



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



Efecto del uso de harina de zanahoria blanca (*Arracacia Xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales para la producción de yogur

Informe final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación interinstitucional Universidad Técnica de Ambato.

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

Autora: Jennifer Brigitte Acaro López

TUTOR: Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

Ambato – Ecuador
MARZO 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

CERTIFICA:

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

Ambato, 10 de febrero de 2023

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

CI: 1803124294

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jennifer Brigitte Acaro López, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Jennifer Brigitte Acaro López

C.I: 1803986866

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. Santiago Esmiro Cadena Carrera

C.I. 1715602593

MSc. Daniel Alfonso Cabrera Valle

C.I. 1802561595

Ambato, 6 de marzo 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.



Jennifer Brigitte Acaro López

C.I: 180398688

AUTOR

DEDICATORIA

A mi madre Hilda, por haber confiado siempre en mí y en mis capacidades, este trabajo se lo dedico con todo mi corazón, ya que sin ella no lo hubiese logrado. Gracias por todo su amor, paciencia y sacrificio durante estos años, lo que me ha permitido cumplir un sueño más en mi vida, por ser el pilar fundamental durante en mi formación profesional y personal.

A mi hermana Gissela, por brindarme su apoyo incondicional, por enseñarme que todo es posible cuando nos lo proponemos.

A mis abuelos que se encuentran en el cielo por cuidar de mí siempre, por brindarme su amor y protección, de seguro están orgullosos de este paso

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido culminar una etapa más en mi vida y lograr cumplir mis objetivos, le doy gracias por estar conmigo en cada paso que doy y haber puesto en mi camino a personas que me han brindado su apoyo durante mi vida universitaria.

A mi madre Hilda, gracias por brindarme su apoyo incondicional en cada momento de la carrera, por ser mi ejemplo, mi inspiración, por su paciencia, por sus consejos y sobre todo por su infinito amor. A mi padre por hacer de mí una persona independiente y fuerte.

A mi hermana Gissela, por siempre estar pendiente de mí, por enseñarme a seguir mis sueños y no rendirme ante los problemas.

Mi agradecimiento a mi tutor Ing. Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D por su orientación y guía en el trabajo realizado, por impartir sus conocimientos, consejos durante este trayecto.

A los buenos profesores Ing. Julio, Ing. Oscar, Ing. Homero de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, por ofrecerme su apoyo, sus consejos y por sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional.

Y a mis amigos Andy, Vanessa, Belén, Sofia, quienes me brindaron su apoyo durante mis estudios, ojalá la vida nos vuelva a juntar en un futuro, como unos grandes profesionales

A mi novio José por su apoyo y ánimo que me apoyo en difíciles momentos y estuvo para mí cuando lo necesite.

Finalmente, a todas las personas que estuvieron presentes en mi vida y que de una u otra manera contribuyeron para culminar mi carrera.

Jennifer Brigitte Acaro López

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	i
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	ii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
DERECHOS DEL AUTOR.....	iv
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLA	x
INDICE DE FIGURA	xi
INDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPITULO I	1
MARCO TEORICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1 Cultivos Andinos.....	4
1.1.2 Harinas no convencionales.....	8
1.2. Objetivos.....	9
1.2.1 Objetivo general	9
1.2.2 Objetivos específicos	9
CAPÍTULO II.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 Materiales	10
2.1.1 Materia prima.....	10
2.2 Métodos	10
2.2.1 Obtención y preparación de la leche.....	10
2.2.2 Elaboración del yogur entero a base de harina de zanahoria blanca y mashua.....	10
.....	12

2.2.3	Análisis del contenido de grasa de la leche	12
2.2.4	Análisis fisicoquímico del yogur.....	13
2.2.4.1	pH del yogur	13
2.2.4.2	Acidez titulable.....	13
2.2.5	Análisis proximal del yogur.....	14
2.2.5.1	Humedad	14
2.2.5.2	Proteína.....	14
2.2.5.3	Ceniza	15
2.2.5.4	Grasa	15
2.2.5.5	Fibra dietética	15
2.2.5.6	Carbohidratos totales	16
2.2.5.7	Valor energético	16
2.2.5.8	Color	16
2.2.6	Análisis de viscosidad.....	17
2.2.7	Consistencia	17
2.2.8	Determinación de las propiedades sensoriales	17
2.2.9	Análisis estadístico.....	18
2.3	Hipótesis	18
2.3.1	Hipótesis nula (Ho).....	18
2.3.2	Hipótesis alternativa (H1)	18
CAPÍTULO III		19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		19
3.1	Análisis de los resultados y discusión.....	19
3.1.1	Análisis fisicoquímico de la leche	20
3.1.2	Análisis fisicoquímicos del yogur.....	20
3.1.2.1	pH y acidez titulable	20
3.1.2.2	Composición proximal	22

3.1.2.3 Color	24
3.1.2.4 Viscosidad.....	27
3.1.2.6 Análisis sensorial	30
CAPÍTULO IV	32
CONCLUSIONES	32
4.1 Conclusiones	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXOS.....	38

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación de los diferentes tipos de yogur y sus características.....	2
Tabla 2. Composición proximal de la mashua (100g)	5
Tabla 3. Composición química de la mashua según su color.....	6
Tabla 4. Composición nutricional de la zanahoria blanca.....	7
Tabla 5. Composición nutricional de las variedades de zanahoria.....	8
Tabla 6. Dosis aplicadas de harina para establecer un yogur estable.....	19
Tabla 7. Composición proximal y valor calórico del yogur	24
Tabla 8. Parámetros reológicos del modelo matemático de Ostwald de Waele (Pseudoplástico)	28
Tabla 9. Resultados de consistencia de las muestras de yogur	30

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>).....	4
Figura 2. Zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>).....	7
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del yogur entero con harina de zanahoria blanca y mashua	12
Figura 4. Evolución de pH en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.	21
Figura 5. Acidez en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C..	22
Figura 6. Análisis L (luminosidad) en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.....	25
Figura 7. Análisis del color rojos (a*) Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.	26
Figura 8. Análisis del color amarillos (b*) en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.....	27
Figura 9. Viscosidad (mPa.s) en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.	29
Figura 10. Análisis de las propiedades organolépticas de las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.	31

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Hoja de evaluación sensorial para las muestras de yogur	38
Anexo B. Resultados de análisis - LACONAL	39
Anexo C. Fotografías del proceso de elaboración del yogur entero con harina de mashua y zanahoria blanca 0,9%	40
Anexo C.1 Obtención de la harina zanahoria blanca	40
Anexo C.2 Harina obtenida	40
Anexo C.3 Elaboración del yogur entero con adición del 0,9% de harinas de mashua y zanahoria blanca	41
Anexo C.4 Análisis reológico del yogur	41
Anexo C.5 Análisis fisicoquímico	42
Anexo C.6 Análisis proximal	42
Anexo C.7 Análisis sensorial	42

RESUMEN

El yogur es uno de los alimentos más consumidos a nivel mundial por su alto valor nutricional y su gran variedad de sabores y textura. La cultura alimentaria ha realizado énfasis en la innovación de productos de origen vegetal. Los consumidores buscan productos saludables que contribuyan a su salud por lo que, la industria alimentaria se ha enfocado en el desarrollado de alimentos con materias primas no convencionales, con gran valor nutritivo. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto del uso de harinas de Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en un yogur. El yogur fue elaborado con leche cruda con 3,19 por ciento de materia grasa, se realizó tres formulaciones con diferentes porcentajes de harina 0,3 por ciento; 0,6 por ciento, y 0,9 por ciento. En el producto se determinó la composición proximal, las propiedades fisicoquímicas, reológicas y el análisis sensorial de cada muestra, estos análisis fueron medidos en el transcurso de 20 días de almacenamiento a 4 grados centígrados. Los resultados obtenidos revelaron que el yogur presentó mejores características en todos los análisis con el 0,9 por ciento de harina. Al realizar una comparación con el yogurt control se determinó que la adición de la harina ayudo a conservar las características fisicoquímicas y organolépticas de un yogur entero, de igual manera mejoró su valor nutricional, comprobando que la harina de mashua y harina de zanahoria blanca son una materia prima favorable para la elaboración de yogur entero.

Palabras clave: Harinas no convencionales, productos lácteos, propiedades de alimentos, cultivos andinos, yogur, mashua, zanahoria blanca

ABSTRACT

Yogurt is one of the most consumed foods worldwide for its high nutritional value and its great variety of flavors and texture. Food culture has emphasized the innovation of plant-based products. Consumers are looking for healthy products that contribute to their health; therefore, the food industry has focused on the development of foods with non-conventional raw materials, with high nutritional value. The present research aims to evaluate the effect of the use of white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) and mashua (*Tropaeolum tuberosum*) flours on the physicochemical and sensory properties of a yogurt. The yogurt was made with raw milk with 3.19 percent fat, three formulations were made with different percentages of flour 0.3 percent; 0.6 percent, and 0.9 percent. The proximate composition, physicochemical and rheological properties and sensory analysis of each sample were determined in the product; these analyses were measured during the course of 20 days of storage at 4 degrees Celsius. The results obtained revealed that yogurt presented better characteristics in all analyses with 0.9 percent flour. A comparison with the control yogurt showed that the addition of flour helped to preserve the physicochemical and organoleptic characteristics of whole yogurt, and also improved its nutritional value, proving that mashua flour and white carrot flour are a favorable raw material for the production of whole yogurt.

Key words: No-conventional flours, dairy products, food properties, Andean crops, yogurt, mashua, white carrot.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

El yogur es una bebida obtenida a base de la fermentación de la leche, los primeros registros que se presentan de la elaboración de yogur se remontan al Medio Oriente, la fermentación láctica según la historia fue una reacción espontánea que se produjo por el transporte de la leche cruda obtenida del ganado ovino y bovino en bolsas de piel de cabra, esta reacción se produjo por las fuertes temperaturas de la región, creando un ambiente apropiado para el crecimiento y multiplicación de las bacterias ácido lácticas, ocasionando la fermentación de la leche hasta crear una consistencia semisólida (Parra, 2012).

En la actualidad el yogur es un producto lácteo que se elabora a partir de la fermentación controlada de la leche pasteurizada, con la interacción de microorganismos que provocan la reducción del pH y por lo tanto la presencia de ácido láctico generando una textura tipo gel provocada por la coagulación de las proteínas de la leche por acción de las bacterias ácido-lácticas (BAL) (Vinderola y Rivas, 2020). Existen diferentes tipos de yogur (tabla 1) fabricados en todo el mundo y se clasifican según el método de producción, tipo de tratamientos, porcentaje de grasa. En este sentido se puede encontrar yogur descremado, ligeramente descremado, completo y alto en grasa, por su textura batido, líquido, aplanado o coagulado, y por sus diferentes combinaciones de sabor se los puede encontrar de fruta, fortificados, endulzados, con probióticos y finalmente con nuevos cultivos (Guzmán, 2020).

