



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



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

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

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: Tatiana Belén Minango Morales

TUTOR: Ing. MSc. Fernando Cayetano Álvarez Calvache

Ambato – Ecuador

Marzo - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. M.g. 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 Trabajo 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

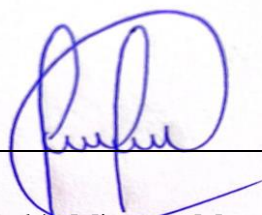
Ing. MSc. Fernando Cayetano Álvarez Calvache

C.I: 1801045020

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Tatiana Belén Minango Morales, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname, positioned above a horizontal line.

Tatiana Belén Minango Morales

C.I: 1850095520

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

Mg. Ruth Narcisa Pérez Salinas
C.I. 180272662-8

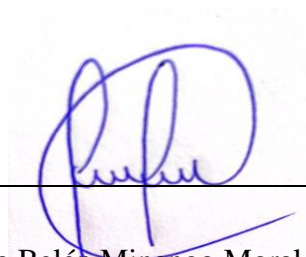
MSc. María Daniela Garcés Moncayo
C.I. 180357158-5

Ambato, 10 de marzo de 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.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Tatiana Belén Minango Morales

C.I: 1850095520

AUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a Dios por bendecirme con vida e inteligencia para lograr cada una de mis metas.

A mi hijo Nicolás, eres mi principal motivación, tu afecto y cariño son los detonantes de mi esfuerzo, de mi felicidad, de buscar siempre lo mejor para ti, gracias por inspirarme a llegar muy lejos, sin duda estarás muy orgulloso de mí como yo lo estoy de ti.

A mis queridos abuelitos, que me han enseñado a ser la persona que soy hoy, por ustedes he logrado muchas cosas, gracias por confiar en mí, por su apoyo incondicional, su infinita bondad y eterno amor.

A Lenin, padre de mi hijo, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo en los momentos más turbulentos. Gracias por creen mí, este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitieron brindándome siempre tu comprensión cariño y amor. Nunca dejaré de estar agradecida por esto.

A mis padres, que me han enseñado mis principios, mis valores, mi empeño y perseverancia. Gracias por apoyarme con sus palabras de ánimo para culminar con mi formación académica.

Finalmente, a mi hermano Efraín, espero que este logro pueda inspirarte a cumplir todas tus metas.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por haberme permitido culminar una de las etapas más importantes de mi vida, por su amor, misericordia y sobre todo por bendecirme con una familia tan hermosa.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por ser mi centro de formación profesional y personal. A mi tutor Ing. Mg. Fernando Álvarez y al director del grupo de investigación PhD. Diego Salazar por todo su tiempo invertido, ánimo, paciencia y guía brindada durante el desarrollo de esta presente investigación.

Al grupo de investigación G⁺ Biofood and Engineering por haberme brindado la oportunidad de ser parte de sus tesis y depositar su confianza en mí para el desarrollo de este presente trabajo de titulación. Gracias por el respaldo brindado a través de los investigadores que forman parte de este distinguido grupo.

¡Gracias a todos!

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	i
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	ii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iii
DERECHOS DEL AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1. Cultivos andinos.....	1
1.1.2. Camote morado (<i>Ipomoea batatas</i> L.).....	2
1.1.3. Oca blanca (<i>Oxalis tuberosa</i>).....	4
1.1.4. Aplicaciones alimentarias.....	5
1.1.5. Producción y consumo del yogur.....	7
1.2. Objetivos.....	9
1.2.1. Objetivo General.....	9
1.2.2. Objetivos Específicos.....	9
CAPÍTULO 2.....	10
METODOLOGÍA.....	10
2. 1. Métodos.....	10
2.1.1. Obtención el material vegetal.....	10
2.1.2. Obtención y preparación de la leche.....	10
2.1.3. Preparación de la mezcla de yogur.....	10
2.1.4. Proceso de elaboración del yogur entero.....	11
2.1.5. Análisis proximal de la leche.....	12

2.1.6. Análisis fisicoquímico del yogur	12
2.1.7. Composición proximal del yogur.....	13
2.1.8. Color.....	16
2.1.9. Análisis de las propiedades reológicas.....	16
2.1.10. Análisis sensorial	17
2.1.11. Análisis estadístico.....	17
2. 2. Hipótesis	18
2. 3. Señalamiento de variables de la hipótesis	18
CAPÍTULO 3	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1. Análisis y discusión de los resultados	19
3.1.1. Pruebas preliminares	19
3.1.2. Análisis fisicoquímicos	20
3.1.3. Composición proximal.....	24
3.1.4. Color.....	26
3.1.5. Viscosidad	30
3.1.6. Consistencia	32
3.1.7. Análisis sensorial	33
3.2. Verificación de la hipótesis.....	34
CAPÍTULO 4	34
CONCLUSIONES	34
MATERIALES DE REFERENCIA	36
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Capacidad de las harinas para formar un yogur estable.....	19
Tabla 2. Características fisicoquímicas de la leche cruda entera.....	20
Tabla 3. Composición proximal y contenido calórico de yogur desarrollado con harina de camote morado y oca blanca	24
Tabla 4. Ecuaciones y coeficientes de correlación que describen la viscosidad aparente frente a la velocidad de deformación de las muestras de yogur control y adicionando el 0,9 % de harina de camote morado y oca blanca.	31
Tabla 5. Consistencia de Bostwick obtenida de distintas muestras	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Camote morado (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	2
Figura 2. Oca blanca (<i>Oxalis tuberosa</i>).....	4
Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de yogur entero con adición de harinas de cultivos andinos.....	11
Figura 4. Evolución de pH en el yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. 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 ($p \leq 0,05$).....	21
Figura 5. Evolución de acidez (% ácido láctico) en el yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. 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 ($p \leq 0,05$).	22
Figura 6. Evolución de la luminosidad (L^*) del yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. 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) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).....	27
Figura 7. Evolución de los rojos (a^*) del yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).....	28
Figura 9. Relación entre la velocidad de deformación y viscosidad aparente (mPa.s) del yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. ...	31

Figura 10. Análisis del perfil sensorial del yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. 33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Obtención de la harina de camote morado (A) (<i>Ipomoea batatas</i>) y oca blanca (B) (<i>Oxalis tuberosa</i>).....	45
Anexo B. Elaboración del yogur entero con adición del 0,9% de harinas de cultivos andinos.	45
Anexo C. Productos finales: yogur con harina de camote morado (A) y yogur con harina de oca blanca (B).....	46
Anexo D. Determinación de viscosidad (A) y consistencia (B) en los yogures suplementados con harina de cultivos andinos.	46
Anexo E. Hoja de cata para el yogur control y con adición de harinas	47
Anexo F. Resultados LACONAL	48

RESUMEN

El aprovechamiento de cultivos andinos para la incorporación en el desarrollo de productos lácteos fermentados como el yogur es una estrategia que permite potenciar el consumo de productos que están desapareciendo. En este sentido, los cultivos andinos que se encuentran en este grupo presentan una alternativa viable para el desarrollo de productos con valor nutricional diferenciado. En esta investigación se utilizaron harinas de camote morado (*Ipomea batatas L.*) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*) para desarrollar un yogur entero. El estudio se diseñó para evaluar el potencial de las harinas de cultivos andinos y conocer su efecto en las propiedades nutricionales, sensoriales y tecnológicas del yogur.

Se analizaron parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable y color), composición proximal (humedad, ceniza, fibra dietética, carbohidratos, calorías y grasa), análisis reológico (viscosidad) y consistencia. Asimismo, se aplicó una prueba de aceptación por medio de análisis sensorial para valorar el efecto de la adición de harinas en la estructura y textura del yogur durante el almacenamiento en cadena de frío. Los resultados indicaron que las harinas alteraron la estructura del yogur, haciéndolo más firme y cohesivo, provocaron un aumento de su viscosidad sin promover cambios en los parámetros de color. En el caso de la harina de camote morado se redujo significativamente la liberación de suero durante el almacenamiento en frío; por lo cual, se demostró que la adición de harinas tiene potencial como estabilizador natural y como fuente de fibra dietética en yogures.

Palabras claves: Productos lácteos, yogur, cultivos andinos, camote morado, oca blanca, propiedades de los alimentos.

ABSTRACT

The use of Andean crops for the incorporation into the development of fermented, products such as yogurt is a strategy that allows promoting the consumption of products that are disappearing. In this sense, the Andean crops found in this group present a good alternative for the development of products with differentiated nutritional value. In this investigation, purple sweet potato (*Ipomea batatas* L.) and white oca (*Oxalis tuberosa*) flours were used to develop the yogurt. The study was designed to evaluate the potential of flours from Andean crops and to know their effect on the nutritional, sensory, and technological properties of yogurt.

Physicochemical parameters (pH, titratable acidity and color), proximal composition (moisture, ash, dietary fiber, carbohydrates, calories, and fat), analysis (viscosity) and consistency were analyzed. Likewise, an acceptance test was applied through sensory analysis to accept the effect of adding flour on the structure and texture of the yogurt during cold chain storage. The results were that the flours altered the structure of the yogurt, making it firmer and more cohesive, causing an increase in its viscosity without promoting changes in color parameters. In the case of purple sweet potato flour, the release of whey was significantly reduced during cold storage; therefore, it was shown that the addition of flours has potential as a natural stabilizer and as a source of dietary fiber in yogurts.

Keywords: Dairy products, yogurt, Andean cultures, sweet potato purple, white oca, food properties

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Cultivos andinos

Las raíces y tubérculos andinos (RTAs) son cultivos de origen muy antiguo, llamados “cultivos olvidados” o “especies subutilizadas”, conocidos también por ser cultivos rústicos ya que son resistentes a la sequía, heladas, salinidad y plagas (**Andina, 2020; Saranraj et al., 2019**). Debido a sus compuestos nutricionales ofrecen grandes oportunidades para combatir el hambre y la desnutrición a nivel local y mundial, pese a ello, su producción y consumo es cada vez menor debido a que la población opta por productos más sencillos de preparar, con reducidos tiempos de cocción y rápidos de servir. Los datos estadísticos respecto a RTAs no convencionales (mashua, camote, jícama, zanahoria blanca, oca, entre otros) son escasos, ya que generalmente se cultivan en áreas pequeñas, a menudo compartiendo sitio con otros cultivos (**Bonete et al., 2016**).

En un estudio realizado por **Pacheco et al. (2020)** se ha observado que el valor nutricional de las raíces y tubérculos varían según factores como la variedad, ubicación, tipo de suelo y la práctica agrícola. Ecuador es uno de los 10 países con una gran agro diversidad, sin embargo, esta es mínimamente aprovechada ya que los productores se desaniman a la comercialización debido a factores como el bajo reconocimiento económico a su esfuerzo y trabajo, por consiguiente su producción es solo para el autoconsumo (**Leidi et al., 2018**). A pesar de que en los países de origen los cultivos no son apreciados, existe una tendencia mundial de los consumidores de varios países desarrollados por el consumo de alimentos de origen natural, con mejor valor nutritivo, reducidos en grasa y azúcares (**Siddiqui et al., 2022**).

Los cultivos andinos en general pueden utilizarse como fuentes no convencionales de compuestos bioactivos, fibra, minerales, que pueden ser usados para desarrollar diferentes productos como biomateriales, productos farmacológicos o nuevos ingredientes funcionales, además, se pueden preparar una variedad de alimentos con mejor valor nutricional (**Ledezma, 2020**). Sus propiedades bioactivas surgen de

estructuras como compuestos fenólicos, saponinas, proteínas bioactivas, glicoalcaloides y ácidos fítics, los cuales tienen efectos beneficiosos probados, mientras que otros están avalados por la medicina tradicional (sus componentes activos aún no han sido probados) (Leidi et al., 2018).

En términos de nutrición, los RTAs son fuente de energía por su almidón y azúcares, poseen una baja cantidad de proteína, no obstante son fuente de minerales (potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro), vitaminas (B₁, B₃, A, C), fibras dietéticas y antioxidantes (polifenoles, carotenoides y vitamina C) (Leidi et al., 2018). A los cultivos andinos también se les considera alimentos funcionales debido a su contenido de compuestos nutricionales que brindan beneficios a la salud actuando como antioxidantes, hipoglucemiantes, hipocolesterolémicas, antimicrobianas e inmunomoduladoras (Chandrasekara y Josheph Kumar, 2016).

1.1.2. Camote morado (*Ipomoea batatas* L.)



Figura 1. Camote morado (*Ipomoea batatas* L.)

El camote (*Ipomoea batatas* L.) (Figura 1) es uno de los cultivos que más se consume en el mundo, conocido por su nombre en inglés “sweet potato”, que traducido al español significa “papa dulce” y que suele ser confundido con la papa, sin embargo, no se corresponden ya que la papa es un tubérculo o tallo engrosado, mientras que el camote es una raíz de almacenamiento comestible. A este cultivo también se lo conoce como “boniato”, “moniato”, “kumara” o “kumera”, perteneciente a la familia *Convolvulaceae* y que ha formado parte de la dieta de poblaciones antiguas durante

siglos, siendo éste el principal alimento básico de esas poblaciones (**Alam, 2021; Chandrasekara y Josheph Kumar, 2016; CIP, 2016**).

