles para enriquecer el yogur descremado.

**Palabras clave:** alimentos enriquecidos, cultivos andinos, productos lácteos, fermentación, propiedades fisicoquímicas, viscosidad, propiedades de alimentos.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) and mashua (*Tropaeolum tuberosum*) flour on the quality properties of skimmed yogurt. Skimmed yogurt was made with a fat content in milk of 1 percent and with the addition of 0.9 grams of white carrot flour and mashua per 100 ml of milk. The proximal analysis was evaluated in accordance with the AOAC guidelines. The physicochemical properties, rheological parameters (viscosity and consistency) and sensory quality were evaluated during 20 days of storage at 4 degrees Celsius. The use of white carrot flour and mashua to enrich the skimmed yogurt improved the acidification process, decreasing the incubation time from 7 to 5 hours. The average pH of the samples decreased from 4.6 to 3.9 after 20 days of storage. There were no significant differences in the color parameters in all the samples, since they remained constant during storage. The viscosity showed a non-Newtonian behavior of the pseudoplastic type described by the power law model. Sensory attributes such as color, smell, taste, viscosity and general acceptability were evaluated, where yogurt with 0.9 percent white carrot flour presented better overall acceptability. Overall, the results suggest that mashua and white carrot flour could be considered as useful ingredients to enrich low-fat yogurt.

**Keywords:** fortified foods, Andean crops, dairy products, fermentation, physicochemical properties, viscosity, food properties.

# CAPITULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

En los últimos años los alimentos funcionales han ganado popularidad entre los consumidores de todo el mundo dado que son más nutritivos y saludables (**Karelakis et al., 2020**). Debido a que este mercado se encuentra en constante crecimiento, la adición de ingredientes alimentarios funcionales ha sido fundamental en el desarrollo y formulación de nuevos productos (**John & Singla, 2021**). Recientemente, el uso de harinas a partir de cultivos andinos como ingredientes de alto valor nutricional en productos cárnicos y de pastelería han sido objeto de estudio debido a su capacidad para generar valor agregado y prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, entre otros (**Salazar, 2021**).

Varios enfoques en obtener productos con alto valor nutricional han centrado a la industria láctea a desarrollar mejoras en las tecnologías de producción de distintos productos lácteos, especialmente en el yogur (**Huang et al., 2020**). Este desarrollo incluye la adición de componentes lácteos y no lácteos para mejorar las propiedades tecnológicas y de aceptación del yogur. En este sentido, **Saleh et al., (2020)**, determinaron que la incorporación de 1% de almidón a partir de tubérculos (papa, camote), cereales (maiz) y leguminosas (garbanzo, frijol) reducen significativamente la sinéresis y mejoran la firmeza del yogur. Asimismo, los resultados reportados indican que el almidón de tubérculos son los estabilizantes más prometedores del yogur bajo en grasa durante el almacenamiento.

Por otra parte, **Tița et al., (2020)** estudiaron el efecto de la adición de harina de chufa sobre las características de calidad del yogur bajo en grasa en concentraciones de 0,3%, 0,5% y 0,7%, demostrando que la adición de harina de chufa en un 0,7% mejora la calidad del yogur e implícitamente los requerimientos de los consumidores en cuanto a la viscosidad y percepción sensorial. De manera similar, varios autores **Benmezziane et al., 2021; Öztürk et al., 2018; Remache, 2022; Sánchez, 2018** también estudiaron los efectos de la adición de harinas a partir de tubérculos andinos

en la producción de yogur. Los resultados reportados indican que agregar estos componentes mejora las propiedades funcionales, sensoriales y reológicas del yogur, mostrando un potencial adecuado para futuras aplicaciones en la industria láctea.

### 1.1.1. Yogur

El yogur es un producto lácteo fermentado mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* siendo este un medio ideal para conservar los nutrientes de la leche (**Chandan et al., 2017**). En este sentido, la definición de este producto fermentado varía según las legislaciones de los distintos países. En Ecuador, la Normativa Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 2395 (2011)** y el **CODEX STAN 243 (2003)** definen al yogur como un producto coagulado obtenido por fermentación láctica mediante la adición de bacterias adecuadas a la leche bovina, generalmente tratada térmicamente, seguida de la incubación para reducir el pH, con o sin pretratamiento de coagulación. Sin embargo, en la elaboración de yogur se puede utilizar leche bovina, ovina y caprina; dependiendo de la procedencia y al contenido de materia grasa, sólidos no grasos, sólidos totales y proteína de la leche, el yogur tendrá una consistencia, viscosidad y parámetros sensoriales diferentes. Estas características se deben principalmente a los perfiles de fermentación del yogur y a su forma de almacenamiento.

Recientemente, la industria láctea se ha centrado en el desarrollo de productos lácteos más saludables, debido a la alta demanda de los consumidores de productos con un alto valor nutricional y formulaciones equilibradas. Una de las estrategias utilizadas por esta industria es la reformulación de sus productos; especialmente la del yogur, añadiendo ingredientes que mejoran la salud y limitan la utilización de aditivos artificiales o sintéticos (**Salazar, 2021**). Esta industria busca incansablemente ingredientes naturales que ayuden a mejorar las características fisicoquímicas, reológicas, sensoriales y nutricionales del yogur y, al mismo tiempo, hacerlos económicamente viables. Las harinas obtenidas a partir de cultivos andinos se destacan como una de las mejores opciones considerando sus propiedades nutricionales, lo que resulta en una alternativa más rentable en la producción de yogur (**Tiña et al., 2020**). Además, la aplicación de materias primas no convencionales en la producción de yogur, pretende contribuir a la recuperación de

cultivos andinos infrautilizados y brindar nuevas oportunidades productivas (**Froio et al., 2020**).

En este sentido, varios estudios científicos han desarrollado yogures en los que se incorporan harinas de cultivos andinos para reemplazar los estabilizantes sintéticos tradicionales, convirtiéndose probablemente en una de las estrategias más efectivas en la innovación de productos lácteos. La sustitución de saborizantes, edulcorantes (glucosa, sacarosa), colorantes (carmines) y estabilizantes sintéticos (gelatina, pectina, gomas vegetales, almidones) por ingredientes naturales y funcionales contribuyen notablemente al mercado global, de tal manera que se pueden ofrecer productos seguros y nutritivos a través de innovaciones rentables por parte de la industria láctea (**El-Attar et al., 2022**). Los estabilizantes se añaden al yogur para mejorar la textura y palatabilidad, así como para reducir la sinéresis. Sin embargo, la inclusión de harinas de cultivos andinos en el yogur también ha demostrado las mismas características en cuanto a la formación y estabilidad del gel, parámetros fisicoquímicos, reológicos (viscosidad, consistencia) y sensoriales.

#### **1.1.1.1. Valor nutricional**

El yogur es un alimento que proporciona una cantidad significativa de nutrientes clave en la dieta de niños, adolescentes y adultos. Décadas de investigación sugieren que el consumo de yogur aporta con una cantidad importante de proteínas, vitaminas (A, B, C, B<sub>12</sub>), fósforo, potasio y calcio, mismas que ayudan a mejorar la salud ósea y la microbiota intestinal, así como a prevenir enfermedades cardiometabólicas (**Salama & Bhattacharya, 2022**). Por tanto, su valor nutricional es reconocido por muchas organizaciones de salud (USDA, Canada's Food Guide, British Nutrition Foundation) que promueven al yogur como una opción viable para una de las porciones diarias recomendadas de productos lácteos. En este sentido, el yogur es una matriz única con biodisponibilidad y propiedades metabólicas potencialmente altas que combinada con microorganismos vivos y productos de fermentación bioactivos lo convierten en un alimento excepcional (**Smolnikova et al., 2019**).

Por otro lado, las bacterias ácido lácticas (*L. acidophilus*, *L. casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium lactis*) también han mostrado efectos prometedores para la salud en los sistemas inmunitario y digestivo, dado que estas bacterias pueden

sobrevivir al paso gástrico y colonizar el intestino (**Boeck et al., 2021**). Además, las mismas están implicadas en la mejora de la intolerancia a la lactosa. Es decir, su presencia en el yogur da como resultado una predigestión parcial de la lactosa mediante el proceso de fermentación, hidrolizándose en un 20-30% a  $\beta$ -galactosa y D-glucosa, para convertirse posteriormente en ácido láctico (**Craig & Brothers, 2021**). Sin embargo, los beneficios del yogur en la salud de los consumidores van mucho más allá, desde la prevención de la diabetes tipo 2, hipertensión, osteoporosis hasta reducir el riesgo de cáncer de colon (**Boeck et al., 2021**). Varios estudios han demostrado que el consumo de yogur reduce los niveles de glucosa y generan resistencia a la insulina. No obstante, la baja carga glucémica del yogur, alto contenido de proteínas, lípidos y acidez también afectan los mecanismos relacionados con la saciedad y obesidad, lo que ayuda a reducir la incidencia de diabetes tipo 2 (**Salama & Bhattacharya, 2022**).

En el caso de la osteoporosis, el consumo de yogur promueve una buena salud ósea y reduce el riesgo de fracturas en la vejez, esto gracias a que el yogur es una fuente dietética de nutrientes clave (calcio, vitamina D, fósforo, potasio) para la salud ósea (**Boeck et al., 2021**). Además, su consumo también puede conferir efectos beneficiosos sobre el metabolismo del colesterol, mostrando posibles efectos protectores sobre el sistema cardiovascular, cardiopatías coronarias y accidentes cerebrovasculares (**Salama & Bhattacharya, 2022**). Así mismo, el consumo de yogur puede reducir el riesgo de cáncer de colon mediante la disminución de altas concentraciones fecales de enzimas y sales biliares, mismas que están involucradas en carcinogénesis de colon (**Smolnikova et al., 2019**). Teniendo en cuenta todos estos beneficios se han realizado diferentes estudios en donde se ha detectado que el yogur desempeña un papel protector ante diversas enfermedades, sin embargo, es necesario ampliar el conocimiento que demuestren claramente los mecanismos y efectos sobre dichas enfermedades, así como las pautas para asegurar la prevención de las mismas en los consumidores.

### **1.1.2. Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)**

La zanahoria blanca (Figura 1) es un cultivo originario de la región andina que crece entre los 700 y 3200 m.s.n.m; principalmente en los valles interandinos húmedos

(Villacrés et al., 2013). La zanahoria blanca es un tubérculo andino de raíz, también conocido popularmente como arracacha, racacha, virraca; en países como Perú y Colombia, mientras que en Venezuela es conocido como apio criollo (Guerrero & Yépez, 2018). Este cultivo produce raíces que se diferencian por el color externo e interno de la raíz, encontrándose amarillas, blancas y moradas. Estas últimas son muy difíciles de conseguir, a diferencia de las blancas y amarillas que son muy conocidas en los mercados urbanos y rurales respectivamente (Quilapanta et al., 2018).

