



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



Efecto del uso de harinas de cultivos andinos achira (*canna indica*) y oca roja (*oxalis tuberosa*) en la producción de yogur entero

Trabajo de Titulación, 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, UT-CONIN-2022-0269-R.

Autora: Amanda Belén Orellana Albarracín

Tutor: Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

Ambato – Ecuador

Septiembre - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación, 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, 24 de julio del 2023

Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D

CI: 1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Amanda Belén Orellana Albarracin, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Amanda Belén Orellana Albarracin

CI: 1805113956

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación 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 Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Amanda Belén Orellana Albarracín

CI: 1805113956

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, 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

Ing. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

C.I. 0604079871

Esteban Mauricio Fuentes Pérez Ph. D

C.I. 1803321502

Ambato, 22 de agosto del 2023

DEDICATORIA

"Dedico este trabajo a Dios y mis padres, por su amor incondicional, apoyo y sacrificio a lo largo de mi carrera"

Es con gran emoción y gratitud que dedico esta tesis a quienes me han apoyado incondicionalmente en este arduo camino.

A mi familia, quienes han sido mi pilar y fuente de inspiración, gracias por su amor, paciencia y por creer en mí en todo momento. Su constante aliento y sacrificio han sido fundamentales en mi formación académica.

A mis queridos amigos, gracias por su comprensión y por estar siempre ahí para escucharme, motivarme y alegrarme en cada etapa de este proceso. Vuestra presencia ha sido un regalo invaluable

Belén Orellana

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud hacia mis padres, quienes siempre han estado presentes apoyándome incondicionalmente. Gracias por su amor infinito, paciencia y confianza en mí. Su constante aliento y motivación fueron la fuerza impulsora detrás de todos mis esfuerzos.

A mis hermanos, gracias por estar siempre ahí para escucharme, entenderme y brindarme su apoyo incondicional. Sus palabras de aliento y consejos valiosos fueron fundamentales para superar los momentos difíciles durante esta etapa.

Agradezco también a mis amigos cercanos quienes me acompañaron en esta travesía académica con risas, distracciones necesarias y palabras de ánimo cuando más las necesitaba. Aunque no mencionaré sus nombres aquí uno por uno, espero que sepan lo importantes que son para mí y cuánto valoro su amistad.

No puedo dejar pasar la oportunidad de expresar mi reconocimiento a mis profesores y en especial a mi tutor Diego Manolo Salazar Garcés Ph. D., gracias por compartir sus conocimientos, guiarme en el proceso de investigación y brindarme su orientación experta. Sus comentarios y críticas constructivas me ayudaron a mejorar constantemente mi trabajo.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mí misma por nunca rendirme en cada momento de dificultad. Por perseverar incluso cuando las cosas parecían imposibles y por creer en mis habilidades y capacidades para superar cualquier obstáculo que se interpusiera en mi camino.

Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo de todos aquellos que me acompañaron en esta travesía. Mi tesis de grado no solo representa mi trabajo individual, sino también la culminación de un viaje lleno de momentos memorables y aprendizajes significativos.

¡Gracias a todos por formar parte de este capítulo tan importante en mi vida!

Con todo mi cariño y gratitud

Belén Orellana

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO 1	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1 Cultivos andinos.....	1
1.1.2 Achira.....	2
1.1.3 Oca roja.....	4
1.1.4 Yogur.....	6
1.1.5 Alimentos desarrollados con el uso de materias primas no convencionales.....	9
1.2 Objetivo.....	9
CAPÍTULO 2	11
METODOLOGÍA	11
2.1 Materia prima.....	11

2.1.1	Concentración óptima de harinas de los cultivos andinos	11
2.2	Métodos	11
2.2.1	Obtención y Preparación de la leche.....	11
2.2.2	Elaboración de yogur con la adición de las muestras de harina	11
2.2.3	Parámetros fisicoquímicos del yogur entero.....	12
2.2.4	Análisis proximal del yogur entero.....	13
2.2.5	Análisis de las propiedades reológicas	16
2.2.6	Análisis sensorial	17
2.2.7	Color	17
2.2.8	Análisis estadístico	18
2.2.9	Hipótesis	18
CAPÍTULO 3		19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		19
3.1	Análisis preliminares	19
3.2	Concentración óptima de harinas.....	19
3.3	Análisis proximal del yogur entero con la adición de harinas de cultivos andinos.	20
3.4	Estabilidad de pH, acidez y color	24
3.5	Efecto de las harinas de cultivos andinos en las propiedades reológicas del yogur entero	29
3.6	Análisis sensorial	32
3.7	Verificación de hipótesis	33
CAPÍTULO 4		34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		34
MATERIAL DE REFERENCIA.....		36