Este cultivo es nativo de América Central y del Sur, sin embargo, es cultivado en muchos países con clima tropical y subtropical, por lo que puede producirse en varias altitudes que parten desde el nivel del mar hasta los 2,500 m.s.n.m. En todo el mundo se cultivaron más de 105 millones de toneladas métricas en el año 2016 y más del 95% de esta cantidad se produjo en países como China, Brasil, Perú, entre otros (**CIP, 2016**).

El camote posee un elevado contenido de nutrientes y fitoquímicos que son favorables para mejorar y mantener la salud humana, en la actualidad, este cultivo es conocido por ser una fuente valiosa de carbohidratos, proteínas y minerales como zinc, hierro, fósforo, potasio y calcio, así como vitaminas del complejo B y provitamina A (**INIAP, 2020**). Además, posee compuestos bioactivos naturales exclusivos y debido a su alto valor nutricional se lo puede usar para desarrollar medicamentos para tratar o prevenir diversas enfermedades, así como para desarrollar productos alimenticios. En su composición se puede encontrar ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas, carotenoides y metabolitos primarios esenciales. La planta también es rica en nutrientes y se la ha usado en implicaciones terapéuticas como agente antidiabético, antiinflamatorio y anticancerígeno (**Das et al., 2019; Escobar-Puentes et al., 2022**).

Demostraciones arqueobotánicas y epigráficas confirmadas mediante investigaciones afirman que el camote fue y es un ingrediente que tiene un uso muy amplio en la elaboración de bebidas y alimentos, tanto dulces como salados (**Melédez Guadarrama y Hirose López, 2018**). La manera más tradicional del consumo de camote es cocinado, asado o frito; el camote cocinado, majado y amasado es usado en la producción de dulces (coladas, tortas, bolitas, yogur, entre otros), en productos salados (sopas, puré, albóndigas, etc.) y otros productos donde se lo usa en forma de harina para la elaboración de galletas, fideos, panes (**Cobeña Ruiz et al., 2017**).

La industria de procesamiento de alimentos ha utilizado este cultivo para producir chips o chifles, sin embargo, en la actualidad las tecnologías alimentarias para este producto han mejorado y se presentan nuevas alternativas como productos congelados (trozos, tiras, cubos), enlatados (purés, mermeladas, jaleas), deshidratación térmica y

no térmica (harinas, hojuelas), y tecnologías de fermentación microbiana (bebidas, vinagre, yogur, cuajada) o su subfraccionamiento para obtener almidones, azúcares, alcohol, colorantes naturales (Gallego-Castillo y Ayala-Aponte, 2018; Truong et al., 2010).

1.1.3. Oca blanca (*Oxalis tuberosa*)



Figura 2. Oca blanca (*Oxalis tuberosa*)

La oca blanca (*Oxalis tuberosa*) (Figura 2) también conocida como “oqa”, “uncha”, “apilla”, “ibia” o “cuiba”. Pertenece a la familia *Oxiladaceae* y es un tubérculo nativo de la región Andina, que como muchas otras raíces y tubérculos se ha cultivado en Ecuador, Bolivia, Colombia, Venezuela y Perú. Sin embargo, se ha visto apartada en los últimos años a pequeñas áreas de cultivo donde se siembra, se cosecha y se consume, a pesar de este reducido espacio en la economía de la población la oca fue considerada uno de los cultivos más importantes del mundo, seguidamente de la papa, y ha formado parte de la dieta de poblaciones andinas, inclusive antes que el maíz tome importancia, siendo éste un alimento básico (Zhu y Cui, 2020).

Este tubérculo es uno de los más antiguos ya que tiene aproximadamente 8.000 años de existencia, algunos arqueólogos lo afirman debido a que han encontrado restos de este cultivo andino en tumbas prehispánicas, alejados de su parcela originaria (Arboleda, 2013). En las regiones Andinas de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, se producen a una altitud de 2300 a 4100 metros sobre el nivel del mar, siendo óptima para el crecimiento una altitud de 3000 hasta 3800 msnm, donde existen

lluvias suficientes y las heladas no son extremas, dando como resultado mayor producción (INIAP,2016).

La oca es recia, rústica y soporta las heladas, su forma va desde ovoides a cilíndricas, su contenido de agua sobrepasa el 80%. El valor nutricional de este tubérculo es comparado con el de la papa, sin embargo, se destaca un alto contenido de calcio y vitamina C. Además, es rica en proteínas, con un excelente equilibrio de aminoácidos, así también es una fuente de fibra y elevado contenido en antioxidantes (INIAP, 2016). Su consumo otorga carbohidratos, proteína, grasa, fibra, calcio y hierro, y el porcentaje de cada una de estas propiedades nutricionales varía según el genotipo (Campos et al., 2018; FAO, 2012).

Al ser recién cosechada presenta un alto contenido de ácido oxálico, lo que le otorga un sabor amargo-ácido, es por esta razón que pasa por un proceso denominado ‘curado’ o ‘asoleo’, el asoleado puede darse de dos diferentes maneras, uno de ellos es extender toda la cosecha en el suelo o colgadas mediante el uso de una cuerda tipo hamaca, no existe un número de días determinado para el asoleo; los agricultores se guían por el color, ya que con el transcurso del asoleo en los días estas se van poniendo amarillas día tras día; las ocas endulzadas por el sol tienen diversas formas de consumo que va desde coladas hasta ocas fritas (FAO, 2012).

Por otra parte, en lugar de ser asoleada ésta es colocada en el soberado (techo tejido de carrizo) para ser secada con ayuda de la humareda de los braseros. Después de pasar por este proceso que tiene la duración de un mes, la oca se pela fácilmente adquiriendo un sabor agradable. La oca fresca se utiliza en la elaboración de sopas, puré, o en forma de una masa endulzada envuelta en hoja de achira, tipo quimbolito o humita (FAO, 2012).

1.1.4. Aplicaciones alimentarias

Recientemente, los consumidores han puesto énfasis en las propiedades nutricionales y saludables de los productos alimenticios. Demandan alimentos no solo para comer, sino también para prevenir enfermedades relacionadas con la nutrición. Los alimentos funcionales son una de las mejores opciones para cubrir estas necesidades de los consumidores. En la investigación realizada por Hussein et al. (2020) expresa que los

alimentos funcionales contienen ingredientes potencialmente beneficiosos que están naturalmente presentes en los alimentos o se agregan como ingredientes funcionales y juegan un papel importante en la mejora de la salud.

Como se ha mencionado anteriormente, tanto la oca como el camote morado contienen compuestos promotores naturales de la salud lo que les provee de valor funcional en el mercado alimentario. Si bien los consumos primarios de estos productos como cocidos, al vapor o fritos son los más comunes, productos intermedios como las harinas han ido adquiriendo mayor relevancia. En este contexto, las harinas han llamado especial atención de ciertos investigadores debido a la versatilidad de sus usos y al valor nutricional de las mismas convirtiéndolas en productos estratégicos en la industria (**Giri et al., 2019**).

Considerando que la harina compuesta hace referencia a la mezcla hecha con proporciones variables de más de una harina y utilizada para la producción de alimentos que se hacen tradicionalmente con harina de trigo (**Chandra et al., 2015**); la importancia de la harina compuesta de camote ha ido creciendo particularmente en países tropicales y subtropicales donde esta raíz tuberosa es un alimento básico. Esto no solo debido a las características nutricionales mejoradas de los productos finales sino también el uso de estas mezclas podría reducir costos al no depender en su totalidad de la importación del trigo (**FAO, 2022**).

En función de ello, de acuerdo con varias investigaciones, la sustitución de un porcentaje de harina de trigo por harina de camote puede modificar las características funcionales de alimentos como pastas y galletas, incrementando sus índices de calidad sin afectar la aceptabilidad de los consumidores (**Saleh et al., 2018**). Asimismo, se ha implementado en la elaboración de panes y brownies con resultados similares, o que han evidenciado cambios mínimos en la calidad sensorial del producto final (**Mitiku et al., 2018; Selvakumaran et al., 2019**). De la misma forma la harina de oca blanca se ha incorporado en varios productos como galletas, panes y pastas (**Vera et al., 2018**). Algunos de sus usos son enfocados especialmente a la búsqueda de alternativas libres de gluten para sustituir o suplementar otras harinas.

Otro de los usos que se han evaluado en varias investigaciones es la fortificación de yogur mediante la adición de harinas. La adición de estos productos ricos en fibras,

antioxidantes y otros nutrientes podrían fortalecer los efectos del yogur sobre la salud e incrementar sus características nutricionales. Convirtiendo a su vez al yogur en un producto aún más apetecido por los consumidores (**Benmeziane et al., 2021**).

1.1.5. Producción y consumo del yogur

La demanda de alimentos que se perciban más naturales y que cumplan los estándares dietéticos ha incrementado con el paso de los años (**Santeramo et al., 2018**). Uno de los productos más populares que se considera que cumple estas características es el yogur, el consumo de esta bebida en el mundo ha aumentado paulatinamente, esto se asocia principalmente a las propiedades nutricionales que posee y los efectos que éste genera en la salud, además de sus características funcionales (**Nagaoka, 2019**). Los datos del Centro de la Industria Láctea del Ecuador, (**CIL, 2019**) mencionan que más de dos millones de litros/día de la producción de leche son destinados para la industria láctea, de ello, un 12 % está destinado a la producción de yogures.

El yogur se considera un producto lácteo nutritivo que puede ayudar a mejorar la salud humana, este contiene varios nutrientes debido al proceso de fermentación y al proceso de fabricación. Asimismo, es rico en micronutrientes como riboflavina, vitaminas, calcio, zinc, potasio magnesio. El consumo diario de yogur puede aumentar la ingesta de calcio, proteínas y vitamina D (**Wang et al., 2020**). La producción de yogur industrial depende de varios elementos, incluyendo el cultivo iniciador, la cantidad, la materia prima, el tipo de leche, la temperatura y muchos otros factores. Estas variables afectan las propiedades fisicoquímicas del yogur, como el color, la acidez, la humedad y la textura. El yogur se produce mediante métodos industriales estandarizados; sin embargo, debido a los requerimientos nutricionales el yogur se puede fortificar y complementar su valor nutricional con otros alimentos y nutrientes como vitaminas y minerales (**Ahmad et al., 2022**).

En un estudio realizado por **Ahmad et al. (2022)** se menciona que existen varios principios en la fortificación de alimentos, el primero manifiesta que la demanda de alimentos debe ser siempre constante y que la fortificación no debe tener ningún efecto perjudicial sobre el consumidor, el segundo expresa que el enriquecimiento de alimentos con las adiciones no debe afectar de manera significativa las propiedades

del producto y el tercer principio hace hincapié en que los nutrientes agregados deben ser fácilmente absorbidos por el cuerpo, y por último, el cuarto menciona que los productos suplementados deben otorgar un impacto positivo en el cuerpo del consumidor.

Actualmente, el yogur se encuentra entre los productos alimenticios más ensayados en estudios de fortificación. Se ha estudiado la adición de sustancias orgánicas (lactato de magnesio, citrato de magnesio y pidolato de magnesio) (**Znamirowska et al., 2019**), sustancias inorgánicas (óxido de hierro, óxido de zinc y fosfato de calcio) (**Santillan y Ruiz, 2019**), con frutas, verduras y productos de origen animal. Con el fin de hacerlo más nutritivo o mejorar las propiedades físicas, químicas, sensoriales y aumentar el valor comercial (**Gahruie et al., 2015**).

Los estudios en productos lácteos como el yogur también se han enfocado en el uso de materia primas no convencionales, en este sentido el uso de cultivos andinos infravalorados y que se están perdiendo representa una oportunidad para recuperar cultivos que de otra forma se perderán. Investigaciones han aclarado cuales son los factores que afectan la aceptación y preferencia de los consumidores por los productos lácteos modificados o fortificados.

Desde el punto de vista nutricional se encontró que los productos con afirmaciones ‘naturales’ en términos de tabla nutricional mostraron el nivel más alto de aceptación entre los consumidores, por lo tanto, los estabilizadores novedosos y naturales tienen una gran demanda para cumplir con la creciente tendencia de ‘etiqueta limpia’ (**Bimbo et al., 2017**). Algunos subproductos de frutas, verduras y raíces se han considerado como posibles agentes estabilizadores del yogur debido a sus atributos funcionales como la capacidad de retención de agua, gelificación y espesamiento que son deseables en este tipo de productos.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del uso de harina de camote morado (*Ipomoea batatas* (L.)) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur entero

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la proporción óptima de harinas de cultivos andinos para la elaboración de yogur entero.
- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y viscosidad del yogur entero a partir de harinas de cultivos andinos.
- Evaluar la calidad sensorial del producto final.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2. 1. Métodos

2.1.1. Obtención el material vegetal

El camote morado (*Ipomoea batatas* (L.)) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*) fueron adquiridos en el Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato ubicada en la provincia de Tungurahua. El material vegetal fue llevado a los laboratorios de investigación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología en fundas plásticas para posteriormente ser procesadas en forma de harina.

2.1.2. Obtención y preparación de la leche

La leche cruda que se usó en la investigación fue obtenida de la Parroquia Santa Rosa de la Provincia de Tungurahua y transportada al laboratorio con la ayuda de un galón esterilizado. Se evaluó su composición fisicoquímica y finalmente se pasteurizó a 85 °C por 5 minutos para garantizar la estabilidad microbiológica del producto.