Tabla 1. Clasificación de los diferentes tipos de yogur y sus características

Clasificación	Tipos de yogur	Características
Contenido graso	Alto % de grasa	El yogur debe contener mayor o igual al 3% de contenido graso
	Semidescremado	No debe tener un rango menor al 0,5 ni mayor que el 3%
	Descremado	La cantidad máxima debe ser de 0,5%
Procesos de incubación	Caliente	Se utiliza para alargar la vida útil, se puede calentar a 60–70 °C durante por 1-5 min
	Congelado	la congelación va entre -6 - 25 °C, debe ser superior al 3.25 % el porcentaje de grasa, de 0.15 al 0.30 % de acidez titulable.
	Seco	secado al aire, por pulverización o liofilización, causa pérdida de sus compuestos volátiles
Consistencia	Batido	Creoso debe contener el 14% de los sólidos totales
	Líquido	Su textura es suave y más ligera
	Aflanado o coagulado	Su consistencia es semisólida el producto final es más ligera
Según el sabor	Saborizado	Se adiciona para mejorar las propiedades sensoriales y tener una mayor aceptabilidad
	Natural	Su apariencia es gelatinosa se utiliza como base para la elaboración de otros tipos de yogures
	Con frutas	Contiene trozos de fruta y algunos aditivos
	Con agentes especiales	Se incorpora ingredientes como semillas, cereales, harinas, fibras y extractos de vegetales poco utilizados.

Fuente: Adaptado de Guzmán, (2020)

El yogur es considerado como un alimento complejo con un alto potencial funcional, debido a sus componentes naturales como lactosa 5%, proteína 3,2%, vitaminas 0,1%, lípidos 4% y sales minerales 0,8% (Villamil et al., 2020).

Actualmente los consumidores buscan cambiar su estilo de vida mediante la implementación de una nueva cultura alimentaria, este nuevo estilo de alimentación busca alimentos de origen natural como vegetales, tubérculos silvestres, verduras autóctonas, frutas y plantas. En este sentido, los cultivos como plantas endémicas, frutas, hortalizas y tubérculos han sido sujeto de varios estudios por la variedad de propiedades nutricionales que contienen y que podrían aportar en la dieta de los consumidores (Escobar-Ledesma et al., 2020).

El desarrollo de productos a base de materias primas no convencionales ha tenido un impacto positivo en la demanda de los consumidores, elaborando una gran variedad de productos como conservas, masas de panificación, jugos, bebidas fermentadas, productos cárnicos, entre otros, los mismos han sido objeto de estudio por su origen vegetal. De esta manera los tubérculos andinos forman parte de la elaboración de harinas con la finalidad de fortificar el valor nutricional o mejorar sus propiedades fisicoquímicas del producto en el que se va a adicionar (Leidi et al., 2018). Las industrias alimentarias bajo este contexto han desarrollado nuevos productos en base de frutas no tradicionales como la tuna, uvilla, pitahaya, pepino dulce, guayaba, lúcuma, etc., tubérculos como la achira, zanahoria blanca, oca roja, oca blanca, etc., leguminosas como tarwi, frejol, arveja y vegetales como la espinaca, nabo, paico, entre otros han sido estudiados como materias primas no convencionales (Arrázola y Villalba, 2018).

Estudios realizados han demostrado un importante consumo de productos naturales que aportan un gran beneficio para la salud y disminuyen el riesgo de enfermedades futuras como obesidad, diabetes, problemas cardíacos, entre otros. Por esta razón los tubérculos andinos son valorados por los pueblos indígenas, que los han consumido durante mucho tiempo, aunque actualmente este consumo ha sufrido olvido y de a poco ha ido desapareciendo de generación en generación, principalmente por la falta de costumbre y conocimiento de todas las ventajas nutricionales que contienen. A pesar de que los cultivos han sido infravalorados y en la mayoría de los casos olvidados en Norteamérica y Europa han despertado el interés por conocer el potencial nutricional que estos poseen,

de tal manera que se han dedicado investigaciones y proyectos de desarrollo para conocer a detalle las características de cada especie (Sáenz, 2019).

1.1.1 Cultivos Andinos

Mashua

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) (Figura 1), es un cultivo cuyos orígenes se puede encontrar desde el año 1000 D.C, su nombre proviene de la palabra griega '*tropaion*' y del latín '*tropaeum*', en el sur de Colombia y Ecuador se la conoce como mashua, en el centro del Perú Añu e Isaño en el lago Titicaca-Bolivia. Al ser un tubérculo originario del Perú y Bolivia llegó fácilmente al Ecuador donde muchas comunidades nativas lo adoptaron como una opción más para su alimentación al grado de convertirse en un alimento con alta demanda dentro del pueblo indígena. La mashua se expone a un tratamiento de postcosecha directamente a la luz solar algunos días para mejora el sabor y dulzor, al realizar esta práctica el contenido de ácido oxálico disminuye y el contenido de azúcares aumenta (Robalino et al., 2019).



Figura 1. Mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

La mashua es una planta de zonas rústicas y ambientes fríos con fotoperíodos de días cortos de 10 a 12 horas de luz, tiene resistencia a una gran variedad de plagas, incluidos los nemátodos, por esta razón crece en los páramos andinos, asimismo, se ha demostrado

que tiene una gran capacidad para adaptarse a nuevas zonas de cultivo. Generalmente el fruto mide de 6 a 10 cm de largo y 2 a 3 cm de ancho, la mashua presenta diferentes características como su capacidad antioxidante, tiene compuestos fenólicos y carotenoides (Dilas y Ascurra, 2020).

Este tubérculo andino contiene un alto valor nutricional (Tabla 2 y 3), por su alto contenido de aminoácidos esenciales como la lisina que no todos los cereales ni leguminosas lo poseen representa una fuente valiosa de compuestos nutritivos, de igual manera se ha identificado que tiene glucosinolatos aromáticos lo que le aporta un alto valor en la medicina al ser una especie quimiopreventiva (Cortes y Pacheco, 2018). No obstante, dentro de las creencias en las medicina popular se atribuye que tiene algunas propiedades antibióticas, diuréticas e insecticidas que se relaciona con el contenido de isotiocianatos derivados de los glucosinolatos (Plaus, Iparraguirre, Rodriguez, Román, & Flores, 2012). También es utilizada como prevención de la inflamación de la próstata, cáncer de colon, problemas urinarios, tratamiento de la piel, reducción de la función reproductiva de los hombres y enfermedades cardiovasculares. Este conocimiento ancestral se ha relacionado con la presencia de amplio espectro fitoquímicos que contiene. (Aguilar-Galvez et al., 2020).

Tabla 2. Composición proximal de la mashua (100g)

Análisis	Rango
Proteína	1.1-2.7
Carbohidratos	7.0-10.5
Energía (kcal.)	35-52
Grasas	0.5-0.9
Ceniza	0.6-1.1
Fibra	0.5-1.5
Humedad	79.2-93.8
Calorías (kcal.)	35-52
Azúcares (g)	5.37-9.33
Potasio (mg)	1.28-1.76
Fosforo (mg)	0.61-0.83
Calcio (mg)	10-13
Hierro (mg)	0.8-1.1
Vitamina A (mg)	09-12
Tiamina (mg)	0.1
Riboflavina (mg)	0.12
Niacina (mg)	0.67
Vitamina C (mg)	77.5
B-caroteno equivalente (µg.)	10

Fuente: (Medina Condo & Uscca Thaquima, 2018)

Este tubérculo andino es muy prometedor en la innovación y desarrollo de nuevos productos debido a sus características naturales. En las regiones andinas se ha utilizado en la elaboración de mermeladas, sopas, coladas dulces y como sustituto de papa en locros, (Medina y Uscca, 2018). Otros estudios afirman que esta especie se utiliza como espesante, en mezclas para la elaboración de bebidas, en algunos productos de panificación y en algunos embutidos, normalmente la población lo consume dentro de su dieta diaria como estofado o cocinados con verduras (Dilas y Ascurra, 2020).

Tabla 3. Composición química de la mashua según su color

ANALISIS	VARIEDAD	Contenido (%)
Humedad	Morado	86,3 ± 0,05
	Amarillo	78.04 ± 2.91
Cenizas	Morado	0,76 ± 0,01
	Amarillo	0,59 ± 0,02
Proteína	Morado	1,23 ± 0,04
	Amarillo	1,52 ± 0,02
Carbohidratos	Morado	11,41 ± 0,01
	Amarillo	12,61 ± 0,06
Azúcares reductores	Morado	-
	Amarillo	19,12 ± 0,06
Calcio	Morado	0,025 ± 0,001
	Amarillo	0,1 ± 0,01
Potasio	Morado	0,99 ± 0,1
	Amarillo	0,99 ± 0,1
Fósforo	Morado	0,56 ± 0,01
	Amarillo	0,42 ± 0,16

Fuete: (Yapias, Astete, Uscuchagua, y Sánchez, 2022)

Zanahoria blanca

El género *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft (Figura 2) es nativo de los Andes, se la conoce por diferentes nombres, por ejemplo: arracacha, racacha, virraca, zanahoria blanca, es de la familia *Apiaceae (Umbelliferae)* y en Sudamérica se ha encontrado alrededor de 10 a 12 especies (Quilapanta, Dávila, Vásquez, y Frutos, 2018). Colombia, Ecuador y Perú son los principales países productores de este tubérculo debido a sus características geográficas, al tener una gran diversidad de suelos y variabilidad de diferentes especies

silvestres, posiblemente es el cultivo más antiguo de América del Sur, desde la época preincaica era utilizado para su alimentación, una de las características que más se destaca es el sabor agradable que tiene, además posee una gran cantidad de almidón y también se encuentran disponible durante todo el año. La producción de este tubérculo se encuentra en bosques húmedos con una temperatura de 18-24°C con una altitud de 1900 a 2300 m.s.n.m. (Saavedra, 2021).



Figura 2. Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

Es una planta herbácea, de la familia Umbelliflorae (*apiace*), tiene dos partes, la aérea y la raíz que mide entre 4 a 10 cm en la parte inferior de la corona. Las raíces van de 5 a 25 cm de largo y de 3 a 8 cm de ancho tienen una forma cónica. Una característica importante es el color amarillo y color beige que según los aspectos botánicos denotan que la planta tiene una mayor resistencia frente a los factores climáticos y también ayuda a que el ciclo vegetativo sea más largo (Quilapanta, Dávila, Vásquez, y Frutos, 2018). Es considerada como un alimento nutricional completo (Tabla 4), contiene las características necesarias para brindar un porcentaje de energía y así satisfacer todas las actividades del día, el almidón presenta un bajo contenido de amilosa por lo que brinda resistencia a la retrogradación y sinéresis, ayudando a la digestibilidad (Saavedra, 2021).