ANEXOS..... 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional de la raíz tuberosa achira	4
Tabla 2. Valor nutricional de la oca roja.....	6
Tabla 3. Resultados del analisis fisicoquimico de la leche cruda.....	19
Tabla 4. Evaluación cualitativa de las muestras de yogur.	20
Tabla 5. Análisis proximal de las muestras de yogur.	24
Tabla 6. Parámetros reológicos acorde a la aplicación del modelo de ley de potencia de Ostwald de Waele.....	32
Tabla 7. Consistencias obtenidas del consistometro Bostwick de las diferentes muestras de yogur entero.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta y raíz tuberosa de achira	3
Figura 2. Planta y Tubérculo de Oca Roja	5
Figura 3. Evolución de pH en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p>0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p>0,05$).....	25
Figura 4. Evolución de acidez en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p>0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p>0,05$).....	26
Figura 5. Evolución del parámetro de luminosidad (L^*) en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p>0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p>0,05$).....	27
Figura 6. Evolución del parámetro a^* (rojos) en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p>0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p>0,05$).....	28
Figura 7. Evolución del parámetro b^* (amarillos) en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p>0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p>0,05$).....	29
Figura 8. Viscosidad en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos durante 21 días de almacenamiento a 4 °C.....	31

Figura 9. Parámetros sensoriales de las muestras de yogur control y de los yogures de achira y oca roja al 0,9 %..... 33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Obtención y elaboración del yogur de achira y oca roja	48
Anexo 2. Análisis realizados en el yogur.	49
Anexo 3. Resultados LACONAL yogur control.....	52
Anexo 4. Resultados LACONAL yogur de las muestras de achira y oca roja.....	53
Anexo 5. Hoja de cata utilizada en el análisis sensorial.....	54

RESUMEN EJECUTIVO

El yogur es una bebida láctea fermentada consumida por sus características nutricionales y sensoriales, sin embargo, existen personas que buscan alimentos procesados con mejor valor nutricional que los que tradicionalmente se consumen, en este sentido se espera productos reducidos en componentes como azúcar, sal, grasa y enriquecidos en fibra.

En este sentido el uso de cultivos andinos representa una oportunidad para el aprovechamiento de los componentes nutricionales que estos poseen. En el trabajo de investigación se evaluó el efecto de las harinas de achira (*Canna indica*) y oca roja (*Oxalis tuberosa*) en la producción del yogur. En los yogures se evaluó la composición proximal, propiedades fisicoquímicas, propiedades reológicas y las características sensoriales. Los yogures se evaluaron durante 21 días con la finalidad de evaluar la estabilidad en torno al pH, acidez y color de las muestras.

Los resultados mostraron que existieron diferencias en los productos desarrollados, el yogur elaborado con harina de achira presentó las mejores características. En relación con las propiedades fisicoquímicas no existe diferencia significativa en las muestras elaboradas, de igual manera en las propiedades reológicas se observó que el yogur de achira presenta una mejor viscosidad y consistencia en comparación con el de oca roja y el control, finalmente las propiedades sensoriales mostraron que el yogur con harina de achira tuvo la mayor aceptabilidad en las características sensorial analizadas.

Palabras claves: yogur, achira, oca roja, cultivos andinos, tubérculos andinos, productos lácteos.

ABSTRACT

Yogurt is a fermented milk drink consumed for its nutritional and sensory characteristics, however, there are looking for processed foods with better nutritional value than those traditionally consumed. In this sense, products reduced in components such as sugar, salt, fat and enriched in fiber are expected.

In this sense, the use of Andean crops represents an opportunity to take advantage of the nutritional components that they possess. In the research work, the effect of achira (*Canna indica*) and red oca (*Oxalis tuberosa*) flours on the production of yogurt was evaluated. In yogurts, the proximal composition, physicochemical properties, rheological properties and sensory characteristics were evaluated. The yogurts were evaluated for 21 days in order to evaluate the stability around the pH, acidity and color of the samples.

The results showed that there were differences in the products developed, the yogurt made with achira flour presented the best characteristics. In relation to the physicochemical properties, there is no significant difference in the elaborated samples, in the same way in the rheological properties it was observed that the achira yogurt has a better viscosity and consistency compared to that of red goose and the control, finally the sensory properties showed that the yogurt with achira flour had the highest acceptability in the sensory characteristics analyzed.

Keywords: yogurt, achira, red oca, Andean crops, Andean tubers, dairy products

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

La industria alimentaria ha mostrado un creciente interés en la búsqueda de nuevas fuentes y métodos de alimentación. En la actualidad existen diversas restricciones alimentarias, como la falta de acceso a ciertos alimentos, problemas de salud como intolerancias o alergias, tendencias dietéticas, inclusive modas en los consumidores, entre otros (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021). Con el objetivo de satisfacer las necesidades del consumidor, la industria alimentaria ha experimentado importantes cambios que van desde la implementación de tecnologías modernas hasta la utilización de nuevas materias primas e ingredientes en sus procesos de producción por lo que este sector se encuentra en constante evolución (Leidi et al., 2018). Actualmente, el uso de materias primas no convencionales en la producción de alimentos se ha convertido en uno de los principales enfoques de la investigación científica a nivel mundial. Estas materias primas se emplean como nuevos ingredientes, ya sea como alternativas o sustitutos de otros, en la producción y transformación de alimentos (Rodríguez, 2019). Es relevante destacar que la mayoría de las materias primas investigadas y seleccionadas contienen componentes que podrían considerarse aditivos naturales, en este grupo de interés se encuentran los cultivos andinos, los cuales presentan oportunidades para mejorar los productos a los que se les pueda agregar debido a sus componentes nutricionales (Salazar, Arancibia, Silva, et al., 2021).