2.1.3. Preparación de la mezcla de yogur

Se elaboró un yogur entero con las harinas de camote morado y oca blanca. El proceso con el cual se desarrolló el yogur tipo batido corresponde al reportado por **Vieira et al. (2022)** con ligeras modificaciones. En la leche se añadieron diferentes porcentajes de harina y se pasteurizó a 85 °C durante 5 minutos. Tras la pasteurización, la leche se enfrió a una temperatura de 40 °C y se añadió cultivo lácteo liofilizado (DANISCO) en proporción al volumen de leche utilizado. Luego se incubó a $40 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 4-6 horas hasta alcanzar un pH de 4,5 – 4,6 y un valor de acidez que varía de 80 a 100 °Dornic. Una vez alcanzada la acidez esperada, se procedió a detener la fermentación disminuyendo la temperatura (4°C). Una vez frío el producto y con la finalidad de romper el coágulo, se agitó lentamente con cuidado durante 1 minuto, pasado este tiempo, el yogur se envasó en recipientes de plástico de acuerdo con todas las normas de seguridad; el producto se almacenó a 4 °C para su posterior análisis. El proceso de preparación del yogur entero se describe en la Figura 3.

2.1.4. Proceso de elaboración del yogur entero

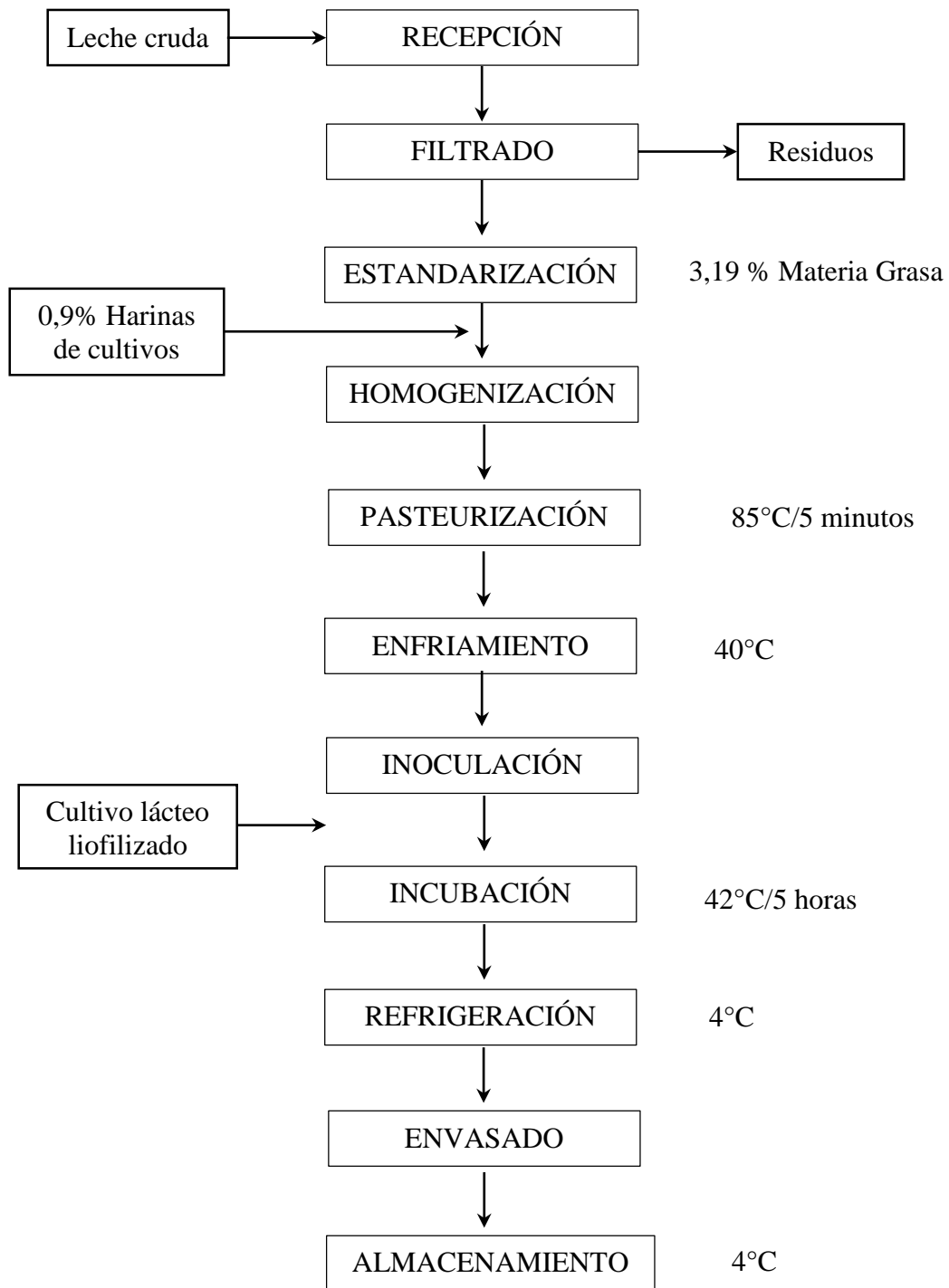


Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de yogur entero con adición de harinas de cultivos andinos.

2.1.5. Análisis proximal de la leche

2.1.5.1. Grasa

El análisis de grasa en la leche se llevó a cabo mediante la normativa **NTE INEN-ISO 2446, (2013)**. Se recurrió al uso del butirómetro Gerber donde se vertió 10ml de ácido sulfúrico y luego 11ml de con 1ml de alcohol iso-amílico, se procedió a tapar y se agitó dos veces lentamente hasta observar que no existía la presencia de partículas blancas, después se centrifugó durante 5min, se retiró de la centrífuga y se procedió a leer los resultados.

2.1.6. Análisis fisicoquímico del yogur

2.1.6.1. pH

El pH se determinó con un potenciómetro (HANNA), se obtuvieron por lectura directa.

2.1.6.2. Acidez titulable

La acidez titulable se determinó en base al protocolo descrito en la normativa **NTE INEN 13, (1985)**. Se tituló una muestra de yogur con hidróxido de sodio al 0,1N usando el indicador fenolftaleína. El resultado se expresó como porcentaje de ácido láctico.

$$A = 0,090 \frac{V * N}{m_1 - m} * 100$$

(Ecuación 1)

Donde:

A: Acidez titulable de la leche (%A. Láctico)

V: Volumen NaOH utilizado

N: Normalidad de NaOH

m: Masa del matraz vacío (g)

m₁: Masa del matraz con leche (g)

2.1.7. Composición proximal del yogur

2.1.7.1. Humedad

El porcentaje de humedad se determinó bajo la norma **AOAC (1984) 16.032**, la cual hace referencia a la pérdida de agua que se evapora de la muestra expresándose en base seca. Se pesó la cápsula de porcelana, se registró el peso, seguido se taró la balanza analítica y se coló 2g de muestra homogenizada. Con unas pinzas metálicas se introdujeron las cápsulas con muestra húmeda en la estufa a una temperatura de 120°C ± 2°C durante 3 horas. Las cápsulas se dejaron enfriar en el desecador, se pesó, se registró el peso con la muestra seca y finalmente, se procedió a calcular la humedad con la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \frac{m_1 - m_2}{P} \times 100$$

(Ecuación 2)

Donde:

m₁: Peso de la cápsula más muestra húmeda (g)

m₂: Peso de la cápsula más muestra seca (g)

P: Peso de la muestra (g)

2.1.7.2. Ceniza

El porcentaje de ceniza se determinó bajo la norma **AOAC (2000), 945.46**. Se tararon los crisoles de porcelana mediante el uso de la estufa a una temperatura de 100°C ± 10°C por una hora. Con unas pinzas metálicas se procedió a sacar los crisoles para colocarlos en un desecador. Se registró el peso de cada crisol, se taró y se pesó 2g de muestra. Los crisoles con muestra húmeda se introdujeron en la mufla precalentada a una temperatura de 550°C durante 3 horas. Los crisoles se dejaron enfriar en el desecador, se pesó y se registró el peso con la muestra seca de cada crisol y finalmente, se procedió a calcular el porcentaje de ceniza con la siguiente fórmula:

$$\%Ceniza = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

(Ecuación 3)

Donde:

m₀: Peso del crisol vacío (g)

m₁: Peso del crisol más muestra (g)

m₂: Peso del crisol más las cenizas (g)

2.1.7.3. Proteína

El contenido de proteína fue analizado por combustión como esta propuesto en la norma **AOAC (2005), 2001.11**. Para el análisis se utilizó el factor de conversión de la proteína (6,25). Finalmente se procedió a calcular el porcentaje de grasa con la siguiente fórmula:

$$\% \textit{proteína} = \%N \times F$$

(Ecuación 4)

Donde:

%N: Porcentaje de nitrógeno

F: Factor de conversión (6,25)

2.1.7.4. Grasa

El contenido de grasa se determinó mediante la norma **INEN (2011)**, se pesó 20g de muestra en papel filtró y se colocó en un dedal, el mismo fue tapado con algodón. Se colocaron 50ml de hexano en vasos de aluminio previamente tarados, seguido, las muestras fueron expuestas a un proceso de ebullición y lavados por 2h mediante la unidad Soxhlet. Se pesó la cantidad de grasa de cada vaso, finalmente se procedió a calcular el porcentaje de grasa con la siguiente fórmula:

$$\% \textit{grasa} = \frac{PG - P}{W} \times 100$$

(Ecuación 5)

Donde:

PG: Peso del vaso más grasa (g)

P: Peso del vaso vacío (g)

W: Peso de la muestra (g)

2.1.7.5. Fibra dietética

La fibra dietética total (TDF) se determinó mediante el método **AOAC 985.29**. La muestra se cuece a 100 °C con alfa-amilasa termoestable para gelatinizar, hidrolizar y despolimerizar el almidón, se incuba con proteasa a 60 °C, se trata con cuatro volúmenes de etanol para precipitar las fibras solubles y eliminar la proteína despolimerizada y glucosa. Finalmente se filtra el residuo, se lava con etanol al 78%, etanol al 95%, acetona, se seca y pesa.

$$\%Ceniza = \frac{F_1 - F_2}{F_0} * 100$$

(Ecuación 6)

Donde:

F₀: Peso de la muestra (g)

F₁: Peso de la fibra cruda más cenizas (g)

F₂: Peso de la fibra cruda (g)

2.1.7.6. Carbohidratos totales

Se determinó mediante el método **AOAC 101.92 (AOAC, 2005)**, que calcula los carbohidratos totales restando al 100% del alimento la cantidad de grasas, proteínas, agua y cenizas contenidas en la matriz alimentaria, la diferencia representa la cantidad total de carbohidratos.

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\%humedad + \%grasa + \%proteína + \%fibra\ cruda + \%ceniza)$$

(Ecuación 7)

2.1.7.7. Valor energético

El contenido calórico se estimó x 100 g debido a 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.

2.1.8. Color

Los parámetros de color L^* , a^* , b^* fueron evaluados mediante el uso del colorímetro Lovibond (LC 100, USA) (Moschopoulou et al., 2021). Se realizaron 10 mediciones de diferentes áreas de la muestra, y el promedio se anotó con el valor obtenido. La saturación croma o coordenada polar (C^*) y tono h^* se calcularon con las ecuaciones 8 y 9:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

(Ecuación 8)

$$h^* = \text{actg} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

(Ecuación 9)

2.1.9. Análisis de las propiedades reológicas

2.1.9.1. Viscosidad

La viscosidad se analizó con un viscosímetro rotacional Brookfield marca QUIMIS. La muestra de yogur se colocó en un vaso de precipitación de 250ml impidiendo la creación de burbujas de aire. Se sumerge el rotor en la muestra hasta el límite fijado, en la pantalla del panel del equipo se coloca el número de rotor y las revoluciones de trabajo, y se mide presionando el botón *Medicao*. El dato es verídico cuando el porcentaje Full Scale se encuentra en un rango de 30-70% (da Silva Dantas et al., 2022). Los datos se ajustan a la siguiente ecuación.

$$T = K (\dot{\gamma})^n$$

(Ecuación 10)

Donde:

T: Esfuerzo de deformación ($\text{Pa}\times\text{s}$)

$\dot{\gamma}$: Velocidad de corte o deformación

K: índice de consistencia ($\text{Pa}\times\text{s}^n$)

n: índice de comportamiento de flujo

2.1.9.2. Consistencia

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

2.1.10. Análisis sensorial

Se evaluó la aceptabilidad, olor, color, sabor y textura basándose en una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 = “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”. El análisis sensorial se llevó a cabo por un panel semientrenado de 15 personas que evaluaron los parámetros establecidos. Los evaluadores recibieron agua y galletas para aclarar el sabor del paladar entre muestra y muestra.