Tabla 4. Composición nutricional de la zanahoria blanca

Parámetro	Cantidad	Unidades
Acidez titulable	0,64	NA
pH	6,87	NA

Humedad	71-74	%
Proteínas	0,8-3,0	%
Carbohidratos	24,9	%
Fibra	0,6-1,0	%
Grasa	0,20-1,0	%
Cenizas	3,19-4,12	%
Sólidos solubles	4,47	%
Azúcares reductores	3,17	%
Azúcares totales	3,72-4,88	%
Hierro	1,20	%
Tiamina	0,06	%
Riboflavina	0,4	mg/100 g
Vitamina C	72,43	mg/100 g
Vitamina A	0,123	mg/100 g
Calcio	53,35	mg/100 g
Fósforo	48,89	mg/100 g
Potasio	1012	mg/100 g
Sodio	55,23	mg/100 g

Fuente: (Saavedra, 2021)

Tabla 5. Composición nutricional de las variedades de zanahoria

Análisis	Variedad de zanahorias		
	Amarilla	Morada	Promedio %
Proteína	6,41	4,83	5,18
Cenizas	6,03	4,52	5,14
Fibra	5,46	2,43	4,29
Almidón	65,49	72,32	68,36
Azúcares	8,23	9,09	8,57
Energía kcal/g	3,89	3,89	3,88

Fuente: (Montero, 2022).

En los últimos años la zanahoria blanca (Tabla 5) se ha convertido en una nueva opción de materia prima, innovando en el desarrollo de nuevos productos como alimentos para bebés, sopas instantáneas y harina la cual se está utilizando como sustituto de la harina de trigo para la elaboración de galletas, pan, bizcochos y en la repostería en general (Saavedra, 2021).

1.1.2 Harinas no convencionales

El desarrollo de nuevos productos ha creado la necesidad de elaborar varios tipos de materias primas no convencionales que provienen de tubérculos, cereales y frutos. Las harinas de legumbres se destacan por tener un gran aporte proteico y frecuentemente se

utilizan como espesantes. Las harinas de cereales pueden ser con gluten o sin gluten, generalmente este tipo de harinas aporta principalmente hidratos de carbono, fibra, minerales y vitaminas. Las harinas de tubérculos andinos de igual manera son fuente de carbohidratos. La harina de camote por ejemplo contiene vitaminas A y C, calcio, potasio, magnesio y fosforo omega 3 (Vásquez-Lara et al., 2021).

Con base a los antecedentes el presente estudio plantea la incorporación de harina de mashua y zanahoria blanca para el desarrollo de un yogur entero y evaluar sus propiedades tecnológicas y nutricionales.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de harinas de Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales para la producción de yogur.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la proporción óptima de harinas de cultivos andinos Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) para la elaboración de yogur.
- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y viscosidad del yogur.
- Evaluar la calidad sensorial del yogur.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Materia prima

La Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) fueron adquiridas en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Los tubérculos fueron colocados en bolsas de plástico para ser trasladadas a laboratorio y procesarlas posteriormente.

2.2 Métodos

2.2.1 Obtención de harinas de los tubérculos andinos

De acuerdo con la metodología establecida por Salazar, (2021) se realizó el lavado, selección de los tubérculos, se realizaron rodajas de aproximadamente 2-3 mm de espesor, las rodajas fueron sometidos a calentamiento en un microondas durante 20 segundos, el enfriamiento en agua a 4 °C, con el fin de evitar el pardeamiento enzimático. Luego, las rodajas fueron deshidratadas en un secador por convección (Gander mtn – CD 160) a 65 °C por 8 horas, para finalmente, ser expuestas a un proceso molienda en una trituradora comercial obteniéndose un polvo fino, que se conservó se a temperatura ambiente en bolsas herméticas para su posterior uso.

2.2.2 Obtención y preparación de la leche

La leche cruda que se utilizó como materia prima fue analizada según la norma NTE INEN 9 (2012), la leche fue recolectada en la Parroquia de Pasa del cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua. La leche entera fue transportada hasta la planta piloto en un recipiente estéril, posteriormente se analizó una muestra de leche en el equipo Lactoscan para establecer su composición inicial, se pasteurizó a 85°C durante 5 min.

2.2.3 Elaboración del yogur entero a base de harina de zanahoria blanca y mashua.

Se realizó el yogur en base al procedimiento sugerido por Rios Arancibia (2018), con una ligera modificación, se filtró la leche y se adicionó diferentes porcentajes de harina 0,3%,

0,6% y 0,9%, una vez añadida la harina se pasteurizó la leche a 85°C por 5 min para eliminar la presencia de cualquier microorganismo presente en la leche. Una vez que llegó a 40°C se adicionó los cultivos lácteos liofilizados (DANISCO) según la dosis recomendada por el fabricante de acuerdo con la cantidad de leche utilizada. Posteriormente se colocó en recipientes de vidrio dentro de la estufa a 40°C ± 2 °C durante 4-6 horas hasta llegar a un pH de ~4,6 y una acidez titulable de 80 a 100 °Dornic. Cuando la acidez alcanzó los 69 °Dornic y el pH de 4,6 se suspendió la fermentación disminuyendo la temperatura hasta 7 °C para evitar el crecimiento de microorganismos. Una vez frío el yogur el coágulo se rompió agitando la muestra por 1 min con movimientos suaves, después se envasó en recipientes estériles cumpliendo con las normas de calidad y se almacenó a 4 °C en refrigeración.

2.2.3 Determinación de concentración óptima de harina en yogurt

Para que la formulación estable y sensorialmente aceptable se llevó a cabo un determinación de la mejor concentración de harinas añadidas al yogurt, para determinar la dosis óptima de harina de mashua y zanahoria blanca se empleó la metodología descrita por Salazar (2022), se realizó ensayos con tres diferentes concentraciones de harinas (0,3%, 0,6% y 0,9%) con la intención de evaluar cualitativamente la capacidad de formación de geles estables. Una vez obtenidos los yogures se evaluaron de manera arbitraria parámetros como la capacidad de gelificación (capacidad de la harina de mashua y zanahoria blanca para formar un gel), sinéresis (capacidad de no exudar suero) y viscosidad. Los resultados de las pruebas preliminares se establecieron arbitrariamente como: baja capacidad (-), capacidad moderada (+) y buena capacidad (++)

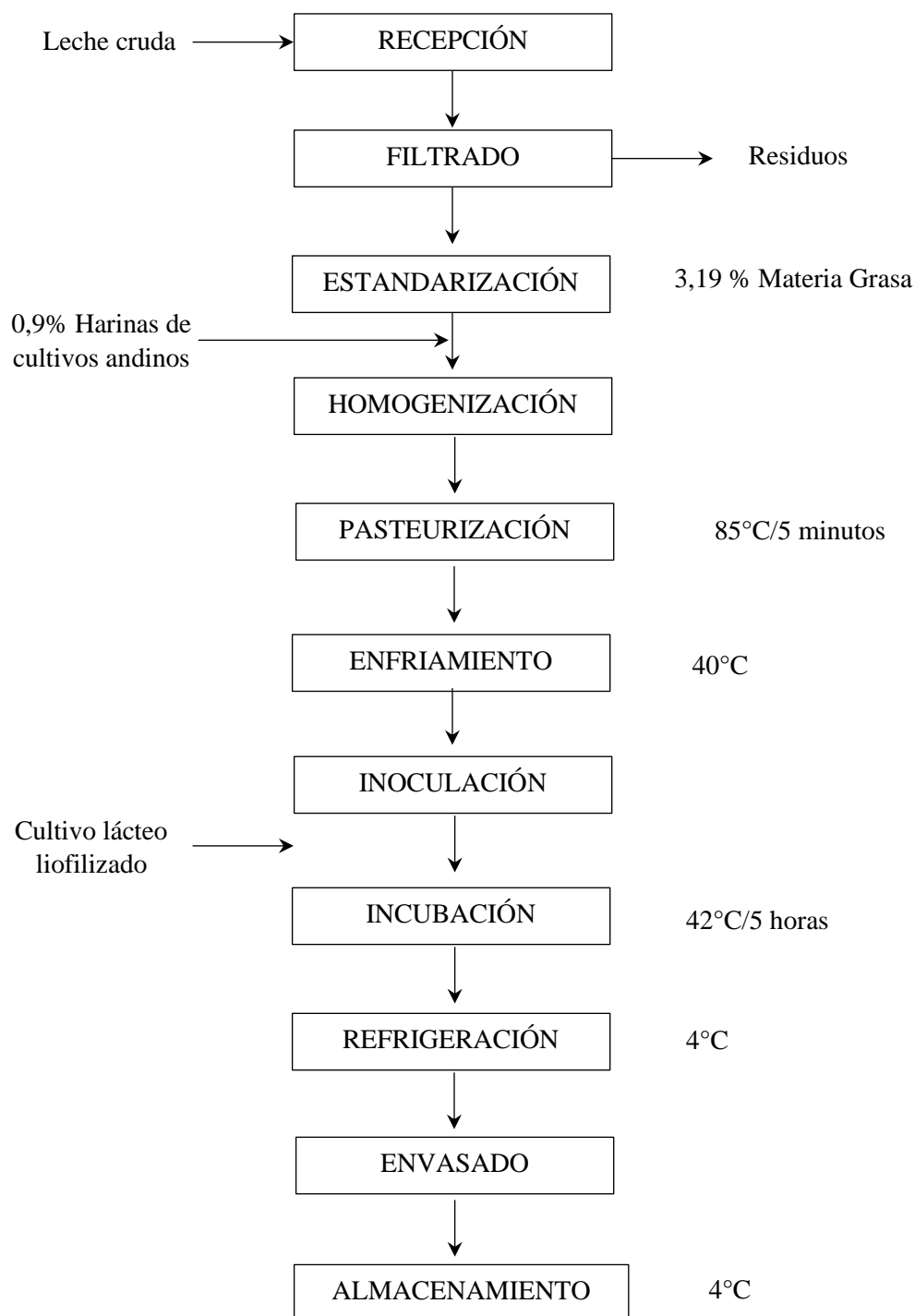


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del yogur entero con harina de zanahoria blanca y mashua

2.2.4 Análisis del contenido de grasa de la leche

Para el análisis del contenido de grasa de leche se aplicó la metodología de la NTE INEN-ISO 2446 (2013). Se colocó 10 ml de ácido sulfúrico al 90,4%, después 11 ml de la

muestra de leche y 1 ml de alcohol iso-amílico en un butirómetro Gerber, posteriormente se tapó y agitó lentamente hasta eliminar la presencia de partículas o residuos blancos, después se llevó a la centrifuga por 5 min, y se registró los resultados.

2.2.4 Análisis fisicoquímico del yogur

2.2.4.1 pH del yogur

Se utilizó el método establecido por la norma NTE INEN-2395 (2011). Para determinar el pH del yogur se insertó el electrodo del pH-metro digital calibrado en un vaso de precipitación con las diferentes muestras. Las mediciones se realizaron por triplicado.

2.2.4.2 Acidez titulable

La acidez titulable se analizó con el procedimiento establecido en la norma INEN 13 (2012), se colocó 10 ml de la muestra con hidróxido de sodio al 0,1N y usando 2 gotas de fenolftaleína como indicador, se realizó movimientos circulares del matraz Erlenmeyer con las muestras hasta que se observe un cambio de tonalidad rosado.