1.1.1 Cultivos andinos

Los principales cultivos andinos son el camote (*Ipomea Batatas*), la oca (*Oxalis tuberosa*), la achira (*Canna indica*), la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), el taro (*Colocasia esculenta*), el tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*), entre otros, sin embargo, son cultivos con una baja producción en el Ecuador representan el 4 % de la producción agrícola del país (Salazar, Arancibia, Silva, et al., 2021). Esta realidad ha generado un olvido casi generalizado de todos los cultivos, perdiéndose así el gran aporte y valor nutricional que estos representan y que hoy en

día formarían parte importante de la dieta de varias personas, sin contar que este tipo de cultivos beneficiaría a un sin número de personas, por ejemplo, a personas celiacas las cuales no pueden consumir productos con gluten y aquellas personas que por motivos salud buscan alimentos alternativos (Leidi et al., 2018)

1.1.2 Achira

La achira (*Canna indica*) es originaria de Sudamérica, estudios han demostrado que el cultivo de achira surgió hace 4.500 años a.c. (Sultana, Akhi, Hassan, y Rahman, 2019). En Ecuador, la cultura Valdivia se encontró evidencia arqueológica tanto del consumo y de los cultivos de achira, yuca, lerén, calabaza y algunas frutas. Sin embargo, en países como Colombia y Perú esta raíz tuberosa es muy cultivada y es uno de los principales ingresos económicos para los agricultores ya que producen almidón de la raíz y este es muy comercializado dentro y fuera del país (Cabrera, Gómez, y Chávez, 2020).

La achira se cultiva en suelos francos, húmedos pero ricos en minerales, estos suelos suelen ser arenosos y húmedos. Esta planta muestra una mayor adaptación cuando se siembra en las cercanías de corrientes de agua. Sin embargo, en varias localidades indígenas han logrado adaptarla sembrándola con otros tipos de cultivos como el maíz, arveja, etc. (Mambuscay, López, y Rodríguez, 2022).

Morfología de la planta de achira

La achira (*Canna indica*) es una planta de 1,5 m de alto, la forma de sus hojas es elíptica y crece en forma de racimos, sus hojas se envuelven desde sus tallos. La planta de achira presenta características distintivas en diferentes partes de su estructura. Las hojas son de gran tamaño, pudiendo medir desde 30 hasta 60 cm de largo con un ancho que varía entre 10 y 25 cm. Las hojas no presentan divisiones y su color puede oscilar entre verde oscuro y verde claro, dependiendo de su grado de madurez, es interesante destacar que las hojas de achira son ampliamente (Salazar, Arancibia, Silva, et al., 2021). El tamaño de la flores de achira varían según el tipo de género de la planta, siendo común encontrar flores que miden entre 4,7 y 7,5 cm de largo, con un ancho que oscila entre 0,3 y 0,5 cm, la diversidad en las dimensiones de las flores de la achira contribuye a la riqueza visual de esta planta (Tanaka, 2004). En cuanto al tallo de la achira, este tiene una altura promedio que va desde los 100 hasta los 150 cm, es

importante destacar que el tallo de la achira se encuentra envuelto entre las propias hojas de la planta, lo que le brinda protección y soporte estructural, por último, la raíz de la achira es la parte más utilizada de la planta debido a su contenido de almidón (Andrade, Tapia, & Menegalli, 2012). Estas raíces tienen una longitud aproximada de 30 cm y pueden llegar a pesar hasta 250 g, su forma es característica, comenzando con una forma angosta similar a un trompo y ensanchándose hacia la punta. Las raíces de achira son de gran importancia en la industria panadera, ya que al extraer almidón de las raíces este es utilizado como ingrediente principal en la elaboración de diversos productos (Ortega, Mojica, Vergara, & Sotelo, 2020).



Figura 1. Planta y rizoma de achira

Fuente: (Ortega et al., 2020)

Valor nutricional

La achira (*Canna indica*) hoy en día es comúnmente utilizada como una planta ornamental debido a la amplia diversidad cromática de las flores de este género, pero antiguamente se la utilizaba como una planta medicinal, ya que sus tallos, hojas y raíz eran empleadas para sanar varios tipos de malestares, como mastitis, tos seca, infecciones de piel, reumatismo, problemas estomacales, etc. (Xu et al., 2021). La achira ha sido estudiada y se ha demostrado que contiene un alto valor nutricional gracias a compuestos químicos como los flavonoides, taninos, saponinas, ácido botulínico, ácido oleanólico, luteína y β carotenos (K. Estrada, 2020). Además, posee un interesante contenido de fibra dietética con potenciales beneficios para la salud. Se ha observado que el consumo de fibra está relacionado con la reducción del riesgo de desarrollar obesidad, síndrome metabólico, diabetes tipo II, trastornos gastrointestinales y enfermedades cardiovasculares (Gómez et al., 2019). Sus raíces

son una sección notable y muy importante de la planta de Achira, que contienen una cantidad considerable de nutrientes (Tabla 1). La achira es rica en compuestos bioactivos como ácido ascórbico, vitamina A, calcio, hierro, potasio y magnesio. Debido a estas características, esta raíz tuberosa es una fuente de almidón de alta calidad, que contiene amilasa y amilopectina en cantidades significativas (Carhuallay et al., 2020).