2.1.11. Análisis estadístico

Para estudiar el efecto de la adición de harina de camote morado y oca blanca en las muestras de leche se utilizó un diseño completamente aleatorio con el objetivo de determinar las propiedades fisicoquímicas y viscosidad del yogur entero. El análisis estadístico se determinó mediante el Software Estadístico - InfoStat y se realizó un análisis de varianza ANOVA. Se utilizó el programa informático EXCEL® para el análisis de datos. La comparación se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

2. 2. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀)

La adición de harina de camote morado y oca blanca no afecta a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y viscosidad del yogur entero.

Hipótesis alternativa (H_a)

La adición de harina de camote morado y oca blanca afecta a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y viscosidad del yogur entero.

2. 3. Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable dependiente

Propiedades fisicoquímicas, sensoriales y viscosidad

Variable independiente

Adición de harina camote morado y oca blanca

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Pruebas preliminares

En esta investigación se realizaron estudios preliminares para evaluar cualitativamente la capacidad de las harinas de cultivos andinos para crear geles estables en el yogur entero y seleccionar las dosis más adecuadas (

Tabla). En todos los yogures se mantuvo constante la adición del cultivo iniciador, la temperatura de pasteurización e incubación y el pH final luego de la incubación. En este sentido, todas las dosis añadidas buscan encuadrarse como fórmulas estables y sensorialmente aceptables. De acuerdo con este criterio, se determinaron una serie de parámetros como la capacidad de formar un gel, sinéresis (capacidad de no exudar líquido) y viscosidad. En función a estos parámetros, los yogures se clasificaron de modo arbitrario: (-) baja capacidad, (+) capacidad moderada y (++) buena capacidad.

En base a los resultados cualitativos se observó que las harinas de camote morado y oca blanca en un porcentaje de adición de 0,9 % forman geles estables con nula sinéresis y con buena viscosidad. Por esta razón la dosis de 0,9% es la utilizada en la producción de yogur entero.

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

Dosis de harina adicionada (%)	Capacidad de Gelificación	Sinéresis	Viscosidad
Camote morado 0,3	-	-	-
Camote morado 0,6	+	-	+
Camote morado 0,9	++	-	++
Oca blanca 0,3	-	-	-
Oca blanca 0,6	+	-	+
Oca blanca 0,9	++	-	++

Por otra parte, en la Tabla se muestran los valores de la composición proximal de la leche utilizada para la producción del yogur. Los resultados obtenidos se encuentran en concordancia con lo exigido en la norma **NTE INEN 9:2008**, “Leche cruda. Requisitos”.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de la leche cruda entera

Características	Leche entera
Grasa (%)	3,19
Densidad (kg/m ³)	1028,04
Sólidos no grasos (%)	7,89
Proteínas (%)	2,91

3.1.2. Análisis fisicoquímicos

pH y acidez titulable

El pH y la acidez del yogur son parámetros que determinan la calidad del producto. La acidez titulable está inversamente relacionada con el pH. El pH de los tres yogures evaluados mostró una reducción gradual desde el día de producción hasta el final del periodo de almacenamiento, los resultados muestran diferencias significativas entre el pH de los tres yogures ($p < 0,05$), el comportamiento fue diferente para cada yogur desde el día 1 al día 20, observándose diferencias estadísticamente significativas durante los días de almacenamiento ($p < 0,05$) (Figura 4. Evolución de pH).

La reducción del pH se debe probablemente a la descomposición de la lactosa en ácido láctico por la acción de las bacterias que se mantienen activas, incluso a temperaturas de refrigeración; tras el aumento en los niveles de ácido láctico ocurre una disminución de los niveles de pH y un aumento de la acidez y estos valores pueden disminuir y aumentar durante el periodo de almacenamiento, en donde ocurre una etapa de post-

acidificación asociada a la presencia de β -galactosidasa aún activa a temperaturas de 0 a 5 °C (Ranasinghe y Perera, 2016).

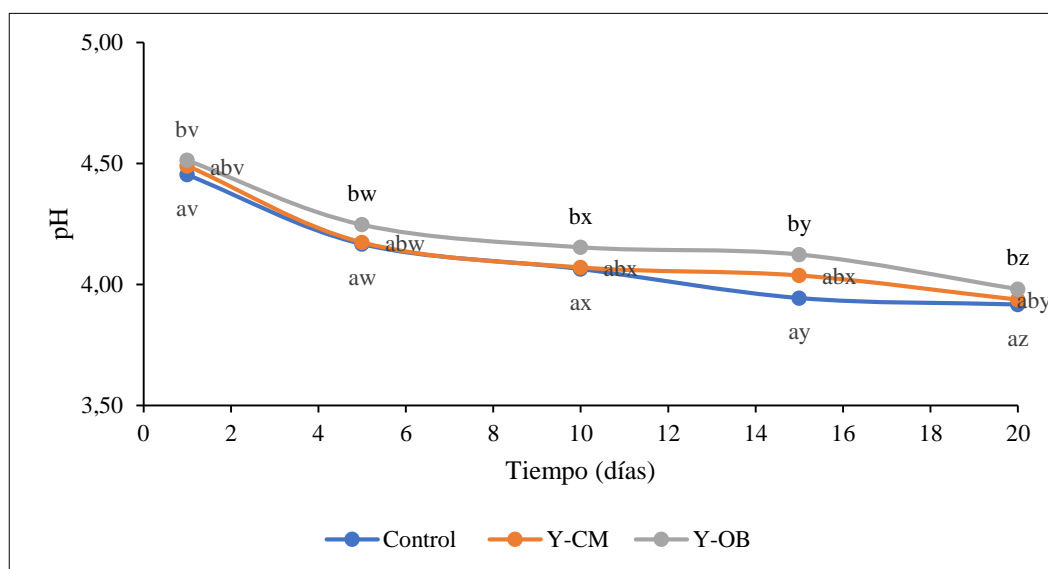


Figura 4. Evolución de pH en el yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

Respecto a los valores de pH se obtuvieron valores promedio de 4,11, 4,14 y 4,20 para el yogur control, yogur con camote y yogur con oca, respectivamente (Tabla 1), en base a ello, se considera que los yogures elaborados se encuentran dentro de los rangos de pH para productos lácteos (3,8-6,5) según lo reportado por Grumezescu y Holban (2018). Por otro lado, considerando los días de almacenamiento se observó un descenso de 4,45 a 3,92 para el yogur control, 4,49 a 3,94 para el yogur con camote y 4,51 a 3,98 para el yogur con oca. En yogures enriquecidos con harinas de camote morado y camote anaranjado se ha observado que la presencia de carbohidratos provee de energía a las bacterias encargadas de producir ácido láctico y elevar la acidez en el yogur y por lo tanto producir un descenso en el pH (Utami et al., 2010).

Yogures fortificados con harina de piel de uvas rica en carbohidratos mostraron valores de pH bajos que van desde 4,59 a 4,22, esto en concordancia con las variedades analizadas (Chardonnay, Moscato y Pinot) y un descenso del pH tras 21 días de almacenamiento de 4,59 a 3,86 según los reportado por Marchiani et al. (2016). Un

comportamiento similar se observa en yogures enriquecidos con harina de alcachofa en donde el pH para dos diferentes tipos de alcachofa (Albik y Rubik) mostraron valores de pH de 4,63 y 4,86 tras un almacenamiento de 18 horas a 5 °C y de 4,57 y 4,77 tras 20 días de almacenamiento a 5 °C (KrivoroTova et al., 2017).

Respecto a yogures elaborados con camote F. Afiati et al. (2018) muestran que las concentraciones de harina de camote influyen en el pH final del yogur; es así como a una concentración del 2 % de harina el pH reportado fue de 3,90 y a una concentración del 4 % el pH disminuye a 3,73, esto concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación en donde a un concentración de harina de 0,9% se obtiene un pH de 4,14. No existen registros de yogures enriquecidos con harina de oca; no obstante, yogures enriquecidos con tubérculos como el yacón muestran valores de pH de 4,28; 4,69; 4,54 y 4,68 a concentraciones de la harina de 1,58 %, 2,56%, 3 % y 3,86 %, respectivamente (Mileib Vasconcelos et al., 2012).

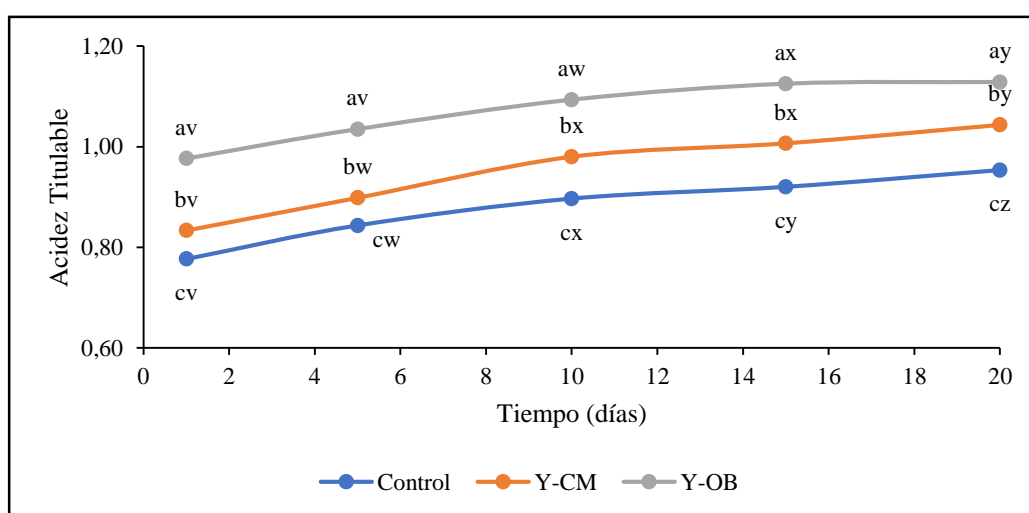


Figura 5. Evolución de acidez (% ácido láctico) en el yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

Los resultados de acidez titulable (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) muestran un aumento del porcentaje de acidez, probablemente atribuido al proceso de fermentación de la leche por las bacterias ácido lácticas empleadas en el proceso de fermentación (Vénica et al., 2018). También se considera el efecto de los sólidos totales sobre la acidez, ya que un incremento de sólidos en leche para yogur

produce una fortificación y se crea un mayor efecto buffer asociado a la acción amortiguadora de las proteínas de la leche, fosfatos, nitratos y lactatos, lo cual hace necesario un desarrollo adicional de ácido por parte de los cultivos iniciadores (**Reyes y Ludeña, 2015**).

La acidez titulable mostró porcentajes promedio de ácido láctico de 0,88 % para el yogur control, 0,95 % para el yogur con harina de camote y 1,07 % para el yogur con harina de oca (Tabla 1), considerando el almacenamiento se observa que desde el día 1 al día 20 en el yogur control el porcentaje de acidez se incrementó de 0,78 % a 0,95 %, en el yogur con camote el incremento fue desde 0,83 % a 1,04 % mientras que en el yogur con oca el porcentaje de ácido láctico subió de 0,98 % a 1,13 %.

En los yogures enriquecidos con harinas de oca blanca y camote morado se ha observado que a medida que la acidez aumenta, el pH gradualmente decrece, en el caso de yogur suplementado con harinas de semillas de fenogreco y moringa se observa que, tras 14 días de refrigeración del producto, la acidez aumenta de 0,86 % a 1,06 % en yogures sin suplementos, de 0,82% a 0,85 % en yogures con harinas de semillas de fenogreco al 0,1 % y de 0,80 % a 0,83% con la misma harina al 0,2 %. En el caso de los yogures con harina de semillas de moringa la acidez aumenta de 0,92 % a 1,09 % en yogures con harina al 0,1 % y 0,98 % a 1,11 % con harinas al 0,2% (**Dhawi et al., 2020**). En el presente estudio se observó un incremento similar; no obstante, tanto para el yogur con camote y con oca la concentración de la harina fue de 0,9 %.

Otros yogures con otras concentraciones de harina de linaza, harina de garbanzo han mostrado porcentaje de ácido láctico similares a los obtenidos en este estudio; por ejemplo, un yogur suplementando con 0,75 % de harina de linaza presenta un porcentaje de 0,8% (**Garmus et al., 2016**), mientras que, yogures enriquecidos con tres concentraciones de harina de garbanzo (1 %, 2 % y 3 %) muestran un porcentaje de ácido láctico de 0,60 % a 0,64 % el primer día de almacenamiento y este porcentaje sube hasta 0,62 y 0,72 para el día 22 de almacenamiento (**Cabrera-Ramírez et al., 2021**).

Tanto el pH como la acidez están asociadas estrechamente a la carga microbiana y la actividad microbiana, de ahí que es importante realizar un control de estos parámetros

con el fin de conocer las condiciones que afectan las características fisicoquímicas y microbiológicas del yogur (Akdeniz, 2023).

3.1.3. Composición proximal

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la composición proximal de los yogures, los resultados permiten evidenciar diferencias significativas ($p < 0,05$). El parámetro más importante al momento de procesar y conservar un alimento es la humedad, debido a que influye directamente con la estabilidad. Los productos con elevado contenido de agua como la leche y el yogur poseen un rango que va desde el 80 al 90 % (González, 2019). La humedad del yogur en la que se ha incluido harinas de cultivos andinos osciló de 87,16 a 86,86 %. La fortificación con harinas evidentemente reduce el contenido de humedad de los alimentos debido a los extractos secos que la harina posee (Aparco, Pardo, & Laime, 2021). La reducción en el valor de humedad es congruente con los resultados de otros estudios como el de F Afiati y Priadi (2018), que obtuvo una variación del 77,22% al 70,74% en yogur con camote morado.