Uno de los principales inconvenientes de este tubérculo es que; es muy perecible en su estado natural o nativo, siendo su vida útil post-cosecha de 3 a 7 días, lo que dificulta el incremento en su producción (Villacrés et al., 2013). A partir del tiempo poscosecha, los tubérculos pierden su atractivo comercial debido a que las raíces desarrollan manchas marrones, razón por la cual se requiere su inmediata comercialización y consumo. Además, durante su transporte también tiende a sufrir daños, mismos que por su gran actividad acuosa y enzimática promueven la pudrición y deshidratación del tubérculo (Salazar, 2021). Según algunos autores una adecuada protección del tubérculo contra la transpiración podría incrementar significativamente la vida útil de las raíces (García et al., 2020; Vásquez, 2017; Cuellar & Niampira, 2017).



**Figura 1.** Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) (Salazar, 2021).

#### **1.1.2.1. Valor nutricional**

La zanahoria blanca es una excelente fuente de energía debido a que contiene macro y micronutrientes. Este tubérculo aporta 103-105 cal por cada 100 g de porción

comestible, de los cuales, 75 g corresponden a humedad y 25 g a materia seca. Los carbohidratos constituyen el 28,7% mientras que las proteínas 0,9%, grasas 0,36%, fibra 0,95% y cenizas 1,4%. Además, tiene altos contenidos de vitaminas como vitamina B<sub>1</sub> (0,1 mg), B<sub>3</sub> (4,45 mg), A (1,77 mg), C (24 mg) y algunos minerales como el potasio (2,4 mg), calcio (34,2 mg), fósforo (55 mg), magnesio (64 mg) y hierro (10 mg) (**Jordán, 2018; Lim, 2015**). Dada esta composición, la zanahoria blanca es muy apreciada por su sabor y fácil digestibilidad puesto que se deriva de almidones, aceites y sales minerales (**Quilapanta et al., 2018**). En este sentido, el almidón nativo presente en la zanahoria blanca tiene la capacidad de reducir el riesgo de obesidad debido a que tiene la capacidad de producir una digestión lenta en el tracto gastrointestinal distal (**Salazar, 2021**). Así mismo, el almidón nativo de la zanahoria blanca ha demostrado una gran aplicabilidad en la industria de alimentos dado que se utiliza para producir películas biodegradables para envasar alimentos como carne y vegetales (**Lim, 2015**).

### **1.1.3. Mashua (*Tropaeolum tuberosum*)**

La mashua (Figura 2) es un tubérculo andino de tallo originario de los Andes centrales que se encuentra distribuido entre los 2800 y 4000 msnm. La mashua también conocida popularmente como mashwa o papa amarga es considerada como el tubérculo más predominante en Ecuador y en algunos países como Perú, Colombia y Bolivia, puesto que puede sobrevivir a condiciones adversas; es decir, resiste temperaturas extremas (bajas), ataque de insectos y plagas, y no necesita fertilizantes, ni pesticidas para crecer (**Salazar, 2021; Gualoto, 2021**). En Ecuador, existen diferentes variedades de mashua y se clasifican según su coloración, entre las más destacadas se encuentran quillu-zapallo, amarilla chaucha, putsu, pulsito, puzongo y putsu redonda. El consumo de estas variedades no es muy común en zonas urbanas, por lo que su utilización es muy tradicional entre la población indígena, sin embargo, se las puede encontrar en algunos mercados urbanos (**Gualoto, 2021**). En este sentido, la mashua es un tubérculo muy parecido a la oca, pero se diferencian por su forma cónica y alargada; además, la mashua es poco popular por su amargor es por ello que se expone al sol al igual que el camote para mejorar su sabor e incrementar su dulzor de manera natural (**Arteaga et al., 2022**).



**Figura 2.** Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) (Salazar, 2021).

### **1.1.3.1. Valor nutricional**

Desde el punto de vista nutricional, la mashua es una fuente importante de carbohidratos (9,7 g/100 g), proteínas (1,5 g/100 g), grasas (0,1 g/100 g), fibra cruda (0,8 g/100 g), cenizas (0,5 g/100 g), vitaminas (A, C) y minerales (potasio, hierro, zinc) (Lim, 2016). Además, aporta 45,7 kcal de energía por cada 100 g de porción comestible, dos veces inferior en comparación con la zanahoria blanca. No obstante, este tubérculo presenta mayor contenido de fenoles, antocianinas, taninos, glucosinolatos, flavonoides, carotenoides y capacidad antioxidante en comparación con otros tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum*) y oca (*Oxalis tuberosa*). La mashua se utiliza en la medicina popular en infusiones para tratar y aliviar enfermedades renales, reumatismo, úlceras en la piel, cálculos renales y eliminar parásitos. Así mismo, la mashua es utilizada como materia prima en la industria farmacéutica para la producción de antibióticos efectivos contra infecciones por *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* y *Escherichia coli* (Salazar, 2021; Lim, 2016). Dentro de las aplicaciones en la producción de alimentos, la harina de mashua se ha utilizado en la producción de galletas (Gunsha, 2020) y en el desarrollo de una bebida a base de coco y enriquecida con soya (*Glycine max*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) (Bonilla & García, 2022).

Por lo tanto, el propósito de esta investigación es mejorar las propiedades funcionales del yogur utilizando harinas a partir de cultivos andinos como la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Sustituyendo de esta manera los agentes estabilizantes tradicionales utilizados en la industria láctea por ingredientes naturales.

## **Objetivos**

### **1.1.4. Objetivo general**

- Evaluar el efecto del uso de harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la producción de yogur descremado.

### **1.1.5. Objetivos específicos**

- Elaborar yogur descremado con la inclusión de harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*).
- Determinar la proporción óptima de harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la elaboración de yogur descremado.
- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas, viscosidad y calidad sensorial del producto terminado.

## **1.2. Hipótesis**

### **1.2.1. Hipótesis nula**

**Ho:** La proporción óptima de harinas de cultivos andinos no afecta la viscosidad, propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogur descremado.

### **1.2.2. Hipótesis alternativa**

**Ha:** La proporción óptima de harinas de cultivos andinos afecta la viscosidad, propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogur descremado.

## **1.3. Señalamiento de variables**

### **1.3.1. Variables independientes**

Propiedades fisicoquímicas, sensoriales y viscosidad del yogur descremado.

### **1.3.2. Variables dependientes**

Proporción de harinas de cultivos andinos zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*).

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

La parte experimental del presente proyecto se realizó en los laboratorios académicos y de investigación de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

#### 2.1. Materiales

##### 2.1.1. Materia prima

La leche cruda se obtuvo de productores locales de la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua-Ecuador y almacenada a 4°C hasta su posterior uso.

##### 2.1.2. Cultivos andinos

Los cultivos andinos zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) se obtuvieron del Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua-Ecuador. De ambos cultivos andinos, la mashua es el único tubérculo que requirió de un tratamiento previo para eliminar compuestos tóxicos, amargor, entre otros. En el tratamiento, la mashua se expuso al sol para reducir el ácido oxálico mediante el mecanismo de fotoluminiscencia y con ello aumentar el contenido en azúcar.

#### 2.2. Métodos

##### 2.2.1. Obtención de harinas a partir de cultivos andinos

Previo al proceso de obtención de harinas, los cultivos andinos se sometieron a un proceso de lavado con abundante agua hasta la eliminación completa de impurezas superficiales (tierra). Una vez limpios se eliminó la piel de los cultivos y se realizaron cortes de aproximadamente 3 mm de espesor para facilitar su deshidratación. Las láminas se sometieron a un calentamiento de las láminas con microondas durante 20 segundos para evitar el pardeamiento enzimático, tras lo cual se enfriaron rápidamente en agua a 4°C. Después, las láminas se sometieron

a un proceso de deshidratación en un secador de bandejas con circulación de aire caliente (Gander MTN-CD 160) a 65°C por 8 horas, con la finalidad de conseguir una humedad del 14% (Salazar, 2021). Finalmente, el producto seco se sometió a un proceso de molienda hasta obtener un polvo fino. Las muestras obtenidas se conservaron en bolsas de plástico con cierre hermético y posteriormente se almacenaron a temperatura ambiente hasta su posterior análisis. La preparación de los cultivos andinos y la obtención de las harinas se realizó en la Planta Piloto y en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología respectivamente.

### **2.2.2. Preparación de la leche**

Previo a su preparación, se analizó el porcentaje de materia grasa presente en la leche cruda mediante la utilización del LACTOSCAN. Una vez obtenido el porcentaje de materia grasa en la leche esta se sometió a un proceso de descremado hasta reducir su contenido de materia grasa,  $\leq 1\%$ . Posteriormente, se verificó el porcentaje de materia grasa en la leche descremada; para ello se utilizó el LACTOSCAN y seguido del método de determinación de grasa. La preparación y análisis de la materia prima se realizó en la Planta Piloto y en el Laboratorio de Tecnología de Cereales de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología respectivamente.