Tabla 1. Valor nutricional del rizoma de achira

Nutrientes	Cantidad
Energía (g)	98
Proteína (g)	4,40
Grasa total (g)	0,10
Carbohidratos (g)	23,80
Vitaminas (g)	0,70
Minerales (g)	18,40

Fuente: (Carhuallay et al., 2020).

1.1.3 Oca roja

La oca roja (*Oxalis tuberosa*) es uno de los cultivos que fue adaptado hace aproximadamente 8000 años por varios grupos de comunidades indígenas de Ecuador, Perú y Bolivia (Bradbury y Emshwiller, 2011; Guardia, 2020). Este tubérculo es más conocido en América del Sur y muy consumido en Bolivia, la forma de cultivarla o cosechar es muy similar a la papa, sin embargo, hay que considerar que el tiempo de cultivo de la oca roja es más largo, una gran ventaja de los sembríos de oca roja es que son más resistentes a las plagas y heladas, lo que garantiza una buena producción (Castañeta, Castañeta, y Peñarrieta, 2022). Según Ore y Aguirre (2020) la época óptima para plantar la oca roja es hacia el final del verano e inicios del invierno, ya que en ese momento el suelo tiende a volverse más húmedo y adquiere los nutrientes necesarios para el crecimiento de esta variedad y su cultivo es anual. Antes de su consumo, la oca debe ser expuesta al sol con la finalidad de acelerar el desarrollo de azúcares libres, es decir brindarle el sabor dulce característico que la oca roja tiene, eliminando los oxalatos solubles que son aquellos responsables del sabor amargo de la oca roja (Malice, Bizoux, Blas, y Baudoin, 2010).

Morfología de la planta

Además de su nombre científico, la oca roja también es conocida por varios nombres comunes como "oca roja", "papa roja", "papa extranjera" y "kawi". Estos nombres comunes se utilizan en diferentes regiones y culturas para referirse a esta planta tuberosa (Luziatelli et al., 2023). Este tipo de cultivo presenta tubérculos pequeños, su forma es cilíndrica larga y ancha, el alto de la planta va de 20 a 30 cm, una característica no contiene flor y la confunde con plantaciones de tréboles. La planta puede presentar una amplia gama de colores, que varían desde tonos amarillos y verdes hasta tonos violetas y rojos, lo que contribuye a la diversidad visual de la planta. Por otro lado, las hojas de la oca roja tienen una forma similar a la de un corazón y se asemejan a las hojas de tréboles. Estas hojas crecen en forma de racimos, aportando un aspecto estético característico a la planta (INEC, 2022).



Figura 2. Planta y Tubérculo de Oca Roja

Fuente: (Castañeta, Castañeta, y Peñarrieta, 2022)

Valor nutricional

La oca roja (*Oxalis tuberosa*) antiguamente era muy usada como alternativa natural para evitar o curar varias enfermedades, gracias a su contenido de oxalatos de potasio puede actuar como antiinflamatorio con problemas en la piel, como la desinflamación de testículos y de la uretra, problemas gastrointestinales, ayuda a combatir la anemia, favorece en la funcionalidad del sistema nervioso gracias a la alta cantidad de vitamina B (Velásquez, Bello, Yee, Alvarez, y Velezmoro, 2020). En problemas dermatológicos debido a su contenido de oxalatos de potasio, como desinfectante al contribuir al alivio de la sensación de picazón ocasionada por la picadura de insectos, como cicatrizante y es una gran fuente de micronutrientes que ayuda principalmente a los huesos y

dientes, etc., a pesar de su gran aporte nutricional el consumo de la oca roja hoy en día es muy bajo (Yugán, Mira, Paredes, y Erazo, 2020). Varios estudios señalan que el valor nutricional de la coca roja es similar a la de papa, con la diferencia que la oca roja cuenta con un contenido más alto de vitamina C, algo que se debe tomar en cuenta es la cantidad de hierro que contiene la oca roja ya que según Zamora (2020) este valor puede variar dependiendo del suelo en la que se haya cultivado. En la Tabla 2 se muestra la composición proximal de la oca roja.

Tabla 2. Valor nutricional de la oca roja

Elemento	Cantidad %
Humedad	> 80
Carbohidratos	>2
Agua	>60
Calorías	<73,5
Grasa	>2
Fibra	>1
Ceniza	<1
Proteínas	>2
Vitaminas (B1. B2, B3, A, C)	>70
Hierro	<70
Fósforo	<2,8
Zinc	<11,9

Valores referenciales por cada 100 g de oca fresca.