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

(Ecuación 1)

Donde:

A: Acidez titulable de la leche (% ácido láctico)

V: Volumen NaOH utilizado

N: Normalidad de NaOH

m: Masa del matraz vacío (g)

m1: Masa del matraz con leche (g)

2.2.5 Análisis proximal del yogur

2.2.5.1 Humedad

El porcentaje de humedad fue determinado mediante la metodología de la norma AOAC 16.032 (1984). Se pesó 3gr de la muestra en capsulas y con ayuda de una pinza se llevó la muestra en una estufa a una temperatura de $120 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 3 horas, posteriormente se dejó enfriar las cápsulas en un desecador, una vez frías las cápsulas se pesó la materia resultante y se registró el peso.

Se calculó el porcentaje de humedad utilizando la siguiente fórmula

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

(Ecuación 2)

Donde:

P: Peso muestra (g)

m₁: Peso cápsula + muestra húmeda (g)

m₂: Peso cápsula + muestra seca (g)

2.2.5.2 Proteína

Se determinó el contenido de proteína por el método Kjeldahl con la metodología establecida de la norma AOAC 2001.11 (2005). Se utilizó un factor de conversión de (6,25).

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

(Ecuación 3)

Donde:

%N: valor de nitrógeno

F: Factor de conversión (6,25)

2.2.5.3 Ceniza

El porcentaje de ceniza fue determinado según la norma AOAC 945.46 (2020). Los crisoles fueron previamente identificados, se llevó los crisoles a la estufa por 1 h a 100°C ± 10°C. Se utilizó pinzas para sacar los crisoles y colocarlos en el desecador. Una vez secos se pesó, se taró y se colocó 3 g de muestra, posteriormente se llevó a la mufla a 550°C por 3 horas, finalmente los crisoles se colocaron en el desecador para enfriarlos, posteriormente registrar el peso y proceder a calcular el porcentaje de ceniza

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

(Ecuación 4)

Donde:

m₀: Peso crisol vacío (g)

m₁: Peso crisol + muestra (g)

m₂: Peso crisol + cenizas (g)

2.2.5.4 Grasa

Para el análisis del contenido de grasa de leche se aplicó la metodología de la AOAC 991.36 (2019). Se colocó 10 ml de ácido sulfúrico al 90,4%, después 11 ml de la muestra y 1 ml de alcohol iso-amílico en un butirómetro Gerber, posteriormente se tapó y agitó lentamente hasta eliminar la presencia de partículas o residuos blancos, después se llevó a la centrifuga por 5 min, y se registró los resultados.

2.2.5.5 Fibra dietética

Este análisis se determinó según el método AOAC 985.29(2019). Se colocó 2g de muestra desengrasada a 100 100 °C con alfa-amilasa termoestable para gelatinizar, hidrolizar y despolimerizar el almidón en un vaso de precipitación, se llevó a la incubadora a 60 °C, se taro con 4 g de etanol, se filtró el residuo y se lavó con etanol al 78%, etanol al 95%, acetona, se secó y peso.

$$\% \text{ Fibra dietetica} = \frac{F_1 - F_2}{F_0} * 100$$

(Ecuación 6)

Donde:

F₀: Peso muestra (g)

F₁: Peso fibra cruda + cenizas (g)

F₂: Peso fibra cruda (g)

2.2.5.6 Carbohidratos totales

Los carbohidratos totales se realizaron según el método AOAC 101.92 (2005), el cálculo se realiza con carbohidratos totales sustrayendo el 100% de la cantidad de grasa, proteínas, agua y cenizas contenidas en el producto, la diferencia obtenida será la cantidad total de carbohidratos que contenga el producto.

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

(Ecuación 7)

2.2.5.7 Valor energético

Para analizar el valor calórico se utilizó x100gr, ya que, la suma total de calorías de los componentes individuales representa el valor energético de cada uno de los componentes; grasa (x9kcal/g), carbohidratos (x4 kcal/g), proteína (x4 kcal/g), y fibra (x2 kcal/g), dichos valores fueron estimados mediante el uso de un sistema Atwater en el programa Excel.

2.2.5.8 Color

Los parámetros de color L*, a*, b* Se midieron utilizando un colorímetro (Lovibond, LC 100, USA), se analizó cada muestra sobre una superficie de vidrio, se realizaron 9 mediciones por cada muestra.

2.2.6 Análisis de viscosidad

Se determinó la viscosidad con el viscosímetro rotacional (QUIMIS), las muestras fueron colocadas en un vaso de precipitación de 250 ml evitando la formación de burbujas de aire y a temperatura ambiente. Los parámetros de viscosidad se determinaron utilizando la siguiente ecuación:

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

(Ecuación 8)

Donde:

T: Esfuerzo de deformación (Pa×s)

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

K: índice de consistencia (Pa×sⁿ)

n: índice de comportamiento de flujo

2.2.7 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. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

2.2.8 Determinación de las propiedades sensoriales

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 20 personas que evaluaron los parámetros establecidos. Los evaluadores recibieron agua y galletas para aclarar el sabor del paladar entre muestra y muestra.

2.2.9 Análisis estadístico

Para estudiar el efecto de la adición de las harinas en las propiedades fisicoquímicas y viscosidad se utilizó un diseño completamente aleatorio. 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 $P \leq 0,05$.

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis nula (H₀)

Las harinas de Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) no afecta a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y a la viscosidad del yogur entero.

2.3.2 Hipótesis alternativa (H₁)

Las harinas de Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) afecta a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y a la viscosidad del yogur entero.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de los resultados y discusión

Las harinas de los cultivos andinos evaluadas en este estudio (mashua y zanahoria blanca) tiene comportamientos distintos, por lo que se realizaron estudios preliminares para analizar la capacidad de formación del gel en el yogur y así elegir la dosis que mejor comportamiento muestra (Tabla 6). Los parámetros de temperatura de pasteurización de la leche, la cantidad del cultivo iniciador, el pH y la incubación durante el proceso de elaboración de los yogures se mantuvieron constantes. En este sentido, todas las dosis añadidas buscan encajar como fórmulas estables y sensorialmente aceptables. En base a lo mencionado se establecieron parámetros cualitativos para establecer la capacidad de la harina para formar geles, sinéresis (capacidad de no exudar líquido) y viscosidad. Las muestras de yogur fueron clasificadas de manera arbitraria según su capacidad: baja (-), moderada (+) y buena (++).

Tabla 6. Dosis aplicadas de harina para establecer un yogur estable

Muestras harina	Porcentaje (%)	Capacidad de gelificación	Sinéresis	Viscosidad
Zanahoria blanca	0,3	-	-	-
Zanahoria blanca	0,6	+	-	+
Zanahoria blanca	0,9	++	-	++
Mashua	0,3	-	-	-
Mashua	0,6	+	-	+
Mashua	0,9	++	-	++

Se realizaron diferentes formulaciones con harina de mashua y zanahoria blanca para la elaboración del yogur, los resultados indicaron que los porcentajes 0,3% y 0,6% no muestran resultados satisfactorios, por otro lado, el porcentaje óptimo con el cual se cumplen los estándares establecidos corresponde al porcentaje de adición de 0,9%.

3.1.1 Análisis fisicoquímico de la leche

Uno de los parámetros importantes en el desarrollo de productos alimenticios es la calidad de la materia prima con la que estos se desarrollan. Las características fisicoquímicas se analizaron en el equipo Lactoscan, los resultados mostraron un contenido en grasa 3,19%, proteínas 2,91 %, y solidos no grasos 7,89%.

3.1.2 Análisis fisicoquímicos del yogur

3.1.2.1 pH y acidez titulable

En la Figura 4 se observan los resultados para la evaluación del pH durante 20 días, los resultados muestran que el pH disminuyó durante el almacenamiento debido a la actividad microbiana de las bacterias ácido-lácticas (BAL), asimismo, es probable que la variación de la composición de los tubérculos que fueron añadidos al yogur influya en el descenso de pH (Mori, 2017). Estudios reportados por Coronel, (2019), demuestran que tanto el pH como la acidez del yogurt con la adición de harina de nogal (*Brosimum alicastrum*) y harina de grillo (*Acheta domesticus*) presentaron variaciones durante el periodo de almacenamiento en refrigeración con valores de pH de 3,6 y 4,3% de acidez. El yogur con harina de mashua muestra una disminución notable entre las muestras durante el tiempo de almacenamiento. Según Sánchez, (2018), el pH del yogur bajo en grasas con la inclusión de harina de melloco con 0,9% disminuyó de 4,8 a 4,18 en el transcurso de 20 días de almacenamiento.

Los resultados permiten establecer que no se observa diferencia significativa entre muestras. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Camán y Santillan, (2016), en su investigación en yogur natural fortificado con harinas de quinua que obtuvieron valores de pH de 4,3 y acidez de 0,8% permitiendo conservar las características fisicoquímicas y sensoriales del yogur.

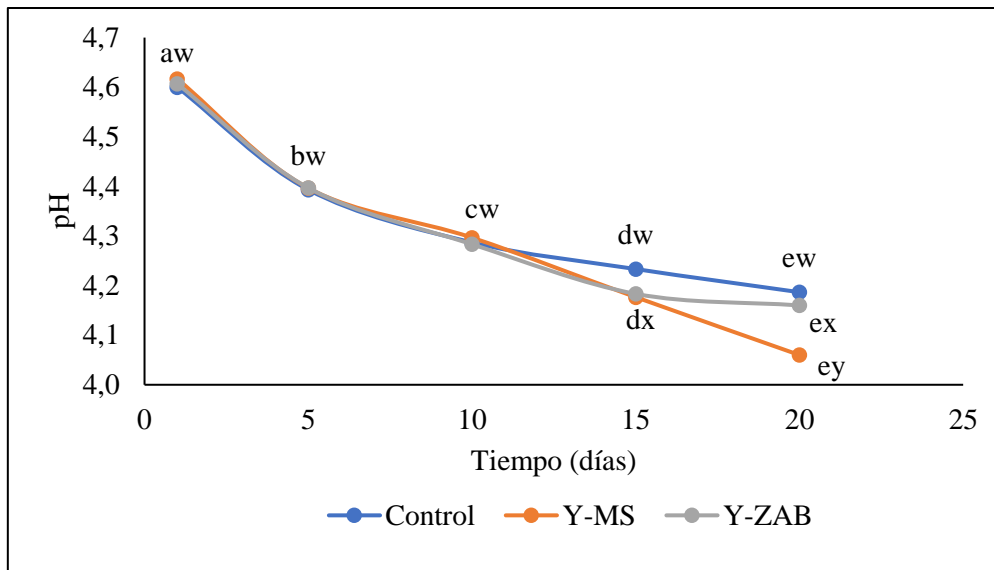


Figura 4. Evolución de pH en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas en cada tratamiento ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p \leq 0,05$).

En la Figura 5 se muestra los resultados de la acidez de las muestras de yogur, se observa un incremento mayor en la muestra de yogur con harina de mashua, el cual tiene concordancia con el descenso de pH, el aumento de la acidez se da debido a la formación de ácido láctico producto de la fermentación, asimismo, la adicción de la harina de mashua también contribuye al incremento de la acidez (Salazar et al.2021). Los resultados obtenidos son similares a los reportado por Ayol, (2020), en una bebida láctea con adición de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) que presentó un pH de 5,94 y acidez de 0,20%. Yadav, Bajaj, Mandal, Saha, y Mann, (2018), en su estudio de una bebida láctea con harina de arroz (2,0%) y harina de soya (3,75%) obtuvieron un pH de 6,3 y acidez de 0,12%, similar al presente estudio.