### **2.2.3. Análisis proximal de la leche**

#### **2.2.3.1. Determinación de grasa**

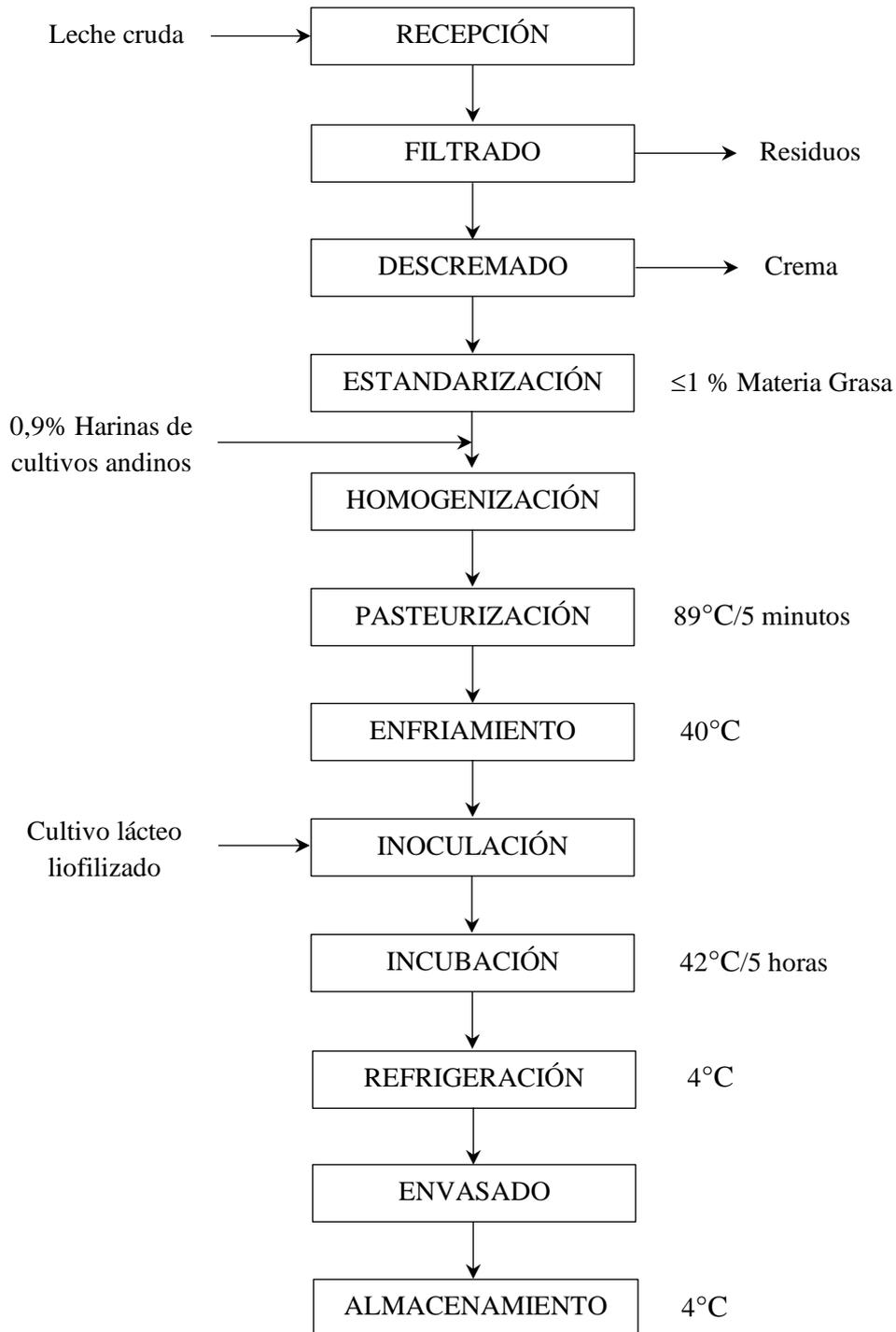
El contenido de materia grasa presente en la leche cruda se determinó según el método de Gerber descrito en la NTE INEN-ISO 2446 (2013). Para el análisis, se vertió 10 ml de ácido sulfúrico (90,4%) en un butirómetro Gerber seguido de 11 ml de leche y 1 ml de alcohol iso-amílico. Posteriormente, se colocó el tapón del butirómetro, se agitó e invirtió 3 veces hasta que la proteína se disolvió completamente. Finalmente, el butirómetro se colocó en la centrifuga durante 4 minutos. El porcentaje de grasa presente en la muestra se determinó mediante la lectura directa de la columna de grasa del butirómetro. Esta determinación se

realizó en el Laboratorio de Química Orgánica y Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

#### **2.2.4. Preparación de la mezcla de yogur**

El yogur se elaboró con la inclusión de harina de zanahoria blanca y mashua. La mezcla de leche descremada y harinas se pasteurizaron a 89°C durante 5 minutos y se enfrió hasta una temperatura de 42°C, una vez alcanzada dicha temperatura, la mezcla se inoculó con el cultivo iniciador (DANISCO) con *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* en proporción al volumen de leche líquida utilizada. Después, la mezcla se incubó en recipientes de vidrio a  $42 \pm 2^\circ\text{C}$  hasta que el yogur alcance un pH entre 4,4 y 4,6 (~ 60-70°D). Finalmente, el yogur se enfrió y almacenó a 4°C. La muestra de yogur control (sin harina) se preparó de la misma manera. El proceso de preparación del yogur se describe en la Figura 3. El proceso de elaboración del yogur se llevó a cabo en la Planta Piloto y en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y Bioquímica de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

### 2.2.5. Proceso de elaboración del yogur descremado



**Figura 3.** Diagrama de flujo de la elaboración de yogur descremado.

## 2.2.6. Análisis fisicoquímicos de las muestras de yogur

### 2.2.6.1. pH

El pH se determinó en base a la norma **NTE INEN 526 (2013)**. Para la determinación se colocó 10 g de muestra en un vaso de precipitación de 100 ml. Posteriormente, se agitó levemente la muestra y se introdujo el electrodo en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que el mismo no toque las paredes del recipiente. Los resultados se obtuvieron por lectura directa y la determinación se efectuó por triplicado sobre la misma muestra. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

### 2.2.6.2. Acidez titulable

La acidez titulable de las muestras de yogur se determinó mediante el método descrito en la norma **NTE INEN 13 (2012)**. El análisis se realizó mediante titulación utilizando 10 ml de muestra y usando NaOH 0.1N y fenolftaleína como indicador. La acidez titulable se calculó mediante la ecuación 1. Así mismo, el resultado se expresó en porcentaje en masa de ácido láctico. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

$$\% \text{ Ácidez titulable} = 0,090 \frac{V * N}{m_1 - m} * 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

**Donde:**

**V:** volumen utilizado de NaOH (ml)

**m<sub>1</sub>:** masa del matraz con yogur (g)

**N:** normalidad de la solución de NaOH

**m:** masa del matraz vacío (g)

## 2.2.7. Composición proximal de las muestras de yogur

### 2.2.7.1. Humedad

El contenido de humedad de las muestras de yogur se determinó de acuerdo al método descrito por la **AOAC 925.10 (2016)**. Para el análisis se colocó 2 g de muestra homogenizada y se llevó a estufa (BINDER) a  $120 \pm 3^\circ\text{C}$  durante 24 horas, tiempo en el que alcanzó peso constante. Al retirar la muestra se dejó enfriar en un desecador durante 30 minutos y se pesó. El análisis se realizó por triplicado y los resultados se expresaron en porcentaje de peso total. La humedad se estableció mediante la aplicación de la ecuación 2. Este análisis se realizó en el Laboratorio Instrumental y de Procesamiento (UODIDE) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m} * 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

**Donde:**

**m<sub>1</sub>**: masa de la cápsula con la muestra (antes de la estufa) (g)

**m<sub>2</sub>**: masa de la cápsula con la muestra (después de la estufa) (g)

**m**: masa de la muestra (g)

### 2.2.7.2. Proteína

El análisis de determinación de proteína en las muestras de yogur fue realizado por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) basada en el método oficial de la **AOAC 2001.11 (2019)**.

### 2.2.7.3. Grasa

El análisis de determinación de grasa en las muestras de yogur fue realizado por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) basada en el método oficial de la **AOAC 991.36 (2019)**.

#### 2.2.7.4. Cenizas

Para el análisis de cenizas se utilizó el método de calcinación descrito en la norma **NTE INEN 14 (2012)**. Para ello se pesó 2 g de muestra en crisoles de porcelana previamente tarados, que se colocaron en la mufla y se incineraron a 550 °C durante 2.5 horas hasta la obtención de cenizas libres de partículas de carbón. Las muestras se enfriaron en un desecador hasta temperatura ambiente y se pesaron con aproximación al 0,1 mg. Los ensayos se realizaron por triplicado y el porcentaje de ceniza se calculó mediante la ecuación 3. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{m_2 * m_1}{m} * 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

**Donde:**

**m<sub>2</sub>:** masa del crisol con las cenizas (después de la calcinación) (g)

**m<sub>1</sub>:** masa del crisol vacío (g)

**m:** masa de la muestra (g)

#### 2.2.7.5. Fibra dietética

El análisis de determinación de fibra dietética total en las muestras de yogur fue realizado por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) basada en el método oficial de la **AOAC 985.29 (2019)**.

#### 2.2.7.6. Valor energético

El contenido calórico se estimó x 100 g, ya que la suma total de calorías de los componentes individuales es el valor energético de cada componente: grasa (x 9 kcal/g), proteína (x 4 kcal/g), carbohidratos (x 4 kcal/g) y contenido de fibra (x 2 kcal/g). Los valores se estimaron mediante el sistema Atwater en el programa informático EXCEL. Así mismo, los contenidos de carbohidratos se estimaron por diferencia.

### 2.2.8. Análisis de viscosidad

La viscosidad de las muestras de yogur se determinó mediante la utilización de un viscosímetro rotacional (Quimis Q860M21). Para la determinación de la viscosidad se colocó 250 ml de muestra a  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  en un vaso de precipitación para caracterizar la región viscoelástica lineal. Para ello se utilizó el rotor (#2), un intervalo de torque de 30 a 70% y una velocidad de deformación de 3 a 56 (1/s). Los datos obtenidos se ajustan a la ecuación 4. El análisis se realizó por triplicado y se llevó a cabo en el Laboratorio Instrumental (UODIDE) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

$$\eta_a = K(\dot{\gamma})^{n-1} \quad (\text{Ec. 4})$$

**Dónde:**

$\eta_a$ : viscosidad aparente (mPas)

**K**: constante de la ley de la potencia

$\dot{\gamma}$ : velocidad de deformación (1/s)

**n**: índice de la ley de la potencia

### 2.2.9. Análisis de consistencia

La consistencia de las muestras de yogur se determinó mediante la utilización de un consistómetro Bostwick (CSC Scientific). Para la determinación de la consistencia se colocó 50 ml de muestra a  $4^\circ\text{C}$  en la cámara de muestra hasta el nivel completo. Posteriormente, se liberó la compuerta del consistómetro aplicando presión sobre la palanca y se midió la distancia máxima recorrida por la muestra por un intervalo de tiempo de 30 segundos. La determinación se realizó por triplicado y se llevó a cabo en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

### 2.2.10. Color

El color de las muestras de yogur se midió con un colorímetro (Lovibond RM200) utilizando la escala de colores CIELAB® con los parámetros  $L^*$

(luminosidad),  $a^*$  (rojo/verde),  $b^*$  (amarillo/azul). Las muestras de yogur se colocaron en pequeñas placas de Petri a una profundidad de 0,5 cm para obtener una distribución uniforme. Se realizaron al menos 3 mediciones en diferentes partes de la placa. El croma ( $C^*$ ) y el ángulo de tonalidad ( $^{\circ}H$ ), que representan el nivel de saturación y la tonalidad del color respectivamente, se calcularon mediante la ecuación 5 y 6. La medición del color se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad \text{(Ec. 5)}$$

$$H^{\circ} = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{(Ec. 6)}$$

#### 2.2.11. Análisis sensorial

Los parámetros sensoriales como el color, olor, sabor, viscosidad y la aceptabilidad en general del producto se evaluaron mediante 23 panelistas semientrenados y mediante el método sugerido por **Sánchez (2018)**. Para ello, se utilizó una escala hedónica de 5 puntos (5 - me gustó mucho; 4 - me gustó moderadamente; 3 - ni me gustó ni me disgustó; 2 - me disgustó moderadamente; 1 - me disgustó mucho). Para la evaluación se proporcionó alrededor de 5 ml de cada muestra previamente codificada con tres dígitos en orden aleatorio a los panelistas. La evaluación se realizó de manera individual y a los panelistas se les facilitó un vaso de agua a temperatura ambiente para limpiar el paladar durante la degustación. El análisis sensorial se realizó en la Sala de Cata ubicada en los Laboratorios de Investigación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

#### 2.2.12. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se muestran como la media  $\pm$  la desviación estándar. El análisis del efecto del uso de harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la producción de yogur

descremado se evaluó a través de un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Cuando existieron diferencias significativas se realizó un análisis de comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey. Las diferencias se consideraron significativas para un valor de  $p \leq 0,05$ . El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico InfoStat.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se realizaron estudios preliminares con la finalidad de evaluar cualitativamente la capacidad de las harinas de cultivos andinos para formar geles estables en el yogur descremado (Tabla 1), y de esta manera seleccionar las dosis más adecuadas. En este sentido, parámetros como la formación del gel, sinéresis (separación de suero) y viscosidad permitieron clasificar de manera arbitraria los yogures; es decir con baja (-), moderada (+) y buena capacidad (++). Además, todas las dosis añadidas buscan formular un yogur estable con buenas características sensoriales, manteniendo constantes las temperaturas de pasteurización e incubación, la cantidad de inóculo y el pH final luego de la incubación.