Tabla 1. Composición proximal y contenido calórico de yogur desarrollado con harina de camote morado y oca blanca

Parámetros	Y. Control	Y. Camote	Y. Oca
Humedad	88,6 ± 0,05 ^a	87,16 ± 0,10 ^b	86,86 ± 0,02 ^c
Proteína	3,13 ± 0,05 ^a	3,21 ± 0,05 ^a	2,93 ± 0,05 ^b
Grasa	3,19 ± 0,05 ^b	3,16 ± 0,05 ^b	3,53 ± 0,05 ^a
Ceniza	0,76 ± 0,02 ^c	0,80 ± 0,02 ^b	0,85 ± 0,02 ^a
Fibra	2,1 ± 0,05 ^b	2,75 ± 0,05 ^a	2,71 ± 0,05 ^a
Carbohidratos	2,22 ± 0,05 ^b	2,92 ± 0,05 ^a	3,12 ± 0,05 ^a
pH	4,11 ± 0, 20 ^a	4,14 ± 0, 20 ^a	4,23 ± 0, 15a
Acidez	0,88 ± 0,06 ^c	0,95 ± 0,08 ^b	1,072 ± 0,06 ^a
Calorías (Kcal/100g)	54,34±0,00 ^c	58,53±0,00 ^b	61,30±0,00 ^a
Calorías de la grasa (%)	28,71±0,45 ^b	28,44±0,45 ^b	31,77±0, 45a
Calorías de carbohidratos y grasa (%)	13,11±0,10 ^b	17,25±0, 10a	17,81±0, 10a
Calorías de proteínas (%)	12,52±0, 20a	12,84±0, 20a	11,72±0,20 ^b

Los valores de los parámetros corresponden a la media de tres mediciones ± la desviación estándar. Las letras minúsculas (a, b, c) indican las diferencias significativas para cada parámetro con un nivel de significancia de ($p > 0,05$).

La diferencia de humedad entre los yogures preparados en el presente estudio es comparable con estudios realizados con otras harinas. En el estudio realizado por Sameen et al. (2021) en yogur suplementado con harina de lenteja, la humedad del

yogur al no utilizar harinas es de $86,63 \pm 0,10$, valor cercano a los valores obtenidos en el presente estudio, y al agregar harinas en concentraciones mayores al 1% disminuye la humedad de $75,75 \pm 0,05$ a $65,49 \pm 0,69$.

El contenido proteico en los yogures fortificados muestra una variación significativa en comparación al yogur control, este hecho se debe al contenido proteico de la harina de camote morado y oca blanca. Los resultados del presente estudio son similares al estudio reportado por **Vieira et al. (2022)** en yogur para niños enriquecido con harina de lupino, donde determinó un porcentaje de proteína del 5 % en el yogur final. En otro estudio se analizó el efecto de la harina de camote, mostrando un contenido de 4,65%, ligeramente mayor al obtenido en el presente estudio (**F. Afiati et al., 2018**). En estudios realizados con yogures suplementados con harinas de maíz y yuca se obtuvieron resultados aún más cercanos con valores de 3,8% (**Januário et al., 2017**).

Por otra parte, la grasa es el parámetro que otorga sabor, consistencia y textura al yogur. El total de grasa del producto final depende del contenido inicial de la materia prima (leche), para el caso de un yogur entero el máximo porcentaje es de 3,0 %. Los datos obtenidos indican que existe diferencia significativa, esto puede deberse al contenido de grasa presente en las harinas de camote morado $\sim 0,37$ % (**Hernández Guzmán, 2021**) y oca blanca $\sim 1,06$ % (**Garcés, Vásquez, Peralta, & Rodríguez, 2020**). El contenido de grasa entre los yogures es similar y congruente con los resultados obtenidos por **Curti et al. (2017)** en yogur suplementado con harina de quinua en el que el control elaborado con leche y esencia de vainilla tenía un contenido de $3,2 \pm 0,05$ de grasa, y se reporta que existe un incremento de $3,8 \pm 0,02$ (F1), $4,1 \pm 0,1$ (F2) y $4,5 \pm 0,05$ (F3) con la adición de harina en diferentes dosis. Este comportamiento es visible también en el estudio de **Sameen et al. (2021)** en yogur con harina de lenteja con valores de $4,55 \pm 0,13$ (1% harina de lenteja), $5,31 \pm 0,08$ (4% harina de lenteja).

El contenido de cenizas muestra diferencia significativa, encontrándose en un rango de 0,76 a 0,85 %, estos valores son superiores a lo que se exige en la normativa sanitaria y podría estar atribuido a la cantidad de minerales presentes en las harinas que se reflejan en el producto terminado (**Curti et al., 2017**). El alto contenido de ceniza se hace evidente al contrastarlo con otros estudios en los que este valor está en

el rango de $0,7 \pm 0,01$ hasta $1,4 \pm 0,05$; sin embargo, en otros estudios si se muestran valores cercanos a los obtenidos en el presente estudio, **Vasconcelos et al. (2012)** en yogur con de harina de yacón encontró valores de $0,91 \pm 0,01$.

El yogur es un producto que por sus características es bajo en contenido de fibra, sin embargo, la adición de fibra proveniente de los cultivos andinos mejorará el valor nutricional. El bajo nivel de fibra se puede notar en el control, con un valor de $2,1\% \pm 0,05$, y como aumenta al adicionar las harinas de cultivos andinos, llegando a valores de $2,75\% \pm 0,05$ con la harina de camote y $2,71\% \pm 0,05$ con la harina de oca. En otros estudios se han observado valores considerablemente más bajos como $0,39\%$ en el estudio de **F. Afiati et al. (2018)** en yogur enriquecido con camote morado, o la variación de $0,82\% \pm 0,03$ a $2,05\% \pm 0,13$ en el estudio de Sameen et al. (2021) en yogur suplementado con harina de lenteja; aunque también hay estudios que muestran valores cercanos a los mostrados en el presente estudio como el de **Karnopp et al. (2017)**, que muestra valores de $2,17\% \pm 0,11$ hasta $3,34\% \pm 0,07$ en yogur de jugo de uva morada, harina de piel de la uva y de oligofruktosa respectivamente.

El contenido de carbohidratos en los yogures muestra diferencia significativa ($p < 0,05$). Es importante establecer que los productos desarrollados en este estudio no poseen ninguna clase de azúcares añadidos por lo que el valor final de carbohidratos es reducido. Finalmente, en cuanto al valor energético, se observa que las muestras de oca y camote tienen más calorías que la muestra de control presumiblemente debido a la composición de las harinas que le transfieren sus características al producto terminado. Estos resultados son cercanos a los obtenidos por **Vasconcelos et al. (2012)** en yogur con harina de yacón; aunque son menores en comparación con los obtenidos por **Karnopp et al. (2017)** en yogur de jugo de uva morada, harina de piel de la uva y de oligofruktosa mostrando valores entre $7,16\% \pm 0,37$ y $13,25\% \pm 0,23$.

3.1.4. Color

Los parámetros de color, luminosidad (L^*), rojos (a^*) y amarillos (b^*) y su evolución en el tiempo se pueden observar en la

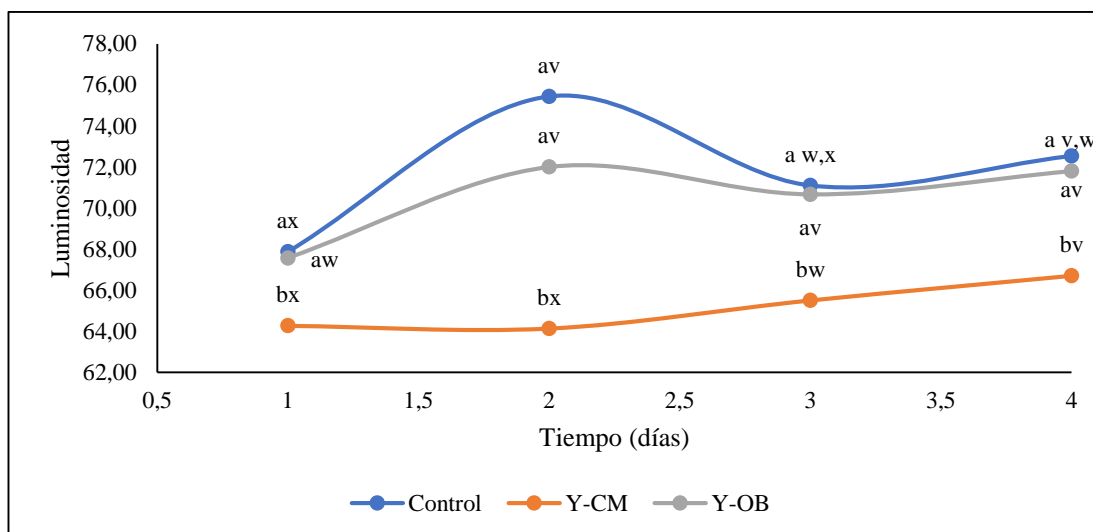


Figura 6. Evolución de la luminosidad (L^*) del yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

6, 7 y 8 respectivamente. El parámetro de calidad más importante para que el producto sea aceptado por el consumidor es el color. El color proviene de los glóbulos de grasa, micelas de caseína, fosfatos de calcio coloidal, pigmentos varios y riboflavina, todos estos presentes en la leche y en los productos derivados de esta. Es importante señalar que al añadir sólidos el esparcimiento de luz es más elevado, por lo tanto, el producto tiene menos luminosidad y blancura (Picon Contreras, 2019).

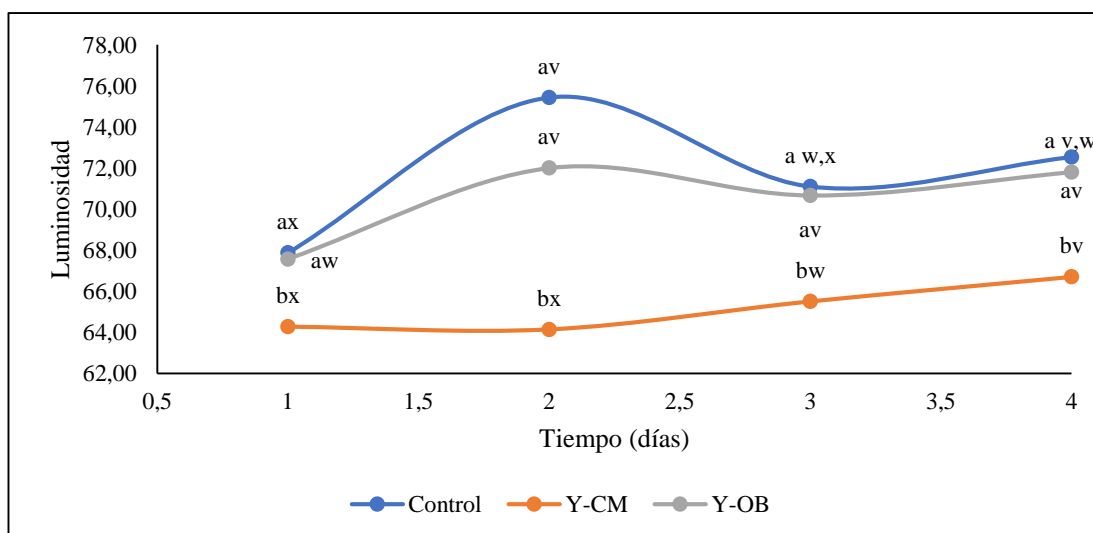


Figura 6. Evolución de la luminosidad (L^*) del yogur entero: Control; Y-CM (yogur

con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. 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) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

En el caso de yogures enriquecidos con harinas es evidente que las características del color cambian, **Akdeniz (2023)** en su estudio con harina de algarroba los valores de L^* disminuyen debido al oscurecimiento del producto debido a la pigmentación, y por otro lado los valores de a^* y b^* incrementan. En el caso del yogur elaborado con harina de camote L^* y a^* se nota un aumento después de 4 días, mientras que b^* disminuye; lo mismo ocurre con el yogur control y el yogur de oca blanca, este incremento de L^* para los tres yogures es debido probablemente al proceso de fermentación mismo, **Lee y Lee (2014)** explican que el proceso de fermentación influye en el cambio de coloraciones de yogures enriquecidos con harinas, en el caso de yogures con harina de cebada a medida que L^* disminuye, a^* y b^* aumenta, sin embargo, estos cambios están asociados a las concentraciones de la harina y al proceso de fermentación de los cereales en donde influyen sustratos fermentables, minerales, y la actividad amilolítica.