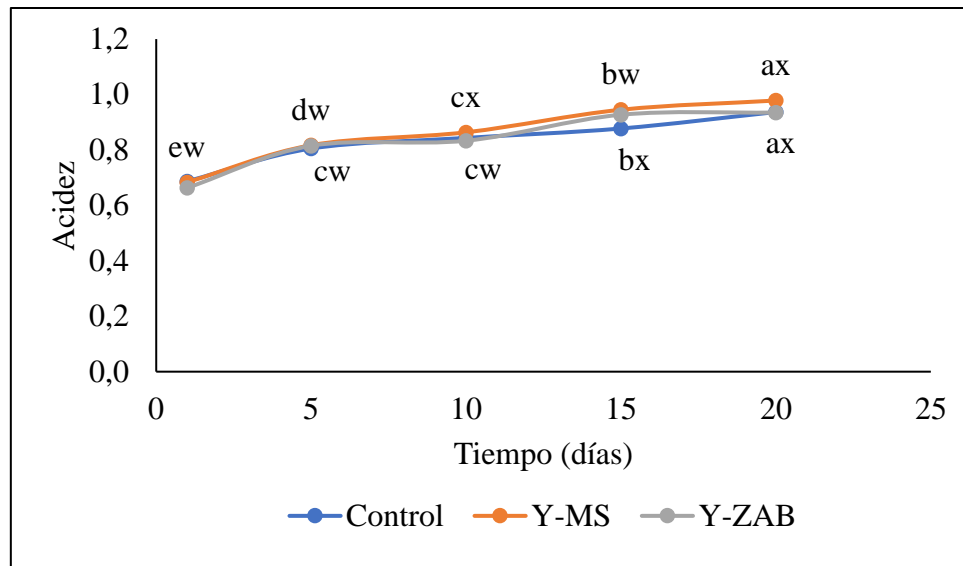


Figura 5. Acidez en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas en cada tratamiento ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p \leq 0,05$).

3.1.2.2 Composición proximal

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la composición proximal de las muestras de yogur con harina de mashua 0,9% y zanahoria blanca 0,9%, durante 20 días de almacenamiento a 4°C, los resultados permiten evidenciar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los yogures. El yogur con harina de mashua tuvo valores más altos en la humedad (85,38%), el yogur con harina de zanahoria blanca tuvo un valor de 82,12%. Estos resultados son similares al estudio realizado por Sameen et al, (2021), en un yogur con harina de lenteja al 1% que presentó una humedad de 75,75%, y la muestra sin adicionar harina 86,63% de humedad, señalando que mientras más adición de harina contenga del yogur la humedad irá disminuyendo. Otro estudio realizado por Obregón, (2018), reporta que, el yogur con harina de quinua tuvo un porcentaje de humedad de 82,16%, de igual manera Pichihua, (2016), el 80,90% de humedad en el yogur es afectada por la adición de harina.

Según la NTE INEN-2395 (2011), las leche fermentadas deben tener un mínimo de 2,7% de proteína. El yogur con harina de zanahoria blanca tuvo un porcentaje proteico alto 3,21%, el yogur control 3,13% y el yogur con harina de mashua 2,93%, todas las muestras cumplen con la norma establecida. Chen, Singh, Bhargava, & Ramanathan, (2018),

obtuvo un incremento de proteínas de 3%, 6%, 9% y 15% con la adición del 1%, 2%, 3% y 5% de harina de garbanzo en el yogur natural, indicando que mientras más cantidad de harina se adicione al yogur, mejor será su porcentaje en proteínas. El valor de la proteína en el yogur se relaciona con las características de la materia prima que se utilice. Vieira, (2022), señalan que la harina de chocho incremento el contenido de proteína a 40% en el yogur, el incremento de la proteína genera aumento en la elasticidad y viscosidad.

La determinación de cenizas en un alimento permite analizar el residuo inorgánico que se obtiene del producto, ayudando a determinar su calidad (Márquez, 2014). Los valores de ceniza muestran diferencia significativa en el yogur con adición de harina de mashua, zanahoria blanca y la muestra control. De acuerdo con Salazar, (2012), el porcentaje de cenizas se incrementa debido al contenido de minerales de la materia prima. Estudios similares se reportaron por López, (2004), que muestran que en una bebida láctea con harina de cañihua y kiwicha se obtuvo 0,77% de cenizas. Los resultados obtenidos son equivalentes a los reportados por Sameen et al, (2021), en yogur con harina de lenteja al 1%, que mostro un porcentaje de ceniza de 0,95%, al 2% de harina.

El contenido de grasa varía según el tipo de yogur que se obtenga, las muestras con harina de cultivos andinos reportan un incremento de grasa en comparación con el yogur control dando como resultado una diferencia significativa, todas las muestras cumplen con el rango mínimo de 2,5% de contenido graso según la norma NTE INEN-2395 (2011). En el estudio de Toro, (2017), en yogur griego enriquecido con harina de quinua se encontró un 1,7% de grasa, sus resultados se encuentran dentro del rango mínimo de grasa que va de 1,5% a 3,0%. En una investigación similar realizada por Ayol, (2020), determinó que la bebida láctea con harina de mashua y quinua presento un valor de 4,30%.

La adición de fibra en el yogur aumenta la textura, disminuye la sinéresis y reduce el porcentaje calórico del alimento (Romero, 2022), el yogur control tuvo un valor menor de fibra (2,10%), con respecto al yogur con harinas de mashua y zanahoria blanca fueron superiores, debido probablemente al contenido de fibra de las harinas de cultivos andinos. Los resultados del estudio de Vázquez, (2020), indican valores más altos con 9,37% de fibra en la bebida láctea fermentada con harina de banano y quinua. En el estudio de Salazar, (2012), el yogur con zapallo endulzado con estevia obtuvo poca cantidad de fibra (0,6%). Díaz, Sosa y Vélez, (2004), menciona que la fibra aporta elementos ácidos al yogur y ayuda a retener la humedad del producto. El yogur bajo en calorías con harina de

guayaba presento 0,012% de fibra soluble y 2,10% de fibra insoluble, atribuido netamente a la harina utilizada (Matheus y Rivera, 2014).

De forma similar los carbohidratos en las muestras de yogur con harina también presentaron diferencia significativa con la muestra control. En la investigación realizada por Mendieta, (2020) el yogur con extracto de chocho tuvo 9,31% de carbohidratos. El contenido de carbohidratos de las muestras de yogur no resulta elevado debido a que las harinas no son ricas en almidones y tampoco se ha realizado inclusión de azúcares como saborizante. Finalmente, el contenido energético presentó una diferencia significativa, los yogures con harina contienen un menor valor energético que la muestra control. La investigación realizada por Vasconcelos, Minim, y Chaves, (2012), señala que el yogur bajo en calorías con harina de yacón oscilo en 31,7% con 40,4 kcal/100g, menciona que el alto porcentaje calórico se debió al contenido de carbohidratos presentes en la harina de yacón.

Tabla 7. Composición proximal y valor calórico del yogur

Parámetros	Control	Zanahoria blanca	Mashua
Humedad	83,15±0,02 ^b	82,12±0,01 ^a	85,38±0,16 ^c
Proteínas	3,13±0,05 ^b	3,21±0,05 ^b	2,93±0,17 ^a
Grasas	2,97±0,05 ^a	3,16±0,17 ^b	3,53±0,05 ^c
Cenizas	8,54±0,17 ^c	6,84±0,05 ^b	5,26±0,00 ^a
Fibra	2,10±0,05 ^a	2,71±0,00 ^b	2,75±0,01 ^b
Carbohidratos	0,11±0,08 ^a	0,15±0,00 ^a	1,96±0,00 ^b
Calorías totales (Kcal/100g)	77,61±0,08 ^c	74,06±2,02 ^b	70,05±1,97 ^a
Calorías de la grasa (%)	26,96±0,45 ^a	28,44±0,45 ^b	31,77±0,45 ^c
Calorías de los carbohidratos (%)	60,76±0,24 ^c	55,80±0,14 ^b	52,83±0,70 ^a
Calorías de la proteína (%)	12,52±0,20 ^b	12,84±0,20 ^b	11,72±0,20 ^a

3.1.2.3 Color

Los parámetros de color L*, a*, b* se muestran en la Figura 6, 7 y 8. Con relación al parámetro L*, el yogur con harina de mashua mostro tendencia hacia los blancos, sin

embargo, presento una notable disminución desde el día 5, esto probablemente se debe a los componentes de la harina como contenidos de carotenoides, reacciones de Maillard desarrolladas y que han transferido estas tonalidades a las harinas con las cuales se ha desarrollado el yogur. Salazar et al., (2021), menciona que la luminosidad de la harina de mashua, achira, camote y oca se inclinan hacia tonalidades oscuras (Figura 6), esto se puede atribuir a los componentes fenólicos que contiene, como las antocianinas, carotenoides y clorofila. Otros estudios reflejan que la luminosidad en el yogur cuajado con adición de jugo de maracuyá posee un valor L* con tendencia a las tonalidades oscuras, esto se debe a la dispersión de la luz y que la composición de la leche tiene glóbulos de grasa, micelas de caseína, pigmentos y riboflavina y fosfato de calcio. Cuando al yogur se le agrega una cantidad mayor de sólidos afecta la dispersión, ocasionando que la blancura y luminosidad bajen (Picon, 2019). Por otro lado, se diferencia el yogur con harina de zanahoria blanca, los resultados muestran un ligero aumento de los valores L* al finalizar el almacenamiento, probablemente atribuido a la acidificación del medio ya que la presencia de ácido láctico puede degradar los colores en el yogur. En los resultados reportados por García & Pacheco, (2010), en una bebida láctea con harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) mostro valores de luminosidad con tendencia hacia los blancos.

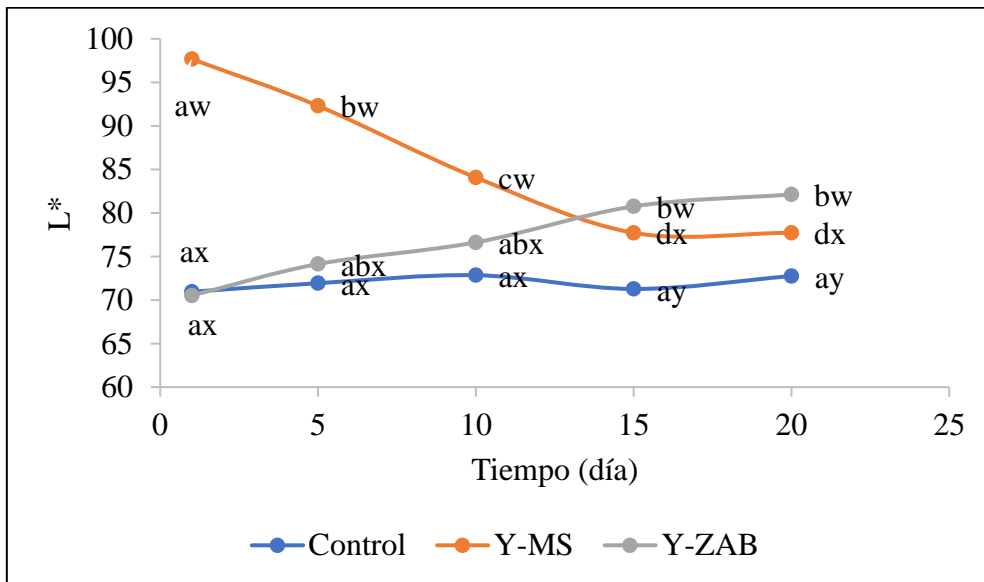


Figura 6. Análisis L (luminosidad) en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas en cada tratamiento ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p \leq 0,05$).