**Tabla 1.** Capacidad de las harinas para formar un yogur estable.

Dosis de harina adicionada	Capacidad de gelificación	Sinéresis	Viscosidad
Zanahoria blanca (0,3% p/v)	(-)	(-)	(-)
Zanahoria blanca (0,6% p/v)	(+)	(-)	(+)
Zanahoria blanca (0,9% p/v)	(++)	(-)	(++)
Mashua (0,3% p/v)	(-)	(-)	(-)
Mashua (0,6% p/v)	(+)	(-)	(+)
Mashua (0,9% p/v)	(++)	(-)	(++)

En base a los resultados cualitativos se observó que las harinas de zanahoria blanca y mashua en un porcentaje de adición de 0,9% p/v forman geles estables con nula sinéresis y con buena viscosidad. Por lo que la dosis de 0,9% p/v es utilizada en el desarrollo de yogur descremado.

#### 3.1. Composición proximal

La composición proximal de los diferentes yogures se muestra en la Tabla 2. Los yogures que contenían harina de zanahoria blanca y mashua presentaron el mismo contenido de humedad; sin embargo, en la muestra control fue ligeramente mayor. El yogur se considera un alimento de humedad alta, con valores que oscilan entre el 80 y 90% (Zumbado, 2008). En la presente investigación, el yogur con 0,9% de harina

de zanahoria blanca, mashua y la muestra control estuvieron dentro de este rango. No obstante, y de acuerdo con varios autores la inclusión de harina al yogur contribuye a una reducción del contenido de humedad a medida que aumenta su concentración. Por lo tanto, una menor concentración de sólidos en la muestra control da como resultado un mayor contenido de humedad (Vieira et al., 2022; Vasconcelos et al., 2012).

Por otro lado, se observó que el contenido de cenizas disminuye en el yogur de zanahoria blanca y mashua en comparación con la muestra control. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la cantidad de ceniza presente en cada tipo de harina y a la concentración utilizada en la producción de yogur. Un estudio sobre la caracterización y potencial tecnológico de harinas subutilizadas de cultivos ancestrales andinos del Ecuador mostraron un mayor contenido de cenizas en la harina de mashua (4,94%), achira (8,04%), arracacha (4,49%) y taro (5,55%) en comparación con la de camote (3,24%), oca (3,04%), y tarwi (2,95%) (Salazar et al., 2021). Sin embargo, una diferencia en el contenido de cenizas también puede ser causada por niveles bajos de fósforo (P) y potasio (K) en las harinas. El contenido de estos minerales depende de cada variedad; en la mashua, la cantidad de P y K es de 161 y 3250 mg/100 g respectivamente, mientras que en la zanahoria blanca la cantidad de P disminuye siendo esta de 37 mg/100 g y de K 1330 mg/100 g (Pacheco et al., 2020).

**Tabla 2.** Composición proximal, contenido calórico (Kcal/100g), pH y acidez (%ácido láctico), del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua).

Componente	Muestras		
	Control	Y-ZB	Y-MH
Humedad	88,57 ± 0,18 <sup>c</sup>	87,09 ± 0,08 <sup>a</sup>	87,45 ± 0,04 <sup>b</sup>
Cenizas	0,80 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,65 ± 0,01 <sup>a</sup>
Proteínas	2,84 ± 0,05 <sup>a</sup>	3,44 ± 0,05 <sup>b</sup>	4,25 ± 0,05 <sup>c</sup>
Carbohidratos	4,57 ± 0,45 <sup>b</sup>	4,34 ± 0,25 <sup>ab</sup>	3,69 ± 0,21 <sup>a</sup>
Grasa	1,03 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,69 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,76 ± 0,05 <sup>b</sup>
Fibra	2,19 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,68 ± 0,05 <sup>b</sup>	2,20 ± 0,05 <sup>a</sup>
pH	4,20 ± 0,28 <sup>a</sup>	4,26 ± 0,17 <sup>a</sup>	4,16 ± 0,19 <sup>a</sup>
Acidez titulable	0,85 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,88 ± 0,08 <sup>ab</sup>	0,94 ± 0,05 <sup>b</sup>

Calorias (Kcal/100g)	43,27 ± 1,05 <sup>a</sup>	51,70 ± 0,25 <sup>b</sup>	52,01 ± 0,07 <sup>b</sup>
Calorias de la grasa (%)	9,27 ± 0,45 <sup>a</sup>	15,21 ± 0,45 <sup>b</sup>	15,84 ± 0,45 <sup>b</sup>
Calorias de carbohidratos y grasa (%)	22,64 ± 0,10 <sup>a</sup>	22,73 ± 0,10 <sup>b</sup>	19,17 ± 0,10 <sup>b</sup>
Calorias de la proteína (%)	11,36 ± 0,20 <sup>a</sup>	13,76 ± 0,20 <sup>b</sup>	17,00 ± 0,20 <sup>c</sup>

Los resultados son la media ± desviación estándar. ANOVA de una vía: letras diferentes (a, b, . . .) en la misma línea indican diferencias significativas entre muestras ( $p \leq 0,05$ ).

El contenido de proteína, grasa y fibra del yogur de zanahoria blanca y mashua aumentó significativamente en función de la inclusión de las harinas con respecto a la muestra control. Esto era de esperarse ya que la harina de zanahoria blanca (2,10% proteína, 0,69% grasa, 9,25% fibra) y mashua (9,12% proteína, 0,59% grasa, 9,60% fibra) tienen altos contenidos de estos componentes (**Salazar et al., 2021**). Estos resultados indican la alta influencia de estas harinas en la composición del yogur cuando se usan como ingredientes. El yogur de zanahoria blanca presenta 3,44% de proteína, 1,69% de grasa y 2,68% de fibra, mientras que el yogur de mashua 4,25% de proteína, 1,76% de grasa y 2,20% de fibra. El contenido de lípidos fue inferior al 3%, por lo que el yogur de zanahoria blanca y mashua se clasifican como productos lácteos fermentados bajos en grasa. Además, un alimento que contiene al menos 1,5 g de fibra dietética total por porción lista para el consumo, es considerado como un alimento funcional (**Vasconcelos et al., 2012**). En este sentido, el yogur de zanahoria blanca y mashua pueden considerarse fuentes de fibra dietética total declarada funcional.

El valor calórico de las muestras de yogur de zanahoria blanca y mashua osciló entre 51,70 y 52,01 kcal/100 respectivamente. Estos valores son ligeramente superiores con respecto a la muestra control que presentó un valor calórico de 43,27 kcal/100 g de yogur. Los valores calóricos en esta investigación se calcularon en base al contenido de proteínas, grasas, carbohidratos y fibra. El contenido de proteínas, lípidos y fibra presentó diferencias significativas entre el yogur de zanahoria blanca y mashua con respecto a la muestra control. Estos incrementos de valores calóricos en el producto final están directamente relacionados al contenido de carbohidratos en la harina de zanahoria blanca (77,31%) y mashua (56,89%) (**Salazar et al., 2021**). Los resultados sugieren que la adición de harina de zanahoria blanca y mashua en el yogur descremado tiene un efecto positivo sobre el valor calórico del producto final.

Además, el producto al tener un mayor contenido de fibra puede causar una absorción más lenta de carbohidratos en el tracto intestinal. Sin embargo, la Organización Mundial de Salud recomienda un contenido energético compuesto de 55-57% de carbohidratos, 15-30% de grasas y 10-15% de proteínas para tener una dieta equilibrada (Vázquez, 2020). Si bien las muestras de yogur están muy lejos del balance energético deseable, son productos que constituyen una importante fuente de energía en la dieta de los consumidores.

### 3.2. Análisis fisicoquímicos

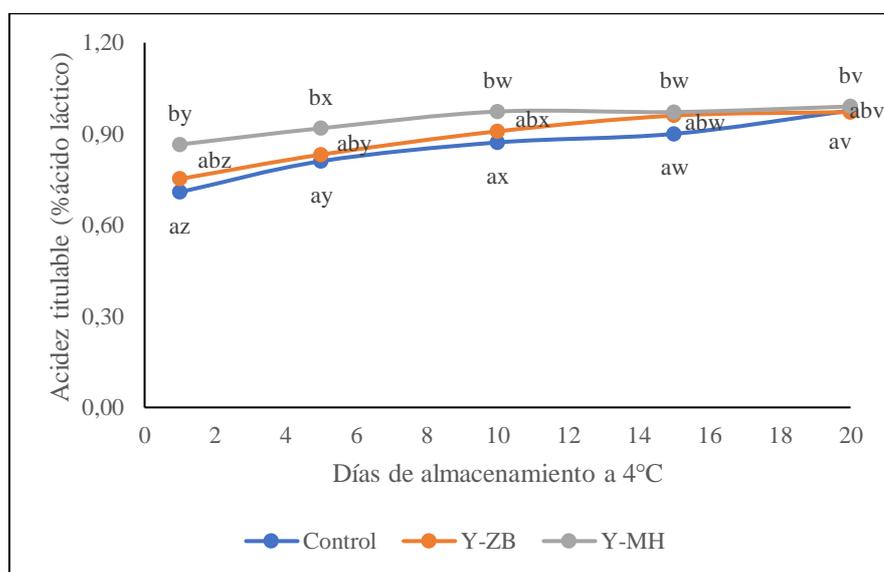
Los valores de acidez titulable y pH para todos los ensayos mostraron un aumento durante el tiempo de almacenamiento (Figura 4). Un comportamiento similar de aumento de la acidez titulable y pH durante el almacenamiento es observado por Öztürk et al. (2018), quienes informaron un incremento más pronunciado a lo largo de 28 días de almacenamiento en yogur con harina de *Elaeagnus angustifolia* L. Los valores más altos de acidez titulable durante el almacenamiento a 4°C pueden explicarse por el uso de harinas de cultivos andinos, y además porque el porcentaje de nutrientes que pueden ser utilizados por los cultivos iniciadores es mayor en el yogur de zanahoria blanca y mashua. En este sentido, la inclusión de las harinas en las muestras de yogur no afectó el proceso de fermentación, dado que las mismas alcanzaron un pH final entre 4,4 (0,75% de ácido láctico) y 4,5 (0,86% de ácido láctico) en el caso del yogur de zanahoria blanca y mashua respectivamente.