Fuente: (Zamora, 2020)

1.1.4 Yogur

El yogur es conocido como una bebida o leche fermentada que surge de la fermentación de la leche (Savaiano y Hutkins, 2021). El origen del yogur es incierto, varios autores mencionan que el yogur pudo surgir en Turquía y en Asia Central, esta bebida se cree que fue descubierta por casualidad, debido a que antiguamente se la almacenaba en contenedores que estaban cubiertos de piel de cabra y los mismo eran colocados bajo los rayos del sol y con el pasar del tiempo se observó que la leche se había tornado más espesa, sin embargo no emanaba un olor desagradable y al probarla descubrieron que tenía un sabor agradable al paladar (Capcanari, Chirsanova, Covaliov, y Siminiuc, 2021; Karagiannis, Hatzithomas, Fotiadis, y Gasteratos, 2022).

Los nómadas emplearon esta técnica para prolongar la duración de la leche fresca y mantener su calidad por más tiempo (Gutierrez y Chauca, 2022).

Diversos estudios han demostrado que el yogur se forma mediante un proceso de fermentación, en donde las bacterias ácido-lácticas (BAL) convierten la lactosa en ácido láctico, provocando la coagulación de la leche para obtener el producto deseado (M. Estrada, 2012). El yogur puede ser elaborado con diferentes tipos de leches de mamíferos, por ejemplo, en Turquía y al sureste de Europa prefieren el yogur a base de leche de cabra y oveja, sin embargo, en Egipto e India el yogur se lo realiza con leche de búfalo (Balza, 2019). En América del Sur se desarrolla yogur en base a leche de vaca. Actualmente al yogur se lo considera como un alimento muy versátil dentro del mercado, el yogur puede ser consumido en una amplia variedad de platos y recetas como en postres, ingrediente de salsa y aderezos, en batidos, etc. (Mazzaglia, Legarová, Giaquinta, Lanza, y Restuccia, 2020).

La producción de yogur con el paso del tiempo ha innovado con miras al desarrollo de productos más nutritivos y sensorialmente aceptables. Hoy en día el uso de materias primas no convencionales y que no forman parte del consumo diario gastronómico han sido usadas no solo beneficiando las características organolépticas del yogur sino el valor nutricional del mismo, de esta manera se trata satisfacer las necesidades de los consumidores (Dabija, Codină, Ropciuc, y Stroe, 2019). Un ejemplo de la innovación es el desarrollo de yogur que se prepara utilizando trozos de fruta de tuna, pulpa y trozos de aloe vera, de café, etc. (Ponce-Fuentes, Ponce-Fuentes, Muñoz, y García, 2023). La calidad del yogur está ligada a la de la leche empleada y a los cultivos de bacterias lácticas.

El yogur, según sus procesos tecnológicos se puede clasificar en distintos tipos. Estos tipos incluyen el yogur batido, que se destaca por su consistencia cremosa y facilidad para escurrir; el yogur líquido, que presenta una menor consistencia y se consume de forma más rápida; el yogur aflanado, que se asemeja a un flan. Además, el yogur natural, que se distingue por su simplicidad al no contener edulcorantes, colorantes ni esencias. Por otro lado, el yogur saborizado puede contener aditivos como colorantes, esencias y azúcar para intensificar los sabores. Asimismo, existe el yogur con frutas que se añade pulpa, jarabe o trozos de frutas al yogur base. Por último, el yogur con

agentes especiales incluye ingredientes adicionales como semillas, cereales, harinas o fibras para ofrecer ciertas propiedades específicas o fortificar un compuesto nutricional (Fuente, 2020).

Además de los tipos de yogur mencionados, es importante considerar la clasificación basada en el contenido graso del producto. Esta clasificación incluye el yogur descremado, el yogur semidescremado y el yogur entero, los cuales se diferencian en su contenido de grasa. Por otro lado, en cuanto a los procedimientos de incubación, destacan el yogur a temperatura elevada y el congelado. Estos procesos de incubación se refieren a las condiciones de temperatura utilizadas durante la fermentación del yogur (Fuente, 2020).

Valor nutricional

En 1900, el microbiólogo ruso Ilya Metchnikoff inició una investigación sobre los posibles beneficios de los microorganismos presentes en el yogur para la salud humana. En ese momento, se creía que estos microorganismos no tenían una función específica en el cuerpo humano. Sin embargo, después de una extensa investigación, Metchnikoff llegó a la conclusión de que estos microorganismos contribuyen a la regeneración de la flora intestinal, lo cual tiene implicaciones positivas para la salud (Kavas, 2022).

Además, Zapata y Aguilera (2020) señalan que el yogur es una fuente abundante de carbohidratos, proteínas, minerales, vitaminas y lípidos. Esta característica hace que sea un alimento que aporta beneficios para la salud.