Con respecto al parámetro a^* (Figura 7) la muestra control y los yogures con harina de zanahoria blanca y mashua tuvieron una ligera inclinación hacia la tonalidad roja. Un estudio realizado por Ning et al., (2021), indica que el yogur con jugo de maracuyá presento el parámetro a^* con un valor negativo (-0,39) lo cual indica que al presentarse un pH ácido como el que posee el jugo de maracuyá e interactuar con el polisacárido del tubérculo se observa tendencias hacia un valor negativo. De igual manera en la investigación realizada por Bazán, (Bazán) se observó que el yogur mostro una inclinación hacia las tonalidades rojizas, esto probablemente se debió al color de la pulpa de maracuyá por la presencia de carotenoides. Alemán, (2019), sostiene que los carotenoides otorgan los colores amarillo, rojo y naranja a las verduras y frutas, por ello son utilizados dentro de la industria alimentaria como antioxidantes y colorantes, es así como la mashua es un tubérculo con un fuerte porcentaje de carotenoides y su estabilidad está ligada al ambiente, ya que la decoloración va relacionada con los agentes oxidantes.

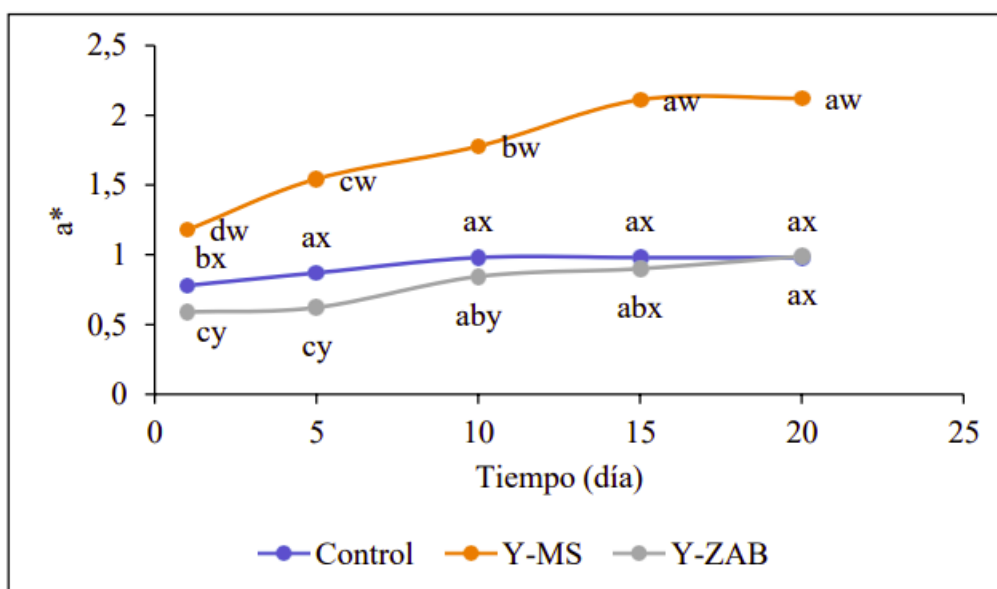


Figura 7. Análisis del color rojos (a^*) Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas en cada tratamiento ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p \leq 0,05$).

Los resultados del parámetro b^* (Figura 8) muestran que el yogur con harina de zanahoria blanca presentó una ligera inclinación hacia la tonalidad amarilla, posiblemente atribuido a la naturaleza de color de la harina y al proceso de fermentación (Diaz y Villa, 2004). En otro estudio realizado por Cortes, (2019), el yogur con harina de chía (*Salvia hispánica*) presento valores de a^* y b^* más bajos con una leve tonalidad roja y amarillenta, similares

a los encontrados en este estudio. A diferencia de la aplicación de pulpa de pitahaya a un yogur natural batido presentó valores negativos en b^* , después cambia a tonalidades amarillas (positivas), lo que se debe a la degradación de las betalaínas, a^* y L^* muestran un valor más bajo, generando una tonalidad roja y un color oscuro (Rodríguez, 2022). De igual manera en los resultados de Cenobio, (2019), en yogur con extracto de tuna tuvo un incremento en b^* durante los 30 días de almacenamiento, por lo que a^* tiene a tonalidades rojizas y L^* se acerca a los blancos. De igual manera Chen, Singh, Bhargava, y Ramanathan, (2018), argumentan que, el yogur con harina de garbanzo al 2% fue el único que presentó un b^* de 9,99% inclinándose hacia la tonalidad amarilla.

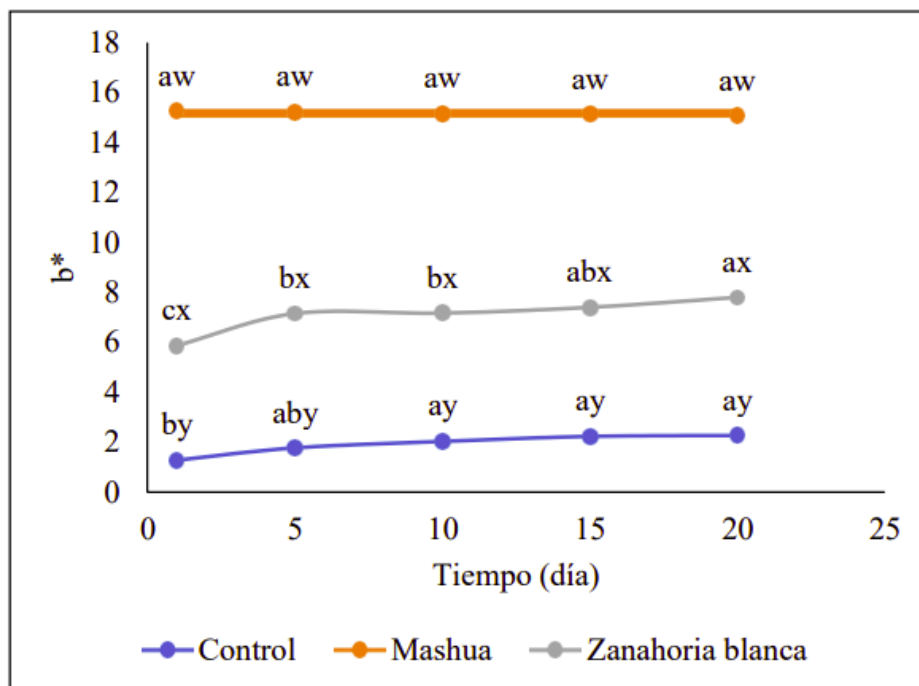


Figura 8. Análisis del color amarillos (b^*) en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C. Medias con letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas en cada tratamiento ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre muestras al mismo tiempo ($p \leq 0,05$).

3.1.2.4 Viscosidad

La viscosidad es un parámetro reológico que representa la resistencia a la deformación de los fluidos cuando se someten a un esfuerzo cortante (Olaya, 2021). El valor promedio del índice de comportamiento de flujo (η) y el índice de consistencia (K) se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Parámetros reológicos del modelo matemático de Ostwald de Waele (Pseudoplástico)

Muestra	Ecuación	K	N	R ²	
Control	$\eta = 1896,7\gamma^{-0,976}$	1896,7		0,024	0,998
Zanahoria blanca	$\eta = 3363,4\gamma^{-0,811}$	3363,4		0,19	0,992
Mashua	$\eta = 482,49\gamma^{-0,313}$	482,49		0,687	0,868

K= índice de consistencia (Pa s n); **n**= índice de flujo (adimensional) **R²**= gradiente de velocidad (s-1)

El yogur con adición de harina de zanahoria blanca al 0,9% presento un $\eta = 3363,4\gamma^{-0,811}$ mientras que el yogur control $\eta = 1896,7\gamma^{-0,976}$, su comportamiento corresponde a un fluido pseudoplástico como se observa en la Figura 9. La viscosidad disminuye con relación a la velocidad de deformación, se observó el aumento de la viscosidad en la harina de zanahoria blanca, esto se debe principalmente al alto contenido de almidón de la harina, formado principalmente por amilosa y amilopectina que al hidratarse incrementan el tamaño del granulo del almidón y así tienen una influencia en el comportamiento viscoelástico del yogur (Sánchez, 2018). Los resultados de este estudio concuerdan con los resultados reportados por Vazquez, (2020), en un yogur con adición de harina de quinua al 22%, los resultados mostraron un aumento de la viscosidad por la presencia del almidón propios de la harina. Asimismo, en la investigación de García y Pacheco, (2010), en una bebida láctea fermentada con harina de zanahoria blanca no se registró separación de fases y la viscosidad aparente fue de 1.600 mPas.

Por otra parte, el yogur en el que se añadió la mashua se observó un comportamiento casi newtoniano ya que la viscosidad no cambia en función del cizallamiento, es decir que presenta un modelo lineal, estos datos son similares a la investigación realizada por Ayol, (2020), en una bebida fermentada con adición de harina de mashua y quinua que presentó una viscosidad aparente que corresponde a un modelo lineal. En otro estudio realizado por Ibarra, (2020), se menciona que, en el yogur con Stevia y mashua la viscosidad fue disminuyendo durante el periodo de almacenamiento debido a la separación de fases por la acidificación del medio y el rompimiento del coagulo por la acción del ácido láctico, lo que hace que el gel pierda consistencia (Olaya, 2021).