**Tabla 3.** Análisis de pH y acidez titulable del yogur descremado Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua).

Días	Control		Y-ZB		Y-MH	
	pH	Acidez titulable %	pH	Acidez titulable %	pH	Acidez titulable %
1	4,65 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,71 ± 0,00 <sup>a</sup>	4,51 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,00 <sup>ab</sup>	4,46 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,01 <sup>b</sup>
5	4,27 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,81 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,32 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,00 <sup>ab</sup>	4,29 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,92 ± 0,00 <sup>b</sup>
10	4,12 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,00 <sup>a</sup>	4,25 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,91 ± 0,00 <sup>ab</sup>	4,11 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,00 <sup>b</sup>
15	4,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,00 <sup>a</sup>	4,15 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,96 ± 0,00 <sup>ab</sup>	4,03 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,00 <sup>b</sup>
20	3,94 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,98 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,07 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,00 <sup>ab</sup>	3,93 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,00 <sup>b</sup>

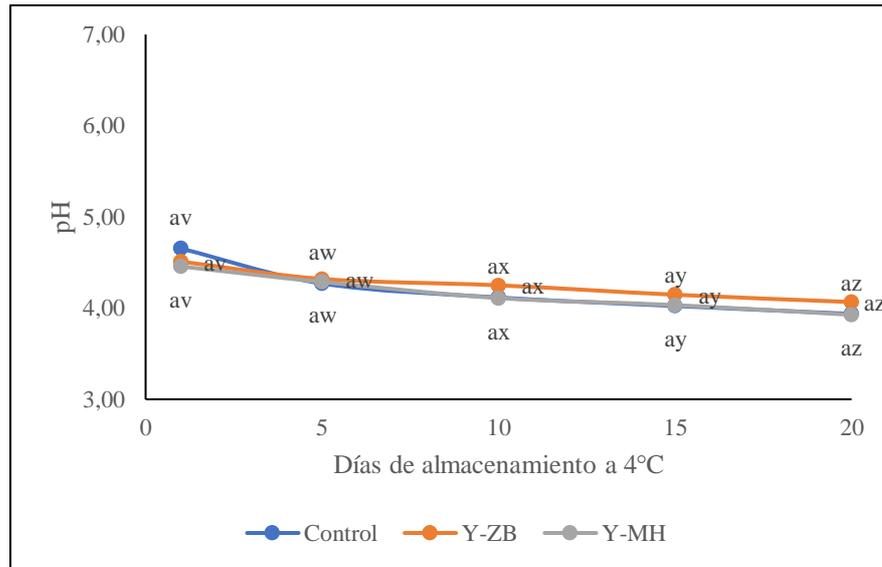
Los resultados son la media ± desviación estándar. ANOVA de una vía: letras diferentes (a, b, . . .) en la misma línea indican diferencias significativas entre muestras ( $p \leq 0,05$ ).

El incremento de la acidez titulable en ambos yogures pudo deberse a la acidez y pH de las harinas. **Salazar et al. (2021)** mencionan que la harina de zanahoria blanca y mashua son ligeramente ácidas, con valores de acidez y pH de 0,31% y 6,2 para el caso de la zanahoria blanca, mientras que para la mashua 1,03% y pH de 5,8. No obstante, el aumento de la acidez y pH también se relacionan con la tasa de fermentación y la conversión de la lactosa en ácido láctico por las BAL durante la incubación a 42°C, lo que se traduce en una alta actividad metabólica de las mismas (**Sánchez, 2018**).



**Figura 4.** Cambios en la acidez (% ácido láctico) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

A pesar de estos resultados, la incorporación de harina de zanahoria blanca y mashua en la formulación del yogur mejoraron la estructura del gel. Varios autores (**Alkobeisi et al., 2022; Vieira et al., 2022; Öztürk et al., 2018; Sánchez, 2018**) concuerdan que una acidez y pH adecuados ( $\leq 4,6$ ), así como el aumento en el contenido proteínico de la leche con harinas a partir de cultivos andinos mejora la consistencia del yogur incrementando el porcentaje de agua ligada, lo que resulta en un mayor grado de hidratación de las proteínas y por ende mayor firmeza y consistencia del coágulo.

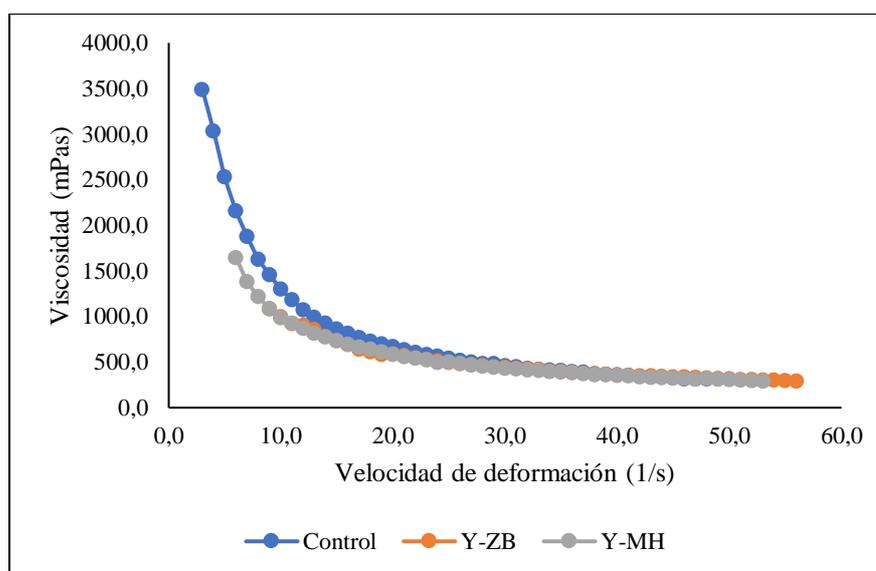


**Figura 5.** Cambios en el pH del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.3. Efecto de las harinas de cultivos andinos sobre la viscosidad del yogur

La viscosidad es una de las características de calidad más importantes del yogur y se ve afectada por la estructura, el número y la fuerza de los enlaces entre las micelas de caseína (Che et al., 2018; Sánchez, 2018). Los valores de viscosidad aparente de las muestras de yogur de zanahoria blanca, mashua y la muestra control oscilan entre 488,0 y 809,2 mPas. Curiosamente, el yogur de zanahoria blanca y mashua mostraron una disminución general en los valores de viscosidad durante el período de almacenamiento, en comparación con la muestra control. Esta disminución en los valores de viscosidad durante el almacenamiento también se informó en otros estudios (Graça et al., 2020; Amove et al., 2019; Codină et al., 2016) y puede deberse a la poca capacidad de la matriz del yogur para atrapar toda la fase sérica, lo que genera inestabilidad y debilita la red del gel. Sin embargo, los resultados de viscosidad obtenidos en esta investigación difieren con el yogur enriquecido a partir de harina de quinua, donde la inclusión de esta harina aumentó la viscosidad del yogur formando una red proteica más fuerte y rígida, debido al contenido de almidón, sólidos, carbohidratos y proteínas presentes en la harina de quinua (Alkobeisi et al., 2022).

En la Figura 6 se puede observar que a medida que aumenta la velocidad de deformación, la viscosidad disminuye gradualmente ( $n < 1$ ) por lo que se considera un fluido no newtoniano de tipo pseudoplástico. Esto se debe a que el esfuerzo de corte aplicado, llega a romper las hebras de caseína y consecuentemente degrada las interacciones electrostáticas e hidrofóbicas débiles en las submicelas y por ende en la red del gel. Además, esta disminución va acompañada por el debilitamiento de la red de proteínas por la actividad de los microorganismos, aumento de la acidez titulable y pH, y por enzimas proteolíticas secretadas por los cultivos iniciadores en el yogur durante el tiempo de almacenamiento (Vieira et al., 2019). No obstante, la adición de las harinas en el yogur pudo provocar menos enlaces intermoleculares entre los fragmentos de gel debido a la pérdida de solvente intersticial (Codinã et al., 2016).



**Figura 6.** Efecto de la inclusión de harinas en la viscosidad del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C.

### 3.4. Efecto de las harinas de cultivos andinos sobre la consistencia del yogur

La consistencia y la viscosidad son los parámetros más críticos para el control de calidad y la aceptación general en productos que tienen un límite de elasticidad como el yogur, dado que el mismo fluye bajo su propio peso (Zamora et al., 2020). En otras palabras, a menor distancia recorrida por el producto en un intervalo de tiempo conocido mayor consistencia presenta. En la Figura 7 se muestra los cambios en las

distancias recorridas en el consistómetro de Bostwick para las muestras de yogur. No se observó diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre el yogur de zanahoria blanca y mashua. Sin embargo, se observó diferencias significativas entre el control con respecto a los demás tratamientos. Los resultados de esta investigación difieren de los obtenidos en el yogur fortificado con inulina y preparado con *Lactobacillus rhamnosus*, donde la consistencia de estos fue menor a la del yogur control durante todo el período de almacenamiento (Canbulat & Ozcan, 2015). A la vista de estos resultados, el parámetro de consistencia depende de la cantidad de sólidos solubles presentes en el yogur, así como de la temperatura y tiempo de almacenamiento del mismo. En este sentido, varios autores (Guénard-Lampron et al., 2019; Muyambo & Urombo, 2018; Vargas et al., 2008) han demostrado que la consistencia Bostwick disminuye con el tiempo de almacenamiento. Además, sugieren que los resultados proporcionados por el consistómetro de Bostwick no pueden relacionarse directamente con los parámetros reológicos, debido a que puede estar involucrada la tensión superficial; es decir, la consistencia de Bostwick es inversamente proporcional a la viscosidad.

**Tabla 4.** Consistencia Bostwick de las muestras de yogur y de algunos alimentos espesos.

Alimento	°Brix	Consistencia (cm)	Tiempo (s)
Control	-	14,47 ± 0,15	30
Yogur de zanahoria blanca	-	13,87 ± 0,15	30
Yogur de mashua	-	13,83 ± 0,21	30
Miel	83,95	13	10
Mostaza	12,3	2,2	30
Mayonesa	0,25	4,3	10
Aderezo	7,5	*	-

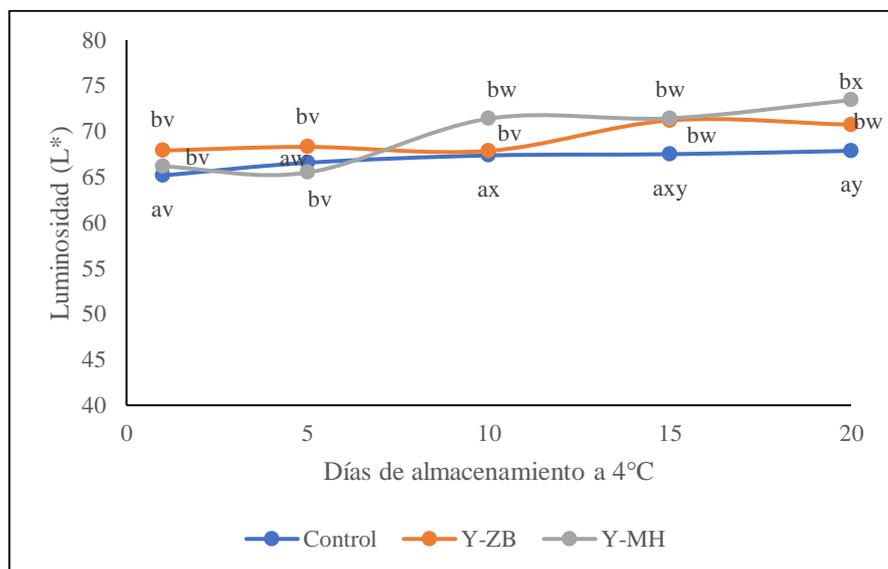
\* Consistencia muy líquida similar al agua. Los resultados son la media ± desviación estándar.