En tanto, el yogur es una fuente valiosa de agua, lactosa, proteínas, grasas, calcio, fósforo, magnesio y varias vitaminas (B1, B2, B5, B6, A, E, C). Contiene aproximadamente un 85,7 % de contenido de agua, 4,6 gramos de lactosa, 1,6 gramos de galactosa y 6,2 gramos de azúcares totales. Asimismo, aporta alrededor de 5 gramos de proteínas, 1 gramo de grasas y contiene ácido láctico en un rango de 0,8% a 1,4%. En micronutrientes, brinda unos 148 miligramos de calcio, 114 de fósforo y 13 de magnesio. También proporciona 1,8 miligramos de diversas vitaminas (B1, B2, B5, B6, A, E, C) (Rodríguez, 2019).

1.1.5 Alimentos desarrollados con el uso de materias primas no convencionales

En la actualidad es un poco común el uso de este tipo de materias primas, sin embargo, poco a poco se han ido incorporando dentro de varios productos alimenticios ya conocidos, por ejemplo, dentro de la industria de panificación encontramos productos a base de harinas no comunes, como la harina de garbanzo, frejol, quinua, lenteja, achira, oca roja, camote, yuca, etc., las cuales están siendo utilizadas como base para la elaboración de pan, de postres dietéticos, muffins, galletas, etc. (Pancorbo, Rondinel, Guevara, y Fernández, 2020).

Por otro lado, en la industria cárnica Troncoso (2019) argumenta que, estos productos están siendo utilizados como aditivos, es decir los utilizan para mejorar las propiedades tecnológicas y para enriquecer diferentes productos alimenticios, de la misma forma, Pancorbo et al. (2020) agrega que, dentro de las industrias lácteas esta materia prima no tradicional se utiliza, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos, se busca ofrecer una amplia gama de opciones adaptadas a diferentes grupos de consumidores, brindando así una mayor variedad y productos de mejor calidad.

Las prisas y las ocupaciones diarias han dificultado el consumo de alimentos saludables, y como resultado se ha optado por productos rápidos, lo cual sumado al sedentarismo, contribuyen a la aparición de diversas enfermedades que afectan la salud física y mental (Delgado, Rodríguez, y Velázquez, 2019).

Por estas razones, existen hoy en día un grupo de productos que son elaborados con materias prima no tradicional los cuales poseen beneficios y nutrientes significativos hacia la salud, pero lamentablemente no son reconocidos más allá de su versión más común, como es el "bizcocho de achira, pan de achira, colada de oca roja, snacks de oca roja", estos alimentos por lo general son muy consumidos dentro de las comunidades indígenas en forma de celebración (Villalva y Inga, 2021).

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivos General

- Evaluar el efecto del uso de harinas de Achira (*Canna indica*) y la Oca roja (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur entero.

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer la concentración óptima de harinas de cultivos andinos para la elaboración de yogur entero.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas, composición proximal, consistencia y viscosidad del yogur entero.
- Evaluar la calidad sensorial de yogur entero.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1 Materia prima

Las harinas empleadas en la elaboración de los diversos tipos de yogur provienen de las harinas procesadas según las directrices establecidas en el proyecto de investigación Resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.

2.1.1 Concentración óptima de harinas de los cultivos andinos

Con el fin de determinar la concentración ideal de harinas de achira y oca roja para lograr una formulación aceptable, se aplicó la metodología descrita por Salazar, Arancibia, Ocaña, et al. (2021) y Sánchez (2018). En dichos estudios, se agregaron diferentes concentraciones de harina (0,3 %, 0,6 %, 0,9 %) para evaluar cualitativamente la formación del gel característico de las leches fermentadas, la sinéresis y la viscosidad. Después, se hizo un análisis cualitativo de las muestras de yogur añadiendo harina. Los resultados se expresaron de forma arbitraria como como baja (-), moderada (+) o buena (++) .

2.2 Métodos

2.2.1 Obtención y Preparación de la leche

La leche utilizada en la producción del yogur fue obtenida en el cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua. Para garantizar su calidad, se analizó la leche cruda de acuerdo con los estándares establecidos por la normativa NTE INEN 9 (2012). Después, se realizó un análisis con el equipo LACTOSCAN para determinar los parámetros de calidad de la leche.

2.2.2 Elaboración de yogur con la adición de las muestras de harina

Para la elaboración del yogur se tomó en cuenta el procedimiento establecido por Soria, Bravo, Cermeño, y Ruiz (2017) y Zamorán (2020). En la leche cruda se adicionó las diferentes concentraciones de las harinas: tanto para el control como para la achira y oca roja. La leche fue sometida a un proceso de pasteurización a una temperatura de 85 °C durante 5 minutos, lo cual permitió eliminar los microorganismos presentes en ella. Una vez alcanzada la temperatura de 40 °C se

añadió el cultivo liofilizado marca “DANISCO” de acuerdo con las instrucciones recomendadas por el fabricante, los recipientes fueron colocados en una incubadora a una temperatura de 40 °C durante aproximadamente 6 a 8 horas. Durante este tiempo, se realizaron mediciones regulares del pH y se aseguró de que los valores estuvieran dentro del rango de 4,4 a 4,6. Una vez que se alcanzaron estos valores de pH en las muestras, se retiraron de la incubadora y se colocaron en refrigeración para reducir la temperatura y evitar una mayor acidificación causada por las bacterias ácido-lácticas. A continuación, se procedió a batir las muestras durante 1 minuto hasta obtener una mezcla homogénea. Finalmente, se almacenaron a una temperatura de 4 °C para su posterior análisis.