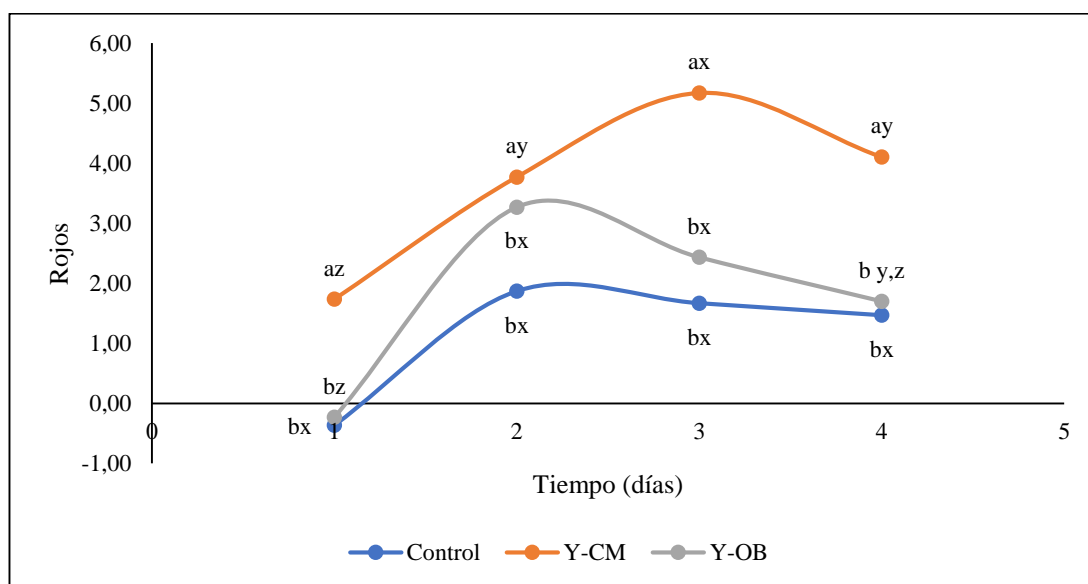


Figura 7. Evolución de los rojos (a^*) del yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

Respecto a los valores del parámetro a^* , en el yogur con harina de camote morado es 3,69 y en el yogur de oca blanca es 1,79. En las harinas de estos cultivos andinos se observó valores de a^* de 8,17 para camote morado y de 5,26 para oca blanca. De la misma forma los valores para b^* en el yogur fortificado con camote mostró un valor de b^* de 6,60 y en el yogur fortificado con oca blanca b^* corresponde a un valor de 6,29; en el estudio de las harinas los valores de b^* para camote y oca fueron de 7,89 y 22,71, respectivamente, por lo que la coloración se puede asumir que está en relación directa con las harinas utilizadas (Salazar et al., 2021). Considerando que la coloración del yogur está asociada al color de las harinas empleadas, los valores de a^* y b^* están asociados a la presencia de flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos y carotenoides presentes en éstas (Velásquez-Barreto et al., 2021).

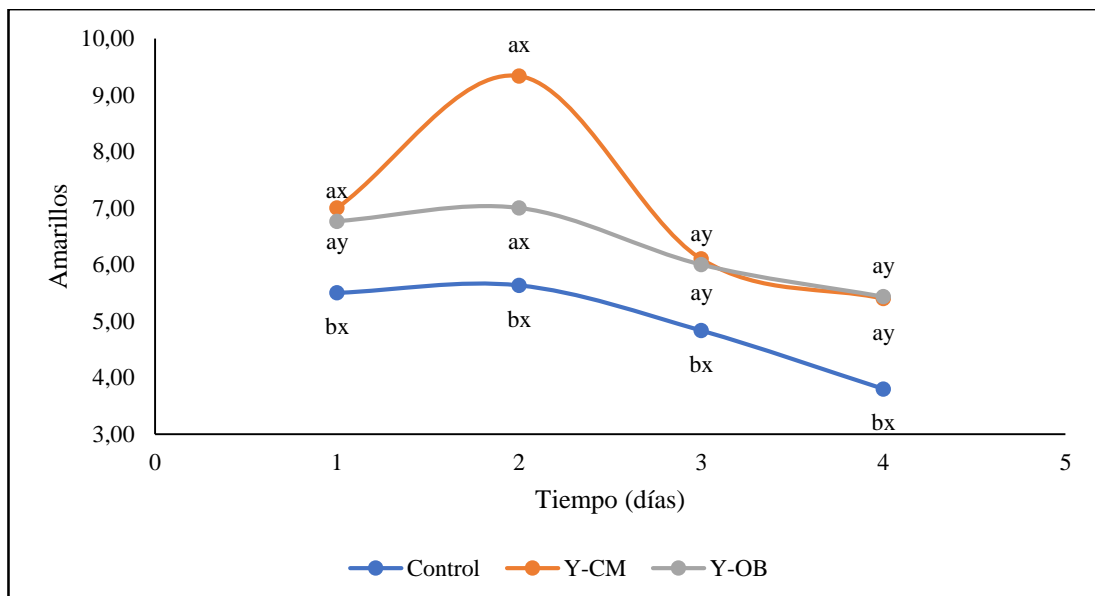


Figura 8. Evolución de los amarillos (b^*) del yogur entero: Control; Y-CM (yogur con harina de camote morado); Y-OB (yogur con harina de oca blanca), durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

Es posible que el cambio de los valores de a^* y b^* en los yogures se deba a la formación de pigmentos amarillo verdoso a consecuencia de la riboflavina presente en el suero de leche y la existencia de carotenos en la leche, los cuales se solubilizan en la grasa y provocan un color amarillento (CANILEC 2011; Rogel Gonzabay and Peñafiel Hidalgo 2022).

3.1.5. Viscosidad

La reología del yogur es el estudio de la deformación y el flujo, su estudio es de suma importancia en el procesamiento, manejo, diseño de procesos y control de calidad en el desarrollo de productos (**Prajapati et al., 2016**). Una de las propiedades reológicas de mayor importancia en la elaboración del yogur es la viscosidad, misma que representa la medida de la resistencia a la deformación. La viscosidad aparente se ve afectada por la fuerza y el número de enlaces entre las micelas de caseína en el yogur, así como por su estructura y distribución espacial (**Izadi et al., 2015**).

En la Figura se muestra la relación entre la viscosidad y la velocidad de corte ajustado al modelo de la ley de la potencia, misma que se observa en la Tabla 2 donde se muestran los valores de índice de comportamiento (η) de las tres muestras estudiadas. Este análisis evidenció que todas las muestras estudiadas exhibieron comportamientos de adelgazamiento por cizallamiento, lo que quiere decir que la viscosidad disminuyó a medida que aumentaba la velocidad de corte, característica típica de los yogures.

Considerando que los valores obtenidos para cada una de las muestras presentan valores de $\eta < 1$, los fluidos muestran comportamiento de pseuplásticos (**Pang et al., 2020**). Comportamientos similares fueron reportados por **Nehaa, Sabitha, Mathushree, Sudha, & Sangeetha, (2022)** y **Rubio et al., (2021)** quienes señalan que varias formulaciones de yogures con harina de maíz, pectina y goma xantana, mostraron comportamientos tixotrópicos y de fluidos no newtoniano-pseudoplástico.

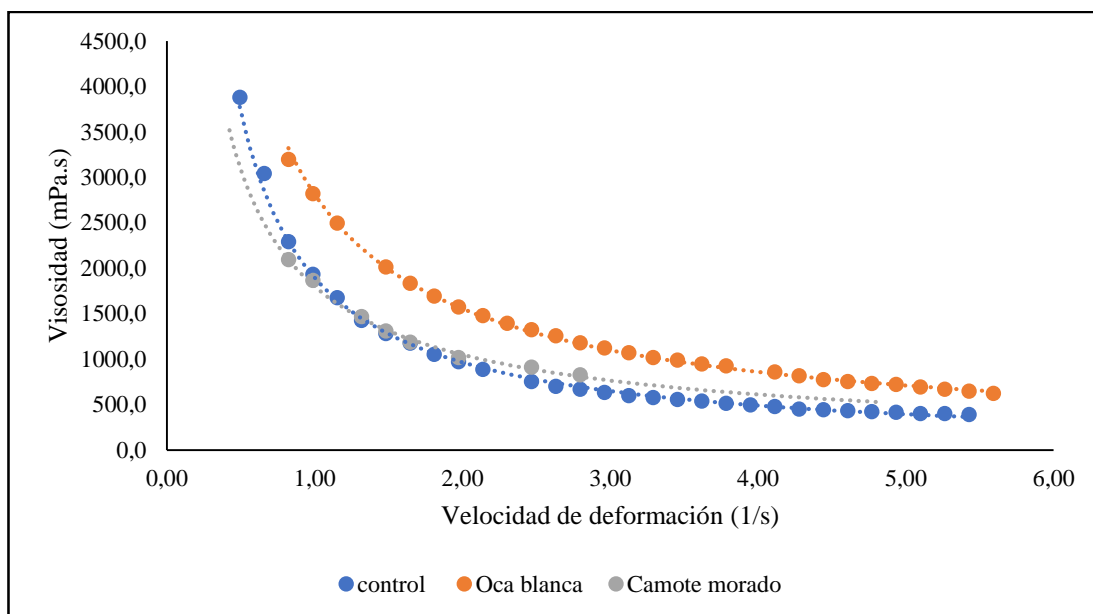


Figura 9. Relación entre la velocidad de deformación y viscosidad aparente (mPa.s) del yogur entero: Control; Yogur con harina de camote morado, Yogur con harina de oca blanca, durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío.

En cuanto a la viscosidad, se observó que el yogur control, presenta el valor de viscosidad más bajo (882,7 mPa.s) mientras que el yogur con adición de harina de camote presenta el valor más alto (1334,9 mPa.s). La adición de harinas aumentó la viscosidad de las muestras, posiblemente atribuido al contenido de fibra. Considerando lo mencionado anteriormente, la viscosidad está íntimamente relacionada con la cantidad de fibra presente, presentando un mayor valor con la cantidad más alta de fibra. **Valdez Lozano and Álvaro Alania (2019)** concordó que la adición de productos ricos en fibra como el mesocarpio del maracuyá influyen sobre la viscosidad de la bebida final. La textura del yogur también puede verse afectada por otros factores, como el contenido de caseína de la leche, la firmeza del gel antes de remover, la intensidad de agitación y la sinéresis (**Coronel Feijó, 2019**).

Tabla 2. Ecuaciones y coeficientes de correlación que describen la viscosidad aparente frente a la velocidad de deformación de las muestras de yogur control y adicionando el 0,9 % de harina de camote morado y oca blanca.

Tratamientos	Viscosidad	
	Ecuación	Coefficiente de correlación
Yogur control	$\eta = 1896,7(\dot{\gamma})^{-0,976}$	0,9984

Yogur camote morado	$\eta = 1799,4(\dot{\gamma})^{-0,779}$	0,9987
Yogur oca blanca	$\eta = 2812,4(\dot{\gamma})^{-0,855}$	0,9988

En estudios similares en los cuales se adicionó harina de camote a distintas muestras de yogur se mostraron comportamientos similares de incremento de viscosidad en función de la adición de la harina (**El-Attar et al., 2022**). Asimismo, las investigaciones de **Mazzaglia et al. (2020)**, **Curti et al. (2017)** y **Jovanović et al. (2020)** concluyen que la adición de harinas ricas en fibra de distintas fuentes vegetales (quinua, lenteja, maíz, yuca, orujo de manzana) induce un incremento en la viscosidad aparente de distintos yogures. Sin embargo, no es el único factor influyente en el resultado final, por lo que hay que tener en cuenta otros factores que influyen sobre esta característica como los cultivos iniciadores, la temperatura y la composición de la leche para lograr un producto final agradable y apetecido por el consumidor.

3.1.6. Consistencia

La consistencia es un parámetro de gran importancia en la elaboración del yogur y está estrechamente relacionada con la cantidad de sólidos presentes en la formulación, así también la temperatura y tiempo de almacenamiento (**Aktar, 2022**). Los resultados obtenidos mediante el consistómetro de Bostwick se muestran en la Tabla 3. De acuerdo con los valores encontrados el yogur suplementado con harina de oca blanca exhibe el menor valor de consistencia (9,9) a diferencia del control que presentó el mayor valor (13,33). La consistencia de Bostwick es inversamente proporcional a la viscosidad, por ello en estudios realizados por **Muyambo y Urombo (2018)** se muestra que los valores de viscosidad aparente más altos eran observados a valores más bajos de consistencia, como se muestran en la Figura y Tabla 3.

Además, se debe considerar que estudios como el de **Guénard-Lampron et al. (2019)** de yogur batido sin grasa sugieren que el aislamiento de los yogures a una temperatura más baja tiene un mayor efecto tanto sobre la viscosidad como la consistencia. Por lo que para asegurar la textura ideal del yogur se debe monitorear el cambio de la viscosidad a lo largo de proceso y se deben realizar los ajustes necesarios en varias de las etapas de elaboración.

Tabla 3. Consistencia de Bostwick obtenida de distintas muestras

Muestras	Consistencia	Temperatura (°C)
Yogur control	9,9	6,3
Yogur camote morado	13,33	5,7
Yogur oca blanca	11,63	6,7

3.1.7. Análisis sensorial

Los resultados de los parámetros sensoriales entre los yogures con harina de cultivos andinos y la muestra control revelaron que hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) en el sabor y la aceptabilidad. Sin embargo, para el color, olor y viscosidad entre el yogur control y el yogur de harina de camote muestran resultados similares siendo estos un promedio de “me gusta moderadamente”. Un estudio similar de **Suwannaphan (2022)** sobre la adición de puré de camote morado en yogur tiene como resultados una aceptabilidad general óptima en comparación con el yogur complementado con otras fibras derivadas de plátano, miel y espinaca.