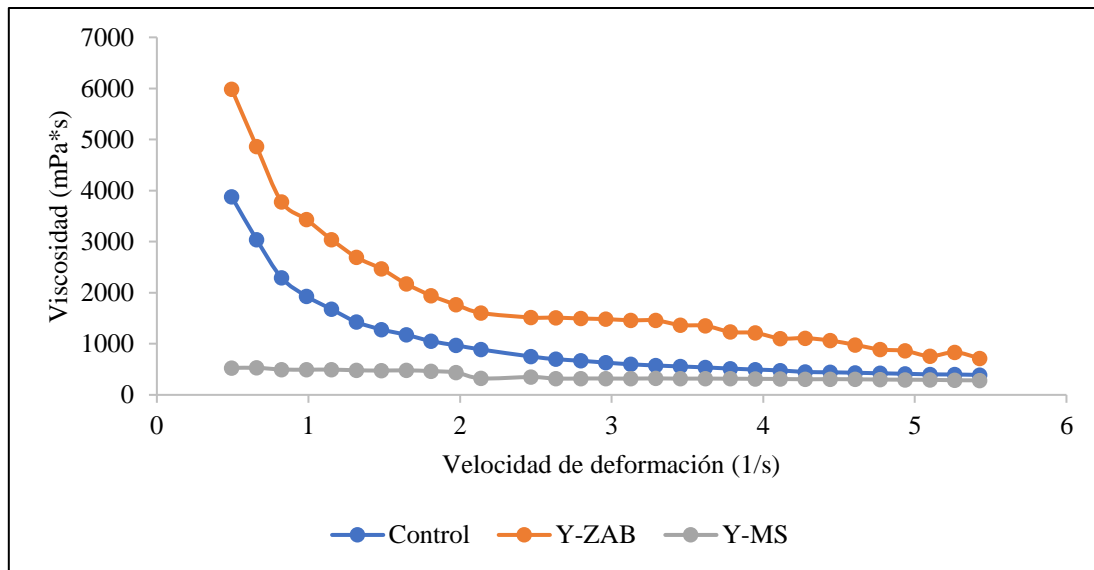


Figura 9. Viscosidad (mPa.s) en las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.

3.1.2.5 Consistencia

Los resultados de consistencia muestran que el yogur con harina de zanahoria blanca tuvo una consistencia de 8,47 mayor que la muestra control (Tabla 9). Las leches fermentadas deben tener una consistencia pastosa, su textura debe ser lisa y homogénea según lo menciona la norma NTE INEN 2395 (2011). De acuerdo la investigación realizada por Castro, (2021), el yogur con la adición de cualquier tipo de almidón aumenta el comportamiento pseudoplástico, esto se debe a las propiedades de gelatinización, formación de estructuras, emulsificación y retrogradación que contiene el almidón y afectan la consistencia del producto. Cardenas, (2021), demuestra que el índice de consistencia, textura y estabilidad del yogur al 5% de harina extruida de semilla de palta mejoró notablemente con la presencia del almidón. Resultados similares fueron reportados por Sánchez, (2018), en yogur con harina de melloco al 0,9% obtuvo una consistencia suave y homogénea con un comportamiento pseudoplástico.

En otro estudio realizado por Mendoza y Herrera, (2021), indica que al incrementar la temperatura en las muestras de yogur el índice de comportamiento aumenta y el índice de consistencia va disminuyendo.

Tabla 9. Resultados de consistencia de las muestras de yogur

Muestra	Consistencia (cm)	Temperatura °C
Control	13,33	6,3
Zanahoria blanca	8,47	0,7
Mashua	18,64	0,6
Mayonesa (Gustadina)	2,4	19,5
Mostaza (Gustadina)	0,7	19,5
Ají (Gustadina)	11,8	19,5
Salsa de tomate (Gustadina)	5,8	19,5

3.1.2.6 Análisis sensorial

La evaluación sensorial permite conocer el grado de aceptación en el desarrollo e innovación de productos (Mejía, 2019). En la Figura 10 se muestra los resultados del análisis sensorial del yogur donde se evaluaron los parámetros de color, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad. No se observa diferencia significativa en los yogures desarrollados con harina de mashua y zanahoria blanca ($p < 0.05$). Los yogures evaluados mostraron buena aceptabilidad, asignándoles puntuaciones de promedio 4, lo que equivale a me gusta. En cuando al parámetro de sabor, los panelistas mostraron puntuaciones no satisfactorias para el yogur con harina de mashua, lo que corresponde a que los panelistas lo calificaran como no me gusta. En una investigación realizada por Ayol, (2020), en yogur con harina de mashua y quinua tuvo una buena aceptabilidad debido a que probablemente en la formulación de este estudio utilizaron azúcar como edulcorante.

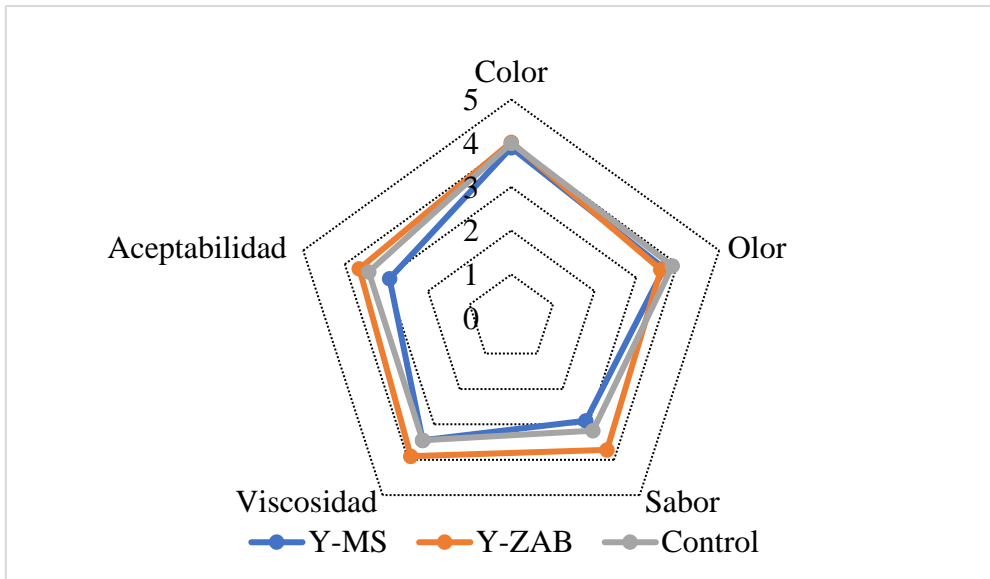


Figura 10. Análisis de las propiedades organolépticas de las muestras de yogur entero: control; Y-MS (yogur con harina de mashua); Y-ZAB (yogur con harina de zanahoria blanca) en 20 días de almacenamiento a 4°C.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

- La formulación que se consideró adecuada para la elaboración de yogur fue en torno a las características de formación de gel, sinéresis y viscosidad que corresponde al 0,9% de harina. Se demostró que los productos cumplieron con todas las características estándar que corresponde este tipo de yogur durante 20 días de almacenamiento a 4°C.
- El uso del harina de mashua y zanahoria blanca en el yogur entero genera un efecto positivo, permitió potenciar las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales con el aprovechamiento del valor nutricional de los tubérculos andinos.
- La composición proximal de las muestras de yogur con harina de mashua y zanahoria blanca aportaron un notable incremento en el porcentaje de proteína, humedad, grasa, fibra y carbohidratos que brindan un mejor contenido nutricional contribuyendo al mejoramiento de la viscosidad y consistencia del yogur.
- El análisis sensorial realizado de las muestras indicó que el yogur con harina de zanahoria blanca tuvo mayor aceptabilidad en los parámetros de sabor, viscosidad y aceptabilidad, el parámetro de color y olor mostro similitud con la muestra control. En el yogur con harina de mashua no se observó buenas percepciones sensoriales debido a las características naturales del tubérculo.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar-Galvez, A., Pedreschi, R., Carpentier, S., Chirinos, R., Garcia-Rios, D., & Campos, D. (2020). Proteomic analysis of mashua (*Tropaeolum tuberosum*) tubers subjected to postharvest treatments. *Food Chem*, 305, 125485. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125485
- Alemán Reyes, J. C. (2019). Determinación de carotenoides totales en cuatro variedades de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), deshidratada. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas.
- Arrázola Paternina, G., & Villalba Cadavid, M. (2018). Fruit, vegetables and tubers, agroindustrialization prospects.
- AOAC Official Method 985.29. (2003). Total, dietary fiber in foods. Enzymatic-gravimetric method.
- AOAC Official Method 101.92. (2005). Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis. 18th ed. USA.
- AOAC Official Method 991.20 (2015). Nitrogen (Total) in Milk - Kjeldahl Methods.
- AOAC Official Method 2000.18. (2004). Fat content of raw and pasteurized whole milk. Gerber method by weight (Method I). Retrieved from <http://www.smartjd.net/pdf/177/11285179.pdf>
- AOAC 925.10. (2000). Solids (total) and loss on drying (moisture). Retrieved from http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=239
- AOAC 945.46. (2016). Ash of milk. Gravimetric method. Retrieved from http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=1155
- Ayol Muñoz, R. D. (2020). Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Agroindustria,
- Bazán, C. V. (2010). Desarrollo y evaluación de un yogur firme utilizando tres edulcorantes no calóricos y dos porcentajes de mango. Escuela Agrícola Panamericana, Facultad Agroindustria Alimentaria
- 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.
- Camán Aliaga, R. E., & Vilca Santillan, B. (2016). Evaluación físico química y organoléptica de yogurt natural fortificado con harina de *Chenopodium quinoa* "quinua". Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias
- Cardenas Barra, M. L. (2021). Influencia de la concentración de la harina extruida de la semilla de palta (*Persea americana*) en la funcionabilidad del yogurt. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería dn Industrias Alimentarias
- Castro Alvarado, C. A. (2021). Determinación de las propiedades reológicas, texturales y físicas de las semillas de chía (*salvia hispánica*) y almidón de oca (*oxalis tuberosa*) modificado en un yogurt batido. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Agroindustrial

- Cenobio-Galindo, A. D. J., Díaz-Monroy, G., Medina-Pérez, G., Franco-Fernández, M. J., Ludeña-Urquiza, F. E., Vieyra-Alberto, R., & Campos-Montiel, R. G. (2019). Multiple emulsions with extracts of cactus pear added in a yogurt: Antioxidant activity, in vitro simulated digestion and shelf life. *Foods*, 8(10), 429.
- Coronel Feijó, M. A. (2019). Estudio de las características físico-químicas y sensoriales de yogurt enriquecido con quinua (" *Chenopodium quinoa*" Willd. Universidad de Extremadura.
- Cortes, J. A., & Pacheco Medina, C. E. (2018). Elaboración de un yogurt funcional adicionado con harina de chía (*Salvia Hispanica*). *Revista del Centro de graduados e Investigación*, 77.
- Chen, X., Singh, M., Bhargava, K., & Ramanathan, R. (2018). Yogurt fortification with chickpea (*Cicer arietinum*) flour: Physicochemical and sensory effects. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95(8), 1041-1048.
- Díaz-Jiménez, B., Sosa-Morales, M., & Vélez-Ruiz, J. (2004). Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogurt. *Revista mexicana de ingeniería química*, 3(3), 287-305.
- Diaz Maldonado, A. G. (2019). Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada *Tropaeolum tuberosum*. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ciencias Médicas Escuela Académico Profesional de Nutrición
- Diaz Trujillo, M. P., & Villa Fonseca, D. S. (2021). Formulación de un producto lácteo (yogurt) a partir de la pitahaya amarilla y sus subproductos (semillas y cáscara). Universidad de los Andes Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Alimentos
- Dilas Jimenez, J. O., & Ascurra Toro, D. (2020). Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú. *Alpha Centauri*, 1(1), 15-24. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/alphacentauri,+2020_01_01_002_FINAL%20(4).pdf
- Escobar-Ledesma, F. R., Sánchez-Moreno, V. E., Vera, E., Ciobotă, V., Jentsch, P. V., & Jaramillo, L. I. J. M. (2020). Extraction of Inulin from Andean Plants: An Approach to Non-Traditional Crops of Ecuador. 25(21), 5067.
- García, A., & Pacheco-Delahaye, E. (2010). Evaluación de de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. *Revista chilena de nutrición*, 37(4), 480-492.
- Garcés Hernández, B. F. (2019). Obtención de harina de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) y oca (*Oxalis Tuberosa*) mediante deshidratación para la elaboración de pastas artesanales (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- García, G. (2004). Efecto de la cantidad de grasa y almidón modificado en la elaboración de yogurt bajo en grasa sabor a fresa y sin azúcar. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Guzmán Martínez, O. (2020). Elaboración de yogurt aplanado a partir de una fermentación que emplea como estabilizante un agente gelificante. Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias
- Ibarra Luna, I. I. (2020). Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogurt endulzado con *Stevia Rebaudiana* Y *Tropaeolum Tuberosum* "Mashua Púrpura" como colorante. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