2.2.3 Parámetros fisicoquímicos del yogur entero

pH

Se utilizó el procedimiento recomendado por la norma NTE INEN 1500 (2011), mediante el uso de un potenciómetro digital previamente calibrado se tomaron las medidas en las muestras de yogur, las mediciones se realizaron por triplicado.

Acidez titulable

La determinación de la acidez titulable se llevó a cabo siguiendo el procedimiento descrito en la normativa NTE INEN 13 (2012). Se tomaron 10 ml de la muestra y se agregaron tres gotas de fenolftaleína en un matraz Erlenmeyer. Luego, se tituló con NaOH 0,1 N hasta que se observó un color rosado pálido en la muestra. Estas mediciones se realizaron en triplicado. Los cálculos se realizaron utilizando la siguiente ecuación:

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

Ecuación 1

Donde:

A: Acidez titulable de la leche “% ácido láctico”

V: Volumen NaOH utilizado

N: Normalidad de NaOH

Actividad de agua

La actividad de agua de las muestras de yogur se evaluó utilizando un medidor de actividad de agua (AquaLab-4TE-USA). Las muestras se colocaron en cápsulas hasta alcanzar el nivel indicado y se llevó a cabo el análisis correspondiente (Sansomchai, Sroynak, y Tikapunya, 2023). Las mediciones se llevaron a cabo en tres ocasiones para cada muestra.

2.2.4 Análisis proximal del yogur entero

Humedad

La determinación del contenido de humedad se realizó siguiendo el procedimiento descrito en la norma AOAC 711.02.023 (2015). Se pesaron 3 g de muestra en cápsulas de porcelana previamente pesadas y calibradas. Las cápsulas se colocaron en una estufa a 120 °C durante 24 horas, luego se retiraron y se dejaron enfriar en un desecador durante 40 minutos. Posteriormente, se pesaron las cápsulas con la muestra seca y se registraron los datos correspondientes para utilizarlos en la ecuación siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{w_1 - w_2}{w} * 100$$

Ecuación 2

Donde:

w = peso de la muestra

w₁ = peso de la muestra + cápsula antes de la estufa

w₂ = peso de la muestra + cápsula después de la estufa

Proteína

Se determinó el contenido de proteína mediante el método Kjeldahl, basado en la metodología de AOAC 991.2. (2019), se pesó 2,2 g de la muestra y se colocó en el matraz Kjeldahl, se adicionó 15 g de mezcla catalizadora de sulfato de cobre con sulfato de potasio y 25 ml de ácido sulfúrico concentrado, se agitó el matraz hasta con la finalidad de homogenizar la muestra, posteriormente se calentó la muestra evitando la formación de espuma hasta que la muestra presente un color azul pálido y se dejó enfriar. Para el proceso de destilación o titulación se añadió de hidróxido de sodio al 2 % con 3 gotas de indicador rojo de metileno hasta obtener un color ligero. Las

mediciones se realizaron por triplicado y se calculó el contenido de nitrógeno y el porcentaje de proteína en las muestras con la siguiente ecuación:

$$\% P = (1,40)(6,25) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m(100 - \%H)}$$

Ecuación 3

Donde:

N_1 = normalidad de la solución de ácido sulfúrico

N_2 = normalidad de la solución e hidróxido de sodio

V_1 = volumen ácido sulfúrico utilizado

V_2 = volumen hidróxido de sodio empleado en la titulación

V_3 = volumen ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado blanco

V_4 = volumen hidróxido de sodio empleado para recoger el destilado blanco

m = masa de la muestra

$\%H$ = porcentaje de humedad

Grasa

El contenido de grasa se determinó bajo la norma NTE INEN 488 (2014), se utilizó un butirómetro de Gerber, al cual se añadió 10 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) con una pureza del 90,4 %, 11 ml de la muestra de yogur y 1 ml de alcohol amílico, seguidamente, se tapó y agitó lentamente de dos a tres veces para eliminar la presencia de partículas en la muestra. Por último, se colocó el butirómetro en la centrífuga durante 5 minutos y se registraron los valores de la grasa mediante lectura directa. Las mediciones se realizaron por triplicado.