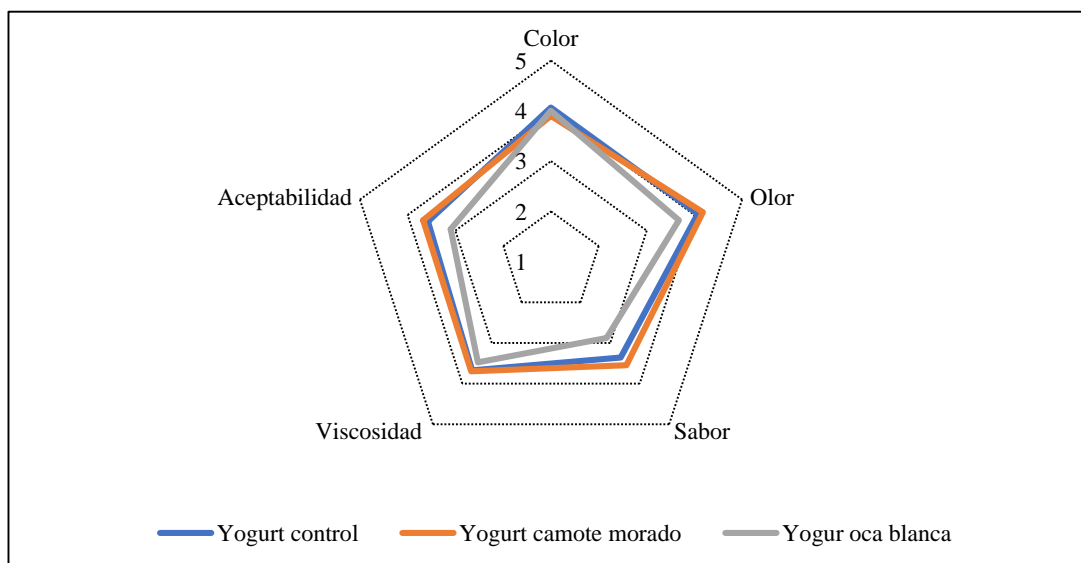


Figura 10. Análisis del perfil sensorial del yogur entero: Control; Yogur con harina de camote morado, Yogur con harina de oca blanca, durante 20 días en almacenamiento en cadena de frío.

En el estudio realizado por **Jovanović et al. (2020)** se observa que otros atributos para considerar aceptable a un yogur enriquecido es la cremosidad y la granulación, especialmente cuando se analizan diferentes concentraciones de harina, es así como para yogures fortificados con harina de orujo de manzana la mejor concentración seleccionada por los catadores fue la harina a una concentración de 3% dado que mostraba características similares al yogur control. En la presente investigación el

yogur con harina de camote morado fue el que presento características de sabor, olor, color y viscosidad más parecidos al yogur control, lo que permitió obtener resultados de mayor aceptabilidad por parte de los evaluadores.

3.2.Verificación de la hipótesis

Una vez realizado el análisis estadístico se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa donde se menciona que la adición de harina de camote morado y oca blanca afecta a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y viscosidad del yogur entero.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

- Se determinó que el uso de harina de camote morado y oca blanca en la producción de yogur entero es una estrategia que permite potenciar las propiedades nutricionales, sensoriales y tecnológicas del mismo, así como para fomentar el consumo de productos que están desapareciendo. El producto final es una fuente de energía y fibra. Por tal razón, estos cultivos tienen una gran viabilidad como materia prima.
- Se determinó mediante un análisis previo que la dosis óptima de harina de camote morado y oca blanca es de 0,9 % (p/v). Los resultados mostraron que dicha dosis mejora considerablemente las propiedades nutricionales, así también su calidad tecnológica. Así pues, el producto resultante presenta aceptabilidad, buena viscosidad aparente y menor presencia de sinéresis.
- La adición de harina de camote morado y oca blanca en los distintos yogures tuvo un efecto en las propiedades fisicoquímicas. Se destaca el proceso de acidificación, puesto que mejoró el tiempo de fermentación haciendo que se redujera de 6 horas a 4 horas, para alcanzar el pH final de 4,5. Asimismo, los valores de viscosidad expusieron un descenso durante el periodo de almacenamiento en cadena de frío (4°C). La suplementación con harina de camote morado y oca blanca no afectaron

los valores de color. Los productos finales conforme al análisis proximal realizado muestran que son una fuente de fibra, por ende, poseen un elevado valor nutritivo.

- El yogur con 0,9% de harina de camote morado mediante el análisis sensorial presentó mayor aceptabilidad en cuanto a los parámetros de olor, color, sabor y viscosidad debido a que presenta similares características que el yogur control. Por tanto, es razonable decir que, el yogur se puede suplementar con harina de camote morado para mejorar la calidad nutricional, funcional y tecnológica del yogur, sin causar efectos negativos en los parámetros sensoriales.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- Afiati, F., Priadi, G., & Setiyoningrum, F. (2018). The improvement of functional food in yogurt enriched with purple sweet potato (*Ipomea batatas* var. Ayamurasaki). *2018, 43(2)*, 10 %J Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture. doi:10.14710/jitaa.43.2.159-168
- Ahmad, I., Hao, M., Li, Y., Zhang, J., Ding, Y., & Lyu, F. (2022). Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges - A review. *Trends in Food Science & Technology, 129*, 558-580. doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.003
- Akdeniz, V. (2023). The quality characteristics of probiotic yogurts enriched with carob flour: ultrasonication effects at different production stages. *J Food Sci Technol, 60(1)*, 272-282. doi:10.1007/s13197-022-05612-z
- Aktar, T. (2022). Physicochemical and sensory characterisation of different yoghurt production methods. *International Dairy Journal, 125*, 105245.
- Alam, M. K. (2021). A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. *Trends in Food Science & Technology, 115*, 512-529. doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.001
- Andina, I. (2020). TATO. ORG.
- Aparco, R. H., Pardo, F. T., & Laime, M. d. C. D. J. M. (2021). Fortificación de yogurt con hierro hémico y su aceptación en niños del sector rural de la región Apurímac. *18(2)*, 117-122.
- Arboleda, J. (2013). "Desarrollo de nuevas propuestas de repostería para el aprovechamiento de la oca (*Oxalis Tuberosa*)".
- 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.
- Bimbo, F., Bonanno, A., Nocella, G., Viscecchia, R., Nardone, G., De Devitiis, B., & Carlucci, D. (2017). Consumers' acceptance and preferences for nutrition-modified and functional dairy products: A systematic review. *Appetite, 113*, 141-154.

- Bonete, M., Urquiza, C., Guevara, R., & Yáñez, P. (2016). Estudio de cuatro tubérculos y raíces tuberosas no tradicionales de la sierra centro de Ecuador y su potencial de uso en platos de autor. *Qualitas*, *12*, 37-67.
- Boukid, F., Comaposada, J., Ribas-Agustí, A., & Castellari, M. (2021). Development of High-Protein Vegetable Creams by Using Single-Cell Ingredients from Some Microalgae Species. *Foods*, *10*(11), 2550.
- Cabrera-Ramírez, A. H., Morales-Koelliker, D., & Aguilar-Raymundo, V. G. (2021). Milk solids replacement with chickpea flour in a yogurt system and their impact on their physicochemical, rheological, and microstructural properties during storage. *Scientia Agropecuaria*, *12*(3), 385-391.
- Campos, D., Chirinos, R., Ranilla, L. G., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive potential of Andean fruits, seeds, and tubers. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 84, pp. 287-343): Elsevier.
- CANILEC. (2011). Libro Blanco de la leche.
- Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *J Food Sci Technol*, *52*(6), 3681-3688. doi:10.1007/s13197-014-1427-2
- Chandrasekara, A., & Josheph Kumar, T. J. I. j. o. f. s. (2016). Roots and tuber crops as functional foods: a review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *2016*.
- CIL. (2019). ESTUDIO DE MERCADO "SECTOR LÁCTEO".
- CIP. (2016). El camote.
- Coronel Feijó, M. A. (2019). Estudio de las características físico-químicas y sensoriales de yogurt enriquecido con quinua ("Chenopodium quinoa" Willd).
- Curti, C. A., Vidal, P. M., Curti, R. N., & Ramón, A. N. (2017). Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*, *37*, 627-631.
- da Silva Dantas, D. L., Viera, V. B., Soares, J. K. B., dos Santos, K. M. O., do Egito, A. S., de Figueirêdo, R. M. F., . . . da Conceição, M. L. (2022). Pilosocereus gounellei (xique-xique) flour: Improving the nutritional, bioactive, and technological properties of probiotic goat-milk yogurt. *LWT*, *158*, 113165.
- Das, G., Patra, J. K., Basavegowda, N., Vishnuprasad, C. N., & Shin, H.-S. J. I. J. o. N. (2019). Comparative study on antidiabetic, cytotoxicity, antioxidant and

antibacterial properties of biosynthesized silver nanoparticles using outer peels of two varieties of *Ipomoea batatas* (L.) Lam. *14*, 4741.

- Dhawi, F., El-Beltagi, H. S., Aly, E., & Hamed, A. M. (2020). Antioxidant, antibacterial activities and mineral content of buffalo yoghurt fortified with fenugreek and *Moringa oleifera* seed flours. *Foods*, *9*(9), 1157.
- 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.
- Escobar-Puentes, A. A., Palomo, I., Rodríguez, L., Fuentes, E., Villegas-Ochoa, M. A., González-Aguilar, G. A., . . . Wall-Medrano, A. J. F. (2022). Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Phenotypes: From Agroindustry to Health Effects. *11*(7), 1058.
- FAO. (2012). Producción orgánica de cultivos andinos
- FAO. (2022). Producción orgánica de cultivos andinos
- Gahruie, H. H., Eskandari, M. H., Mesbahi, G., & Hanifpour, M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, *4*(1), 1-8.
- Gallego-Castillo, S., & Ayala-Aponte, A. A. J. D. (2018). Changes in physical properties of sweet potato due to effects of thermal pre-treatments for puree production. *85*(207), 135-142.
- Garmus, T. T., Bezerra, J. R. M. V., Rigo, M., & Córdova, K. R. V. J. A. (2016). Avaliação sensorial e físico-química de iogurte enriquecido com farinha de linhaça Sensory evaluation and physical chemistry of yogurt enriched with flaxseed flour. *12*(1), 251-258.
- Garcés, M. S. Y., Vásquez, J. M. M., Peralta, A. V. P., & Rodríguez, F. P. E. J. C. (2020). Elaboración y caracterización de harina de oca proveniente de tres variedades,(zapallo, paucar y mestiza), para uso en productos cárnicos. *3*(2.1), 108-121.
- Giri, N. A., Ambedkar, B., & Sakhale, B. K. (2019). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.): A valuable tropical tuber crop: A review. *The Pharmaceutical Innovation Journal*, *8*(6), 182-191.

- González, M. R. (2019). Análisis de referencia en la leche descremada en polvo para la modificación en las formulaciones que se elaboran en Fabrica LALA Veracruz.
- Grumezescu, A. M., & Holban, A. M. (2018). *Food Safety and Preservation: Modern Biological Approaches to Improving Consumer Health*: Elsevier Science.
- 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:<https://doi.org/10.3168/jds.2018-14565>
- Hernández Guzmán, H. (2021). CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, PROPIEDADES NUTRICIONALES, COMPUESTOS FITOQUÍMICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE VARIEDADES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L. Lam.) CULTIVADAS EN MILPAS DEL ESTADO DE YUCATÁN.
- Hussein, H., Awad, S., El-Sayed, I., & Ibrahim, A. (2020). Impact of chickpea as prebiotic, antioxidant and thickener agent of stirred bio-yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*, *65*(1), 49-58. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.03.001>
- INIAP. (2016). Redesubriendo la Oca y la Mashua doi:978-3-8417-6707-3
- INIAP. (2020). Camote, un alimento con gran potencial para combatir la desnutrición.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Determinación de acidez titulable, Pub. L. No. NTE INEN 0013, (1985).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leches cruda. Requisitos, Pub.L. No. NTE INEN 0009, (2008).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leches fermentadas. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 2395, (2011).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Determinación del contenido de grasa en leche, Pub. L. No. NTE INEN-ISO 2446, (2013).
- Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G. A., & Tamjidi, F. (2015). Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage. *J Food Sci Technol*, *52*(8), 5341-5346. doi:10.1007/s13197-014-1593-2