- 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).
- Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodríguez, 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.
- Lopez Rosas, M. N. (2004). Producción de una bebida láctea adicionada con harinas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Pesquera y de Aumentos
- Márquez Sigua, B. M. (2014). Refrigeración y congelación de alimentos: Terminología, definiciones y explicaciones. Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos
- Matheus, A. R., & Rivera, J. R. (2014). Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) como saborizante. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 1(1), 233-252.
- Medina Condo, E. B., & Uscca Thaquima, Y. K. (2018). Elaboración de cupcakes a partir de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), utilizando como agentes Fermentadores Leudantes Químicos. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de Procesos
- Mejía Auquilla, M. F. (2019). Desarrollo de una metodología para el entrenamiento de un grupo de jueces y propuesta para el uso de las herramientas del análisis sensorial. Universidad del Azuay.
- Mendoza, R., Guerrero, S., & Herrera-Chávez, B. (2021). Reología del yogurt: efectos de las operaciones unitarias en el procesamiento y uso de aditivos. *Revista Digital Novasinergia*, 4(1), 151-163.
- Montero Aguay, J. S. (2022). Evaluación de la mezcla entre la papa Gabriela y zanahoria Blanca como materia prima para la obtención de vodka en la empresa Primicia. Tesis para el Título de Ingeniera Química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera Ingeniería Química, Riobamba – Ecuador.
- Morales Cruz, L. V. (2021). Estudio fisicoquímico y sensorial de una bebida instantánea elaborada a base de harina precocida de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Carrera de Ingeniería en Alimentos
- Mori Nuñez, C. L. (2017). Efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, pH, sinéresis y acidez del yogurt. Universidad Nacional Agraria la Molina
- Ning, X., Luo, Z., Chen, Z., Zhou, C., Xie, C., Du, W., & Wang, L. (2021). Fortification of set yogurt with passion fruit juice: Effects on fermentation kinetics, physicochemical properties, and functionality. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 4084-4093.
- Obregón Barzola, C. (2018). Efecto de la adición de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y steviósido (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del yogurt. Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Andahuaylas.

- Olaya Ruiz, W. A. (2021). Efecto de la adición de harina de algarroba (*Prosopis pallida*) en diferentes concentraciones sobre la viscosidad y aceptabilidad general del yogurt simbiótico. Universidad Nacional de Piura Facultad de Ingeniería Industrial.
- Parra Huertas, R. A. (2012). Importancia terapéutica y estabilizantes-edulcorantes en la tecnología del yogur. Editorial UPTC.
- Picon Contreras, Y. T. (2019). Beneficios y usos de leche de cabra y de vaca en la elaboración de diferentes tipos de yogurt. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Pichihua Roman, L. (2016). Influencia de la sustentación parcial de lactosuero y harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en las propiedades organolépticas y físico-químicas del yogurt sustituido. Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería.
- Plaus, E. A., Iparraguirre, D. A., Rodríguez, A. M., Román, M. R., & Flores, G. S. (2012). Actividad biológica de los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum* (Mashua) sobre *Globodera pallida* y *Meloidogyne* spp. *The Biologist*, 10(2), 32.
- Quilapanta, R., Dávila, M., Vásquez, C., & Frutos, V. (2018). Morfotipos de *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. (Zanahoria blanca) de Ecuador, como fuente de variabilidad del germoplasma. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 281-286.
- Quilapanta, R., Dávila, M., Vásquez, C., & Frutos, V. J. S. A. (2018). Morfotipos de *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. (Zanahoria blanca) de Ecuador, como fuente de variabilidad del germoplasma. 9(2), 281-286.
- Rios Arancibia, C. D. (2018). Efecto del cultivo láctico sobre las características físico-químicas, microbiológicas y aceptabilidad general en yogurt batido de leche de cabra (*capra hircus*) saborizado. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias
- Robalino, P., Heredia, S., Chango, G., Flores, L., Salazar, K., & Brito, H. (2019). Diseño de un proceso de producción industrial de almidón a partir de mashua (*Tropaeolum tuberosum*). *La Ciencia al Servicio de la Salud*, 10(Ed. Esp.), 202-209.
- Rodríguez Quesada, A. (2022). Evaluación de las condiciones de procesamiento para mejorar la estabilidad del color de preparados de pulpa de pitahaya y su aplicación en yogurt. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias.
- Romero Fierro, A. V. (2022). Efecto de la adición de fibras para la producción y enriquecimiento de yogurt. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Saavedra Vásquez, A. B. (2021). Diseño de una formulación de un bizcochuelo utilizando harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas.
- Sáenz, S. (2019). Hay mucho que investigar en las raíces y tubérculos andinos. *Revista de Medicina Veterinaria*(38), 7-13.
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy*, 11(9), 1693.
- Sameen, A., Mushtaq, B. S., Hussain, M. B., Javed, A., Plygun, S., Korneeva, O., & Shariati, M. A. (2021). Development and evaluation of yogurt supplemented with lentil flour. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 1005-1009.

- Sánchez Moreno, A. E. (2018). Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (INIAP-Quillu) en las propiedades físico-químicas y reológicas del yogurt bajo en grasa. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Toro Ramos, A. I. (2017). Determinación de las características físico-químicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (Variedad INIA Salcedo). Universidad Nacional de Trujillo Facultad de Ciencias Agropecuarias
- Vasconcelos, C. M., Minim, V. P. R., & Chaves, J. B. P. (2012). Yogur bajo en calorías añadido con harina de yacón: desarrollo y evaluación físico-química Low-calorie yogurt added with yacon flour: development and physicochemical evaluation. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 65-71.
- Vásquez-Lara, F., Verdú-Amat, S., Islas-Rubio, A. R., Barat-Baviera, J. M., Grau-Meló, R., Granados-Nevárez, M. d. C., & Ramírez Wong, B. (2021). Efecto del tratamiento térmico en harina de avena utilizada en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de pan. *Biotecnia*, 23(2), 55-64.
- Vazquez Arteaga, K. K. (2020). Enriquecimiento de una bebida láctea fermentada (yogur) con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y banano (*Musa paradisiaca*). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad De Ciencias Agrarias
- Ventura, L. M. (2020). Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. Universidad Veracruzana, 26-100.
- 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.
- Villamil, R. A., Robelto, G. E., Mendoza, M. C., Guzmán, M. P., Cortés, L. Y., Méndez, C. A., & Giha, V. J. R. c. d. n. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de literatura. 47(6), 1018-1028.
- Vinderola, G., & Rivas, M. (2020). Síndrome Urémico Hemolítico y yogurt: entre la creencia popular y la evidencia científica. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), 148-152.
- Yadav, K., Bajaj, R. K., Mandal, S., Saha, P., & Mann, B. (2018). Evaluation of total phenol content and antioxidant properties of encapsulated grape seed extract in yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 96-104.
- Yapias, R. J. M., Astete, J. M. A., Uscuchagua, Y. Y. C., & Sánchez, M. C. R. (2022). Características físico-químicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón): Una revisión. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 34(2), 41-51.

ANEXOS

Anexo A. Hoja de evaluación sensorial para las muestras de yogur

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
PROYECTO**

"Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional"

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

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

Característica	Escala	Muestras		
		Código 415	Código 565	Código 615
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 B. Resultados de análisis - LACONAL



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

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

0000852

Certificado No: 22-157		Pág.: 1 de 1				
Solicitud N°: 22-157		Fecha de ejecución de ensayos: 23 al 30 de noviembre de 2022				
Fecha recepción: 23 de noviembre de 2022		Fecha de ejecución de ensayos: 23 al 30 de noviembre de 2022				
Información del cliente:						
Empresa:		C.I.RUC: 1803988866				
Representante: Jennifer Azaro		Tlf: 0983303737				
Dirección: Ambato		E mail: jacuro6566@uta.edu.ec				
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Yogurt		Vol.: 125g				
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: Envase Plástico				
Lote: n/a		No de muestras: Dos				
F. Elb.: n/a		F. Exp.: n/a				
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:		Almac. en Lab: 30 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 21 de noviembre de 2022				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogurt Entero Zanahoria Blanca	15722319	Zanahoria Blanca	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ, AOAC Ed. 21, 2019-2001.11	% (Nx6,25)	4,93
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ, AOAC Ed. 21, 2019-991.36	%	3,63
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 21, 2019	%	19,4
Yogurt Entero Mashua	15722320	Mashua	Proteína, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ, AOAC Ed. 21, 2019-2001.11	% (Nx6,25)	3,77
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ, AOAC Ed. 21, 2019-991.36	%	5,00
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29, Ed. 21, 2019	%	22,9
Conds. Ambientales: 20,2°C; 54,6%HR						
 Ing. Anahys Risacho Director de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 05 de diciembre de 2022						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplan a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos. En todo caso, la muestra entregada por el cliente.
El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No se va devolviendo nada. Solo se permite su reproducción en caso de error y haberlo referenciado a la UTA.

"La información que se está enviando es confidencial, confírensele para su uso exclusivo, y no puede ser divulgada. Si usted no es el destinatario de esta información, se le solicita que informe inmediatamente a la UTA. La divulgación o copia del mismo, es prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."



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

Anexo C. Fotografías del proceso de elaboración del yogur entero con harina de mashua y zanahoria blanca 0,9%

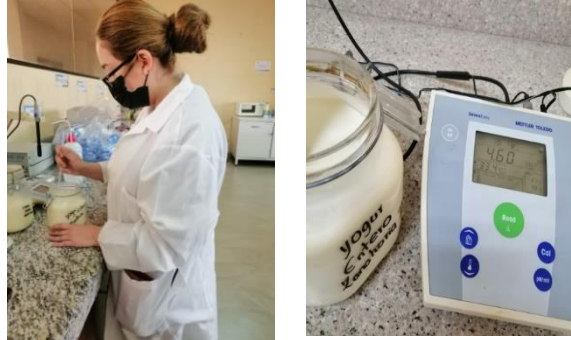
Anexo C.1 Obtención de la harina zanahoria blanca



Anexo C.2 Harina obtenida



Anexo C.5 Análisis fisicoquímico



Anexo C.6 Análisis proximal



Anexo C.7 Análisis sensorial