**Fuente: (Zamora et al., 2020)**

### 3.5. Efecto de las harinas de cultivos andinos sobre el color del yogur

La influencia de las harinas y los resultados de la medición de los parámetros L\* (luminosidad), a\* (rojo) y b\* (amarillo) del yogur de zanahoria blanca, mashua y la muestra control se muestran en la Figura 7, 8 y 9 respectivamente.

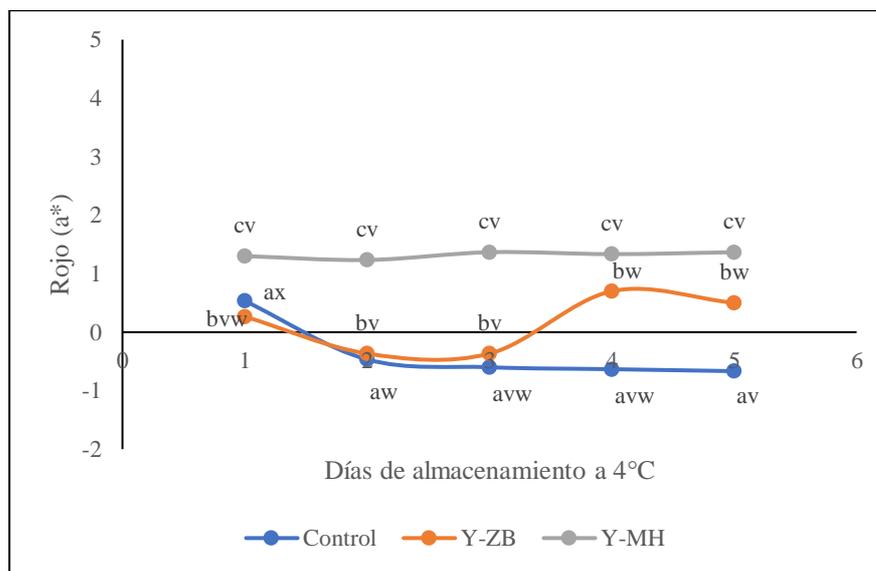
Los valores de  $L^*$  estuvieron en un rango de 66,90 y 69,57, lo que indica que el yogur de zanahoria blanca, mashua y la muestra control presentaron colores claros. El valor  $L^*$  más alto en el yogur de mashua (69,57) pudo deberse al efecto de la dispersión de luz de la proteína y las partículas de grasa (Chudy et al., 2020). La muestra control tuvo un menor grado de luminosidad (66,90) que el yogur de zanahoria blanca (69,20) mismo que puede ser atribuido a posibles alteraciones químicas de la leche durante la elaboración del yogur (descremado) (El-Attar et al., 2022). Por otro lado, la luminosidad de las muestras de yogur no se redujo durante el tiempo de almacenamiento. Estos resultados difieren de los obtenidos en el yogur fortificado con harina de quinua, donde la luminosidad de todas las muestras se redujo durante los 21 días de almacenamiento, debido a los cambios en la acidez y pH mismos que conducen a la solubilización del fosfato de calcio, la disociación y reducción del tamaño de las micelas de caseína (Alkobeisi et al., 2022). Esta variación de resultados probablemente pudo deberse a la concentración de harina utilizada en la elaboración del yogur.



**Figura 7.** Cambios en la luminosidad ( $L^*$ ) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

En cuanto al parámetro  $a^*$ , el yogur de zanahoria blanca y la muestra control presentaron valores negativos, principalmente debido a los altos niveles de

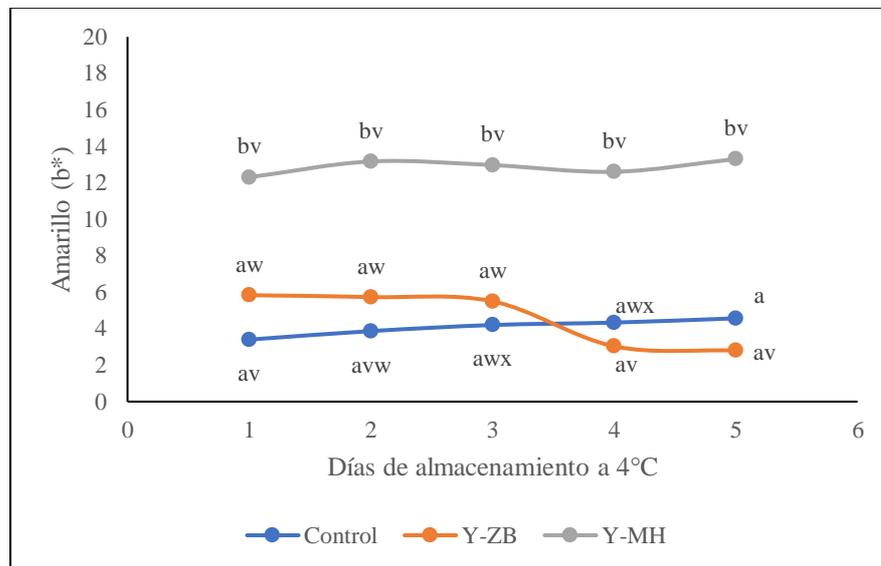
riboflavina en la leche y en la harina de zanahoria blanca, lo que provocó un color verdoso (Chudy et al., 2020; Lim 2016). Mientras que el yogur de mashua mostró valores positivos que pueden estar relacionados a la presencia de flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos y carotenoides en la harina de mashua (Salazar et al., 2021). Además, varios autores (Alkobeisi et al., 2022; El-Attar et al., 2022; Vieira et al., 2022) señalan que valores negativos en el parámetro  $a^*$  pueden atribuirse al bajo contenido de grasa en el yogur lo que favorece la separación del suero debido a que la estructura del coágulo es débil.



**Figura 8.** Cambios en el parámetro  $a^*$  (rojo) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

El yogur de zanahoria blanca y mashua registraron valores ligeramente superiores para el parámetro  $b^*$  con respecto a la muestra control. El color amarillo brillante del yogur de mashua y la presencia de la reacción de Maillard y caramelización durante el proceso de deshidratación del tubérculo, debido a la presencia de azúcares reductores y aminoácidos podrían resultar en un aumento en los valores de  $b^*$ . Sin embargo, también puede ser atribuible al contenido de flavonoides y carotenoides en la harina de mashua (Salazar et al., 2021). Por otro lado, después de 10 días de almacenamiento los valores de  $b^*$  en el yogur de zanahoria blanca se redujeron significativamente ( $p < 0.05$ ). Esto puede estar relacionado con la separación del

suero (sinéresis) ocasionado por la contracción del coágulo debido a una elevada acidez y pH en el yogur durante el período de almacenamiento. Así mismo, este defecto está directamente relacionado con los resultados de cromaticidad ( $C^*$ ) del yogur de zanahoria blanca y la muestra control, presentando los valores más bajos y acercándose a la zona de los verdes más saturados. En cuanto a la tonalidad ( $^{\circ}H$ ), la muestra control presentó un valor negativo (-49,44) con un desplazamiento hacia la zona de tonos verdosos, mientras que la muestra control y el yogur de mashua valores de 14,35 y 84,14, con desplazamientos hacia zonas de tonalidad amarillo-verde y rojo-amarillo respectivamente. Finalmente, el índice de blancura ( $IW$ ) mostró el mismo comportamiento que la luminosidad, pero con valores ligeramente más bajos, debido a la influencia de los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  en su cálculo.



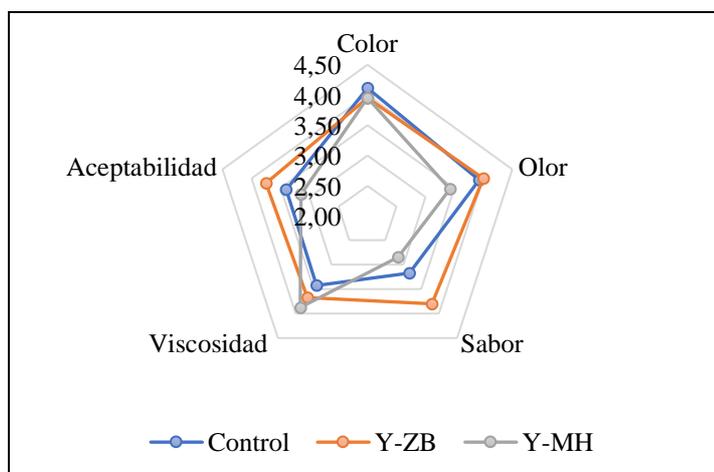
**Figura 9.** Cambios en el parámetro  $b^*$  (amarillo) del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca); Y-MH (yogur con harina de mashua), durante 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.6. Efecto de las harinas de cultivos andinos en la evaluación sensorial

La evaluación sensorial es fundamental en el desarrollo y formulación de nuevos productos con ingredientes alimentarios funcionales diferentes y/o inexplorados. Los resultados de la evaluación sensorial de los yogures se muestran en la Figura 10. Cabe señalar que, en los resultados sensoriales entre el yogur de zanahoria blanca,

mashua y la muestra control no hubo diferencia significativa ( $p>0.05$ ) en los parámetros de color, viscosidad y aceptabilidad general. Estos resultados permiten establecer que el yogur de zanahoria blanca mostró el mismo valor en color que el yogur de mashua, al igual que la viscosidad. Así mismo, el análisis del sabor reveló que la cantidad de acidez en el yogur de zanahoria blanca, mashua y la muestra control fue significativa. Esto probablemente pudo deberse a que, durante la refrigeración y almacenamiento, la acidez se incrementó debido a la actividad de los microorganismos, resultando un producto con olor y sabor desagradable al paladar.