- Januário, J. G. B., da Silva, I. C. F., De Oliveira, A. S., De Oliveira, J. F., Dionísio, J. N., Klososki, S. J., & Pimentel, T. C. (2017). Probiotic yoghurt flavored with organic beet with carrot, cassava, sweet potato or corn juice: Physicochemical and texture evaluation, probiotic viability and acceptance. *International Food Research Journal*, 24(1).
- Jovanović, M., Petrović, M., Miočinović, J., Zlatanović, S., Laličić Petronijević, J., Mitić-Ćulafić, D., & Gorjanović, S. (2020). Bioactivity and Sensory Properties of Probiotic Yogurt Fortified with Apple Pomace Flour. 9(6), 763.
- Karnopp, A. R., Oliveira, K. G., de Andrade, E. F., Postinger, B. M., & Granato, D. (2017). Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives. *Food Chemistry*, 233, 401-411.
- Krivorotova, T., Sereikaitė, J., & Glibowski, P. (2017). Rheological and textural properties of yogurts enriched with Jerusalem artichoke flour.
- Ledezma, C. C. Q. (2020). Native food crops for present and future generations: Their role in nutrition and health. In *Sustainability of the food system* (pp. 3-23): Elsevier.
- Lee, N., & Lee, M.-J. (2014). Effect of Colored Barley Flours on Quality Characteristics of Fermented Yogurt by *Lactobacillus* spp. *Korean Journal of Crop Science*, 59(1), 66-72.
- Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodriguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., . . . Jacobsen, S.-E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, 51, 86-93. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.007>
- Marchiani, R., Bertolino, M., Belviso, S., Giordano, M., Ghirardello, D., Torri, L., . . . Zeppa, G. J. J. o. F. Q. (2016). Yogurt enrichment with grape pomace: Effect of grape cultivar on physicochemical, microbiological and sensory properties. 39(2), 77-89.
- Mazzaglia, A., Legarová, V., Giaquinta, R., Lanza, C. M., & Restuccia, C. (2020). The influence of almond flour, inulin and whey protein on the sensory and microbiological quality of goat milk yogurt. *LWT*, 124, 109138. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109138>

- Melédez Guadarrama, L., & Hirose López, J. J. E. d. c. m. (2018). Patrones culinarios asociados al camote (*Ipomoea batatas*) y la yuca (*Manihot esculenta*) entre los mayas yucatecos, ch'oles y huastecos. *52*, 193-226.
- Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar humedad, Pub. L. No. Método 16.032, (1984).
- Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar fibra dietética, Pub. L. No. Método 985.29, (1985).
- Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar cenizas, Pub.L. No. Método 945.46, (2000).
- Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar proteína, Pub.L.No.Método 2001.11, (2005).
- Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar carbohidratos totales, Pub.L. No. Método 101.92, (2005).
- Mileib Vasconcelos, C., Rodrigues Minim, V. P., & Paes Chaves, J. B. (2012). Yogur bajo en calorías añadido con harina de yacón: desarrollo y evaluación físico-química. *Revista chilena de nutrición*, *39*(3), 65-71.
- Mitiku, D. H., Abera, S., Bussa, N., & Abera, T. (2018). Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flour. *British Food Journal*.
- Moschopoulou, E., Dernikos, D., & Zoidou, E. (2021). Ovine ice cream made with addition of whey protein concentrates of ovine-caprine origin. *International Dairy Journal*, *122*, 105146.
- Muyambo, S., & Urombo, J. (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. *8*, 1-012. doi:10.14303/irjbb.2017.078
- Nagaoka, S. (2019). Yogurt production. *Lactic acid bacteria: Methods and protocols*, 45-54.
- Nehaa, B., Sabitha, V., Mathushree, R., Sudha, A., & Sangeetha, V. (2022). DEVELOPMENT OF PLANT-BASED YOGURT. *Foods and Raw materials*, *10*(2), 274-282.

- 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:<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100601>
- Pang, B., Wang, S., Chen, W., Hassan, M., & Lu, H. (2020). Effects of flow behavior index and consistency coefficient on hydrodynamics of power-law fluids and particles in fluidized beds. *Powder Technology*, 366, 249-260. doi:<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.01.061>
- Pastorino, A. J., Hansen, C. L., & McMahon, D. J. (2003). Effect of pH on the chemical composition and structure-function relationships of cheddar cheese. *J Dairy Sci*, 86(9), 2751-2760. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73871-5
- Picon Contreras, Y. T. (2019). Beneficios y usos de leche de cabra y de vaca en la elaboración de diferentes tipos de yogurt.
- Prajapati, D. M., Shrigod, N. M., Prajapati, R. J., & Pandit, P. D. (2016). Textural and rheological properties of yoghurt: a review. *Adv Life Sci*, 5(13), 5238-5254.
- Ranasinghe, J. G. S., & Perera, W. T. R. (2016). Prevalence of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* stability in commercially available yogurts in Sri Lanka. *Asian Journal of Medical Sciences*, 7(5), 97-101.
- Reyes, J., & Ludeña, F. J. R. P. (2015). Evaluación de las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de un yogur elaborado con sucralosa y estevia. 36(2), 16-16.
- Rogel Gonzabay, A. E., & Peñafiel Hidalgo, G. C. (2022). *Determinación de la calidad fisicoquímica de leches ultrapasteurizadas, descremadas que se comercializan en supermercados de la parroquia Tarqui, Guayaquil*. Universidad de Guayaquil-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Rubio, F. T. V., Haminiuk, C. W. I., dos Santos, M. M., Thomazini, M., Moraes, I. C. F., Martelli-Tosi, M., & Fávaro-Trindade, C. S. (2021). Development of natural pigments microencapsulated in waste yeast *Saccharomyces cerevisiae* using spray drying technology and their application in yogurt. *Food & Function*, 12(19), 8946-8959. doi:10.1039/D1FO00708D
- 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. 11(9), 1693.

- Saleh, M., Lee, Y., & Obeidat, H. (2018). Effects of incorporating nonmodified sweet potato (*Ipomoea batatas*) flour on wheat pasta functional characteristics. *J Texture Stud*, 49(5), 512-519. doi:10.1111/jtxs.12319
- Sameen, A., Mushtaq, B. S., Hussain, M. B., Javed, A., Plygun, S., Korneeveva, O., & Shariati, M. A. (2021). Development and evaluation of yogurt supplemented with lentil flour. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 1005-1009.
- Santeramo, F. G., Carlucci, D., De Devitiis, B., Seccia, A., Stasi, A., Viscecchia, R., & Nardone, G. (2018). Emerging trends in European food, diets and food industry. *Food Research International*, 104, 39-47. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.039
- Santillan, E., & Ruiz, J. F. V. (2019). Evaluación de propiedades fisicoquímicas y físicas de dos alimentos lácteos (yogur y queso) enriquecidos con nanopartículas de Ca, Fe y Zn. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 6(1), 52-80.
- Saranraj, P., Behera, S. S., & Ray, R. C. (2019). Chapter 7 - Traditional Foods From Tropical Root and Tuber Crops: Innovations and Challenges. In C. M. Galanakis (Ed.), *Innovations in Traditional Foods* (pp. 159-191): Woodhead Publishing.
- Selvakumaran, L., Shukri, R., Ramli, N. S., Dek, M. S. P., & Ibadullah, W. Z. W. (2019). Orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) puree improved physicochemical properties and sensory acceptance of brownies. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(3), 332-336.
- Siddiqui, S. A., Pahmeyer, M. J., Mehdizadeh, M., Nagdalian, A. A., Oboturova, N. P., & Taha, A. (2022). Consumer Behavior and Industry Implications. In *The Age of Clean Label Foods* (pp. 209-247): Springer.
- Suwannaphan, S. (2022). Quality evaluation of non-fat goat milk yogurt supplemented with purple sweet potato flour. *International Food Research Journal*, 29(6).
- Truong, V.-D., Avula, R. Y. J. S. p. p. h. a. i. f., feed, & industry. Nova Science Publishers, I. (2010). Sweet potato purees and dehydrated powders for functional food ingredients. 117-162.
- Utami, R., Andriani, M. M., & Putri, Z. A. J. C. T. J. o. S. A. (2010). Kinetika fermentasi yoghurt yang diperkaya ubi jalar (*Ipomea batatas*). 25(1), 50-55.

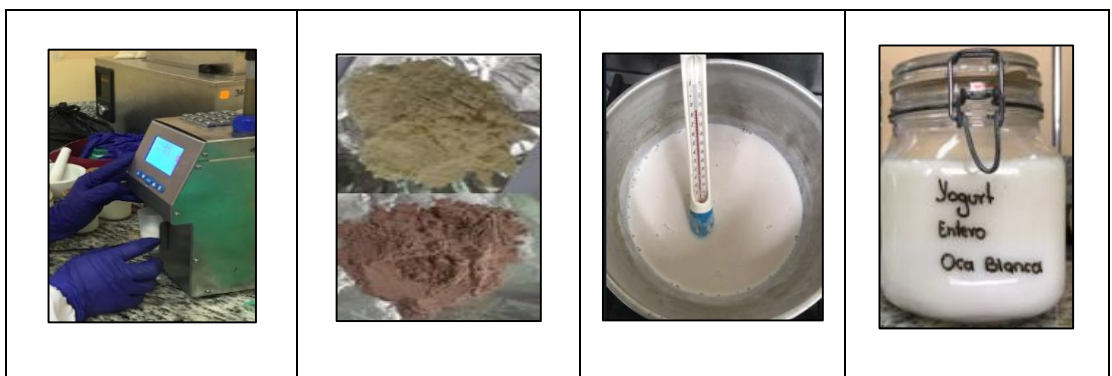
- Valdez Lozano, M. E., & Alvaro Alania, K. T. (2019). Comportamiento reológico y evaluación fisicoquímica y sensorial del yogurt con adición de fibra de mesocarpio del maracuyá (*Passiflora edulis*).
- Vasconcelos, C. M., Minim, V. P. R., & Chaves, J. B. P. J. R. C. d. N. (2012). Low-calorie yogurt added with yacon flour: Development and physicochemical evaluation. *39*(3), 65-71.
- Velásquez-Barreto, F. F., Bello-Pérez, L. A., Nuñez-Santiago, C., Yee-Madeira, H., & Velezmoro Sánchez, C. E. (2021). Relationships among molecular, physicochemical and digestibility characteristics of Andean tuber starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, *182*, 472-481. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.04.039>
- Vénica, C. I., Wolf, I. V., Suárez, V. B., Bergamini, C. V., & Perotti, M. C. (2018). Effect of the carbohydrates composition on physicochemical parameters and metabolic activity of starter culture in yogurts. *LWT*, *94*, 163-171. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.034>
- Vera, N. G., Manzano, S. O. E., & Hernandez, H. M. H. (2018). Use of *Oxalis tuberosa* in Gluten-free Baked Goods Manufacture. In *Alternative and Replacement Foods* (pp. 167-175): Elsevier.
- Vieira, E. D. F., 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:<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100617>
- Wang, X., Kristo, E., & LaPointe, G. (2020). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. *Food Hydrocolloids*, *100*, 105453. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105453>
- Zhu, F., & Cui, R. (2020). Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, *148*, 601-607. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028>
- Znamirowska, A., Szajnar, K., & Pawlos, M. J. I. J. o. F. P. (2019). Organic magnesium salts fortification in fermented goat's milk. *22*(1), 1615-1625.

ANEXOS

Anexo A. Obtención de la harina de camote morado (A) (*Ipomoea batatas*) y oca blanca (B) (*Oxalis tuberosa*)



Anexo B. Elaboración del yogur entero con adición del 0,9% de harinas de cultivos andinos.



Anexo C. Productos finales: yogur con harina de camote morado (A) y yogur con harina de oca blanca (B).



Anexo D. Determinación de viscosidad (A) y consistencia (B) en los yogures suplementados con harina de cultivos andinos.



Anexo E. Hoja de cata para el yogur control y con adición de harinas

**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 1204	Código 357	Código 257
COLOR	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
OLOR	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
SABOR	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
TEXTURA	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
ACEPTABILIDAD	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!

Anexo F. Resultados LACONAL



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

0000856

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 22-160		BDL-7.8.01
Solicitud N°: 22-160		Pag.: 1 de 2
Fecha recepción: 23 de noviembre de 2022		Fecha de ejecución de ensayos: 28 de noviembre al 05 de diciembre de 2022
Información del cliente:		
Empresa	C.I./RUC: 1850095520	
Representante: Tatiana Minango	TIF: 0998172597	
Dirección: Ambato	E-mail: tminango5520@uta.edu.ec	
Ciudad: Ambato		
Descripción de las muestras:		
Producto: Yogurt	Vol.: 125g	
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Envase Plástica	
Lote: n/a	No de muestras: Tres	
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: Refrigeración <input checked="" type="checkbox"/> Congelación: <input type="checkbox"/>		Almac. en Lab: 30 días
Cierres seguridad: Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Intactos: <input type="checkbox"/> Rotos: <input type="checkbox"/>		Muestreo por el cliente: 21 de noviembre de 2022

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogurt Entero Blanco	16022324	Blanco	Proteína, Kjeldhal	PE-11-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	%(Nx6,25)	2,84
			Grasa, Gravimetría	PE-04-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019 991.36	%	2,68
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29 Ed. 21, 2019	%	2,19
Yogurt Entero Oca Blanca	16022325	Oca Blanca	Proteína, Kjeldhal	PE-11-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	%(Nx6,25)	2,93
			Grasa, Gravimetría	PE-04-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019 991.36	%	3,53
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29 Ed. 21, 2019	%	2,71
Yogurt Entero Camote Morado	16022326	Camote morado	Proteína, Kjeldhal	PE-11-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	%(Nx6,25)	3,21
			Grasa, Gravimetría	PE-04-7.2-FQ AOAC Ed. 21, 2019 991.36	%	3,16
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29 Ed. 21, 2019	%	2,75



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