Por otro lado, el yogur de mashua obtuvo valores ligeramente inferiores en las demás características sensoriales que el resto, aunque los panelistas calificaron por encima de 2,8 parámetros de olor y sabor, mientras que en viscosidad la calificación fue superior a 3,8; lo que significa según la escala definida que el yogur gusto moderadamente. Un estudio similar sobre yogur enriquecido con harina de quinua informó una mayor aceptación en viscosidad y color, mientras que en olor, sabor y aceptabilidad fue relativamente bajo, dado que la inclusión de esta harina generó una sensación desagradable en boca (amargor) (El-Attar et al., 2022). Por tanto, con los resultados de la evaluación sensorial de esta presente investigación, es razonable decir que el yogur se puede fortificar con harina de zanahoria blanca y mashua al 0,9% para mejorar la calidad nutricional, funcional y tecnológica del yogur, sin afectar los parámetros sensoriales como el color, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad global.



**Figura 10.** Evaluación sensorial del yogur descremado: Control; Y-ZB (yogur con harina de zanahoria blanca) y Y-MH (yogur con harina de mashua).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

- Se estableció que el uso de harina de zanahoria blanca y mashua en la producción de yogur descremado es una estrategia idónea para incrementar las propiedades tecnológicas, funcionales y sensoriales del mismo, así como para salvaguardar la soberanía alimentaria del país fomentando el consumo de estos cultivos poco valorizados. Los productos resultantes tienen un alto valor nutritivo y de acuerdo a los análisis proximales son una fuente excelente de fibra. Por lo tanto, estos dos cultivos andinos tienen un gran potencial como materia prima.
- Se elaboró yogur descremado con la inclusión de 0,9% harina de zanahoria blanca y mashua, para todos los tratamientos se trabajó con leche descremada al 1% de materia grasa.
- Se determinó que la proporción óptima de harina de zanahoria blanca y mashua es de 0,9% (p/v). Los resultados indicaron que dicha proporción mejora las propiedades nutricionales del yogur descremado, así como también su calidad tecnológica en base a sus propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales. Es decir, el producto final es una buena fuente de energía y fibra, presenta una alta viscosidad aparente (que disminuye durante el período de almacenamiento), menor sinéresis y en general tuvo una mayor aceptabilidad en cuanto a parámetros sensoriales.
- Se determinó que la adición de harina de zanahoria blanca y mashua en el yogur descremado tiene un efecto en las propiedades fisicoquímicas, pues mejoró el proceso de acidificación reduciendo el tiempo de fermentación de 7 a 5 horas para alcanzar el pH final de 4,5. El valor de pH y acidez más altos se registraron después de 15 días de almacenamiento. Además, los valores de viscosidad mostraron una disminución durante el período de almacenamiento a 4°C. La adición de harina de zanahoria blanca y mashua no afectó los valores de color ni los parámetros sensoriales del yogur descremado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alais, C. (2018). *Ciencia de la Leche: Principios de Técnica Lechera*. Barcelona, España: Reverté, S.A.
- Alkobeisi, F., Varidi, M. J., Varidi, M., & Nooshkam, M. (2022). Quinoa flour as a skim milk powder replacer in concentrated yogurts: Effect on their physicochemical, technological, and sensory properties. *Food Science & Nutrition*, 10(4), 1113-1125. doi: [10.1002/fsn3.2771](https://doi.org/10.1002/fsn3.2771)
- Amove, J., Ogori, A. F., & Aondoakaa, P. I. (2019). Effect of yoghurt–milk enrichment with whole soy bean flour. *J Nutr Health Food Engin*, 9(3), 97-103.
- AOAC (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 20<sup>th</sup> Edition. Rockville, USA: AOAC International.
- Arteaga, D., Chacón, L., Samamé, V., Valverde, D., & Paucar, L. M. (2022). Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud. *Agroindustrial Science*, 12(1), 95-101. doi: [10.17268/agroind.sci.2022.01.12](https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.01.12)
- Bär, C., Mathis, D., Neuhaus, P., Dürr, D., Bisig, W., Egger, L., & Portmann, R. (2019). Protein profile of dairy products: Simultaneous quantification of twenty bovine milk proteins. *International Dairy Journal*, 97, 167-175. doi: [10.1016/j.idairyj.2019.01.001](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.01.001)
- Benmeziane, F., Raigar, R. K., Ayat, N. E. H., Aoufi, D., Djermoune-Arkoub, L., & Chala, A. (2021). Lentil (*Lens culinaris*) flour addition to yogurt: Impact on physicochemical, microbiological and sensory attributes during refrigeration storage and microstructure changes. *Lwt*, 140, 110793. doi: [10.1016/j.lwt.2020.110793](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110793)
- Boeck, T., Sahin, A. W., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2021). Nutritional properties and health aspects of pulses and their use in plant-based yogurt alternatives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3858-3880. doi: [10.1111/1541-4337.12778](https://doi.org/10.1111/1541-4337.12778)

- Bonilla, C. A., & García, L. R. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la fabricación y comercialización de bebida a base de coco (Cocos nucifera) enriquecida con soya (Glycine max) y mashua (Tropaeolum tuberosum) para consumo de Lima Metropolitana*. [Trabajo de grado, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional Universidad de Lima. [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15586/Bonilla\\_Valencia-Garcia\\_Arismendiz.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15586/Bonilla_Valencia-Garcia_Arismendiz.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Campbell, J. R., & Marshall, R. T. (2016). *Dairy Production and Processing: The Science of Milk and Milk Products*. Illinois, USA: Waveland Press.
- Canbulat, Z., & Ozcan, T. (2015). Effects of short-chain and long-chain inulin on the quality of probiotic yogurt containing *Lactobacillus rhamnosus*. *Journal of food processing and preservation*, 39(6), 1251-1260. doi: [10.1111/jfpp.12343](https://doi.org/10.1111/jfpp.12343)
- Chandan, R. C., Gandhi, A., & Shah, N. P. (2017). Yogurt: Historical Background, Health Benefits, and Global Trade. In N. P. Shah (Ed.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (pp. 3-29). Cambridge: Academic Press.
- Chudy, S., Biliska, A., Kowalski, R., & Teichert, J. (2020). Colour of milk and their products in CIE L\* a\* b\* space. *Medycyna Weterynaryjna*, 76(2), 77–81. doi: [10.1002/fsn3.2771](https://doi.org/10.1002/fsn3.2771)
- Codină, G. G., Franciuc, S. G., & Mironeasa, S. (2016). Rheological characteristics and microstructure of milk yogurt as influenced by quinoa flour addition. *Journal of Food Quality*, 39(5), 559-566. doi: [10.1111/jfq.12210](https://doi.org/10.1111/jfq.12210)
- Craig, W. J., & Brothers, C. J. (2021). Nutritional content and health profile of non-dairy plant-based yogurt alternatives. *Nutrients*, 13(11), 4069. doi: [10.3390/nu13114069](https://doi.org/10.3390/nu13114069)
- Cubas, M. P. (2020). *Efecto de la concentración de la panela y harina de kiwicha (amaranthus caudatus) en la aceptabilidad de un yogurt*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9190>

- Cuellar, M. C., & Niampira, F. S. (2017). *Evaluación del efecto de envasado en el almacenamiento del cubio (Tropaeolum tuberosum R&P) durante el manejo poscosecha*. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Bogotá - Colombia.
- El-Attar, A., Ahmed, N. E. H., El-Soda, M., & Zaki, S. M. (2022). The Impact of Sweet Potato Flour Supplementation on Functional and Sensorial Properties of Yoghurt. *Food and Nutrition Sciences*, 13(4), 404-423. doi: [10.4236/fns.2022.134030](https://doi.org/10.4236/fns.2022.134030)
- Foroutan, A., Guo, A. C., Vazquez-Fresno, R., Lipfert, M., Zhang, L., Zheng, J., Badran, H., Budinski, Z., Mandal, R., Ametaj, B. N., & Wishart, D. S. (2019). Chemical composition of commercial cow's milk. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(17), 4897-4914. doi: [10.1021/acs.jafc.9b00204](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00204)
- Froiiio, F., Cristiano, M. C., Mancuso, A., Iannone, M., & Paolino, D. (2020). Vegetable-milk-based yogurt-like structure: Rheological properties influenced by gluten-free carob seed flour. *Applied Sciences*, 10(19), 6963. doi: [10.3390/app10196963](https://doi.org/10.3390/app10196963)
- García, M. B., Rodríguez, Y. S., & Avalos, D. M. R. (2020). Manejo de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea* spp.) durante la cosecha y almacenamiento post cosecha. *Agrisost*, 26(2), 1-11.
- Goulding, D. A., Fox, P. F., & O'Mahony, J. A. (2020). Milk proteins: An overview. In H. Singh & M. Boland (Eds.), *Milk proteins: from expression to food* (pp. 21-98). Cambridge: Academic Press.
- Goyal, M. R., Kumar, A., & Gupta, A. K. (2018). *Novel Dairy Processing Technologies: Techniques, Management, and Energy Conservation*. Oakville, Canada: CRC Press.
- Graça, C., Raymundo, A., & Sousa, I. (2020). Yogurt as an alternative ingredient to improve the functional and nutritional properties of gluten-free breads. *Foods*, 9(2), 111. doi: [10.3390/foods9020111](https://doi.org/10.3390/foods9020111)

- Gualoto, J. A. (2021). *Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli*. [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15542/1/27T00495.pdf>
- 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. doi: [10.3168/jds.2018-14565](https://doi.org/10.3168/jds.2018-14565)
- Guerrero, E. I., & Yépez, A. C. (2018). *Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de yuca (Manihot esculenta) y zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)*. [Trabajo de grado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Institucional Universidad San Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7471>
- Gunsha, L. M. (2020). *Utilización de cuatro niveles de harina de mashua en la elaboración de galletas*. [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15505>
- Huang, Y. Y., Yu, J. J., Zhou, Q. Y., Sun, L. N., Liu, D. M., & Liang, M. H. (2020). Preparation of yogurt-flavored bases by mixed lactic acid bacteria with the addition of lipase. *LWT*, 131, 109577. doi: [10.1016/j.lwt.2020.109577](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109577)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Leche cruda. Requisitos* (NTE INEN No. 9). Recuperado de: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_9-5.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_9-5.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Leche. Determinación de la acidez titulable* (NTE INEN No. 13). Recuperado de: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_13-1-C.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_13-1-C.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas*. (NTE INEN No. 14). Recuperado de: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_14-1-C.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_14-1-C.pdf)

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Harinas de Origen Vegetal. Determinación de la Concentración de Ión Hidrógeno o pH* (NTE INEN No. 526). Recuperado de: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_526-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_526-1.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Leches Fermentadas. Requisitos* (NTE INEN No. 2395). Recuperado de: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Leche - Determinación del Contenido de Grasa (IDT)* (NTE INEN-ISO No. 2446). Recuperado de: <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/nextcloud/s/rHKYDNqjSrobW8j>
- John, R., & Singla, A. (2021). Functional Foods: Components, health benefits, challenges, and major projects. *DRC Sustainable Future*, 2(1), 61-72. doi: 10.37281/DRCSF/2.1.7
- Jordán, R. E. (2018). *Desarrollo de una fórmula para un postre instantáneo a partir de harinas de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) y zapallo (Cucurbita maxima Duchesne)*. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10198>
- Karelakis, C., Zevgitis, P., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2020). Consumer trends and attitudes to functional foods. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 32(3), 266-294. doi: [10.1080/08974438.2019.1599760](https://doi.org/10.1080/08974438.2019.1599760)
- Khan, U. M., & Selamoglu, Z. (2020). Use of enzymes in dairy industry: a review of current progress. *Archives of Razi Institute*, 75(1), 131-136. doi: [10.22092/ARI.2019.126286.1341](https://doi.org/10.22092/ARI.2019.126286.1341)
- López, P. I. G., Zambrano, Á. M. Z., Rosado, C. F. R., & Peña, A. M. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *La Técnica*, (19), 47- 60.
- Li, S., Ye, A., & Singh, H. (2019). Seasonal variations in composition, properties,

- and heat-induced changes in bovine milk in a seasonal calving system. *Journal of dairy science*, 102(9), 7747-7759. doi: [10.3168/jds.2019-16685](https://doi.org/10.3168/jds.2019-16685)
- Lim, T. K. (2015). Edible medicinal and non-medicinal plants. In T. K. Lim (Ed.), *Arracacia xanthorrhiza* (Vol. 9, pp. 361-366). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Lim, T. K. (2016). Edible medicinal and non-medicinal plants. In T. K. Lim (Ed.), *Tropaeolum tuberosum* (Vol. 12, pp. 94-102). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Mbey, M., Sobti, B., Al Nuami Khamis, M., Al Shamsi, Y., Al Khateri, L., Al Saedi, R., et al. (2020). Physicochemical properties, sensory quality, and coagulation behavior of camel versus bovine milk soft unripened cheeses. *NFS Journal*, 20, 28-36.
- Muyambo, S., & Urombo, J. A. (2018). Shelf quality studies: modelling of the flow quality and lactic acid bacteria-bifidobacteria quantity, as parameters for monitoring shelf quality of stirred yogurt using shelf time, ph, bostwick consistency and temperature. *Int. Res. J. Biochem. Bioinform.*, 8(1), 1-12. doi: [10.14303/irjbb.2017.078](https://doi.org/10.14303/irjbb.2017.078)
- Obando, M. (2019). *Guía de laboratorios de lácteos*. Ibagué, Colombia: Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Ortega-Anaya, J., & Jiménez-Flores, R. (2019). Symposium review: The relevance of bovine milk phospholipids in human nutrition-Evidence of the effect on infant gut and brain development. *Journal of dairy science*, 102(3), 2738-2748. doi: [10.3168/jds.2018-15342](https://doi.org/10.3168/jds.2018-15342)
- Öztürk, H. İ., Aydın, S., Sözeri, D., Demirci, T., Sert, D., & Akın, N. (2018). Fortification of set-type yoghurts with *Elaeagnus angustifolia* L. flours: Effects on physicochemical, textural, and microstructural characteristics. *LWT*, 90, 620-626. doi: [10.1016/j.lwt.2018.01.012](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.012)

- Pacheco, M. T., Hernández-Hernández, O., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, 35, 100601. doi: [10.1016/j.fbio.2020.100601](https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100601)
- Quilapanta, R., Dávila, M., Vásquez, C., & Frutos, V. (2018). Morfotipos de *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. (Zanahoria blanca) de Ecuador, como fuente de variabilidad del germoplasma. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 281-286. doi: [10.17268/SCI.AGROPECU.2018.02.13](https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2018.02.13)
- Remache Sisa, E. M. (2022). *Estudio del uso de la harina de quinua (Chenopodium quinoa) para la elaboración de yogurt*. [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17477>
- Rodríguez, J., Rodríguez, A., González, O., & Mesa, M. D. (2019). Leche y productos lácteos como vehículos de calcio y vitamina D: papel de las leches enriquecidas. *Nutricion hospitalaria*, 36(4), 962-973. doi: [10.20960/nh.02570](https://doi.org/10.20960/nh.02570)
- Salama, H. H., & Bhattacharya, S. (2022). Advancement of yogurt production technology. In J. Singh & A. Vyas (Eds.), *Advances in Dairy Microbial Products* (pp. 117-131). Chennai: Woodhead Publishing.
- Salazar, D. M. (2021). *Caracterización y Aptitud Tecnológica de Residuos Agroindustriales y Cultivos Andinos para el Diseño y Desarrollo de Alimentos* (Tesis de Doctorado). Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- 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*, 11(9), 1693. doi: [10.3390/agronomy11091693](https://doi.org/10.3390/agronomy11091693)
- Saleh, A., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Hussain, S., Qasem, A. A., & Ibraheem, M. A. (2020). Effect of different starches on the rheological, sensory and storage attributes of non-fat set yogurt. *Foods*, 9(1), 61. doi: [10.3390/foods9010061](https://doi.org/10.3390/foods9010061)

- Sánchez, A. E. (2018). *Efecto de la adición de harina de melloco (Ullucus Tuberosus) variedad amarillo (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa*. [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28254>
- Savaiano, D. A., & Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *Nutrition reviews*, 79(5), 599-614. doi: [10.1093/nutrit/nuaa013](https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa013)
- Sobti, B., & Kamal-Eldin, A. (2019). Effect of added bovine casein and whey protein on the quality of camel and bovine milk yoghurts. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31, 804-811. doi: [10.9755/ejfa.2019.v31.i10.2022](https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i10.2022)
- Smolnikova, F., Toleubekova, S., Kazhybayeva, G., Gorelik, O., Dolmatova, I., Mironova, I., ... & Loseva, S. (2019). Production technology and nutritional value of combined yogurt for dietary nutrition. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(9), 1098-1100. doi: [10.35940/ijitee.i7766.078919](https://doi.org/10.35940/ijitee.i7766.078919)
- Tița, O., Popovici, C., Tamošaitienė, L., Bradauskiene, V., & Tița, M. A. (2020). Effect of chufa flour addition on characteristics of yoghurt quality. *Ukrainian Food Journal*, 9(3), 624-733. doi: [10.24263/2304-974X-2020-9-3-11](https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-11)
- Varela, G. (2018). La leche como vehículo de salud para la población. *Nutrición Hospitalaria*, 35(6), 49-53. doi: [10.20960/nh.2288](https://doi.org/10.20960/nh.2288)
- Vargas, M., Cháfer, M., Albors, A., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2008). Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal*, 18(12), 1146-1152. doi: [10.1016/j.idairyj.2008.06.007](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.06.007)
- Vasconcelos, C. M., Minim, V. P. R., & Chaves, J. B. P. (2012). Low-calorie yogurt added with yacon flour: Development and physicochemical evaluation. *Revista Chilena de Nutricion*, 39(3), 65-71.

- Vásquez, N. Y. (2017). *Efecto de dos tipos de empaque y tres temperaturas en la conservación de la calidad y vida útil de dos cultivares de arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1723>.
- Vázquez, G. (2020). *Evaluación de la ingesta dietética y antropométrica en estudiantes de la Facultad de Medicina con y sin antecedentes de diabetes tipo 2*. [Trabajo de grado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio Institucional Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/11490>
- Vieira, E. D., Styles, D., Sousa, S., Santos, C., Gil, A. M., Gomes, A. M., & Vasconcelos, M. W. (2022). Nutritional, rheological, sensory characteristics and environmental impact of a yogurt-like dairy drink for children enriched with lupin flour. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 100617. doi: [10.1016/j.ijgfs.2022.100617](https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100617)
- Villacrés, E., Quelal, M. B., & Álvarez, J. (2013). *Nutrición, Procesamiento y Gastronomía de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador: Una revisión Bibliográfica de Papa, Melloco, Oca, Mashua, Zanahoria blanca y Jícama*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Departamento de Nutrición y Calidad. Quito – Ecuador.
- Zamora, W. R., Berru, E. M., Mendoza, L. C., Pulache, D. M., Burgos, L. V., Chero, M. J., & Chero, J. A. (2020). Consistómetro Bostwick como una herramienta visual de control de calidad para alimentos espesados. *UCV Hacer*, 9(1), 29-34.
- Zumbado, H. (2008). *Análisis Químico de los Alimentos: Métodos Clásicos*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.

## ANEXOS

### ANEXO A. Certificado de análisis de laboratorio de las muestras de yogur (LACONAL).



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

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO** 0000854

Certificado No: 22-158		801-78-03				
Solicitud N°: 22-158		Pag: 1 de 1				
Fecha recepción: 23 de noviembre de 2022		Fecha de ejecución de ensayos: 28 de noviembre al 05 de diciembre de 2022				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: CLIRUC: 0550173918						
Representante: Edison Tipan		Tel: 0995169731				
Dirección: Ambato		E-mail: etipan3918@uta.edu.ec				
Ciudad: Ambato						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Yogurt		Vol.: 125g				
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: Envase Plástica				
Lote: n/a		No de muestras: Dos				
F. Etb.: 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: 21 de noviembre de 2022				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogurt Descremado Zanahoria Blanca	15822321	Zanahoria Blanca	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-PQ, AOAC Ed. 21, 2019: 2001.11	% (Nx6,25)	3,44
			Grasa, Gravimetría	PE01-7.2-PQ, AOAC Ed. 21, 2019: 991.36	%	1,69
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 21, 2019	%	2,68
Yogurt Descremado Mashua	15822322	Mashua	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-PQ, AOAC Ed. 21, 2019: 2001.11	% (Nx6,25)	4,25
			Grasa, Gravimetría	PE01-7.2-PQ, AOAC Ed. 21, 2019: 991.36	%	1,76
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 21, 2019	%	2,20
Conds. Ambientales: 20,2°C; 54,6%HR			 Ing. Gladys Risueno Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 07 de diciembre de 2022						
<p style="font-size: 0.8em;">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 métodos utilizados 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 inalterable. Solo se permite su reproducción en una de letra y haciendo referencia a "UTL".</p> <p style="font-size: 0.7em; text-align: center;">"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser utilizada. Si usted no es el destinatario de esta información, reconstruyéndola o comunicándola inmediatamente, la distribución o copia de la misma es una prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."</p>						



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. 5517; 5518    <http://laconal.uta.edu.ec>    [laconal@uta.edu.ec](mailto:laconal@uta.edu.ec)

**ANEXO B.** Ficha de valoración sensorial para las muestras de yogur.

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS**  
**PROYECTO**  
*"Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional"*

**HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

- Se le entregara 3 muestras identificadas con códigos alfa numéricos.
- Pruebe la muestra e identifique su nivel de agrado y marque con una X la opción que usted considera. Considerando que 5 es el mayor puntaje y 1 el menor puntaje.
- Entre la evaluación de cada muestra por favor limpie su paladar con agua y/o alimento que se le entregue.

Característica	Escala	Muestras		
		Código 1997	Código 956	Código 981
<b>COLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>OLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>SABOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>VISCOSIDAD</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>ACEPTABILIDAD</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**