Fibra

El contenido de fibra se basó en el procedimiento descrito en la normativa AOAC 985.29. (2019), se pesó 3 gramos de muestra, en vaso de precipitación se colocó a ebullición 100 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) luego se vertió sobre las muestras dejando en reposo por 30 minutos, pasado el tiempo se procedió a filtrar en un embudo Büchner con papel filtro y se lavó la muestra con abundante agua destilada caliente,

además, se calentó 100 ml de hidróxido de sodio (NaOH) hasta llegar al punto de ebullición y se vertió sobre la muestra lavada dejando en reposo por 30 minutos y se filtró, nuevamente se volvió a lavar con agua destilada y con 25 ml ácido clorhídrico (HCl), se retiró el papel filtro del embudo con la fibra y se colocó en un crisol seguido de dos lavados con 15 ml de alcohol al 95 %, se dejó en la estufa por 12 horas a 100°C luego se colocó en el desecador y se pesó el crisol una vez que este se encontró frío, por último, se colocó en la mufla por 20 minutos a 550 °C, se dejó enfriar en el desecador y nuevamente se pesó el crisol. Las mediciones se realizaron por triplicado. La obtención de la fibra se la realizó mediante la ecuación:

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

Ecuación 4

Donde:

m = peso de la muestra original

m_1 = peso del crisol conteniendo asbestos y la fibra seca

m_2 = peso crisol después de ser incinerado

m_3 = peso del crisol en blanco

m_4 = peso crisol residuo calcinado

Ceniza

El contenido de ceniza se determinó siguiendo el procedimiento establecido en la norma AOAC 945.46 (2020). Los crisoles fueron colocados en una estufa a 100 °C durante 1 hora y luego se enfriaron en un desecador durante otra hora. Este proceso se realizó para esterilizarlos. A continuación, se pesaron los crisoles vacíos y se agregó 3 gramos de muestra, estos fueron llevados a la mufla con una temperatura de 550 °C por 2 horas y media. Finalmente, se retiraron de la mufla y se volvió a colocar en el desecador por una hora, una vez enfriados los crisoles se pesaron y se procedió a calcular el porcentaje mediante la ecuación 5, de igual forma estas mediciones fueron realizadas por triplicado.

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

Donde

m_0 = peso del crisol vacío

m_1 = peso de la muestra + peso de crisol

m_2 = peso del crisol después de la estufa con las cenizas

Carbohidratos totales

Para definir el porcentaje de carbohidratos totales se lo realizó por diferencia del 100 % de la suma de las cantidades de grasa, proteína, humedad, fibra y cenizas que contiene una matriz alimentaria será la cantidad total de carbohidratos este cálculo se realizó con la siguiente ecuación:

$$\% CT = 100 - (\% \text{grasa} + \% \text{proteína} + \% \text{humedad} + \% \text{fibra} + \% \text{cenizas})$$

Ecuación 6

Valor energético

El contenido calórico se estimó en x100 g, debido a la suma global de calorías de cada componente es el valor energético de cada uno, grasa (x9 kcal/g), proteína (x4 kcal/g), carbohidratos (x4 kcal/g) y fibra (x2 kcal/g).

2.2.5 Análisis de las propiedades reológicas**Viscosidad**

El análisis de viscosidad se realizó utilizando un viscosímetro rotacional Quimis 860M21. Se colocaron 250 ml de muestra en un vaso de precipitación evitando la formación de burbujas en el fluido. Para el análisis, se utilizó el rotor #2 con un rango de torque del 30 % al 70 % y a una velocidad de deformación constante de "1/s". Los datos obtenidos se ajustaron a los parámetros de viscosidad utilizando la ecuación 7.

$$\eta_a = K(\dot{\gamma})^{n-1}$$

Donde: η_a = viscosidad aparente (mPa*s) K = constante de deformación γ = velocidad de deformación (1/s) n = índice comportamiento de flujo**Consistencia**

La consistencia de las muestras se evaluó utilizando un consistómetro de Bostwick. El equipo se colocó sobre una superficie plana y estable, asegurándose de que la burbuja del nivel estuviera centrada en la circunferencia. Cuando el equipo estuvo nivelado se añadió la cantidad adecuada de muestra en el depósito y se procedió a medir la consistencia de las muestras. Se utilizó un cronómetro para medir la distancia que recorrió el fluido durante un período de 30 segundos (Hermes, 2023).

2.2.6 Análisis sensorial

Los atributos sensoriales de las muestras de yogur entero fueron evaluados por un panel de 15 catadores. Los catadores evaluaron el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de las muestras utilizando una escala hedónica de 5 puntos, donde 5 correspondía a "me gusta " y 1 a "no me gusta". Durante la evaluación, se proporcionaron galletas de sal y agua a los catadores entre muestras para eliminar posibles sabores residuales (Carrasco y López, 2023).

2.2.7 Color

Los parámetros de color triestímulo CIELAB, L^* (luminosidad), a^* (componente rojo/verde) y b^* (componente amarillo/azul) se obtuvieron mediante el uso de un colorímetro Lovibond (LC 100, USA) que fue calibrado con un iluminador D65 y un observador estándar D10. Se tomaron 15 mediciones en diversas áreas de la muestra y se promediaron los resultados para obtener un valor representativo del color.

2.2.8 Análisis estadístico

Se utilizó un análisis ANOVA para establecer el efecto que tiene la adición de las harinas en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur. Los datos se procesaron y analizaron con el programa Infostat. Se aplicó una prueba de Tukey al 95 % de confianza cuando existen diferencias significativas entre las muestras de yogur (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021).

2.2.9 Hipótesis

- **Ho:** La adición de harina de achira y la oca roja no afectan las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, consistencia y viscosidad del yogur.
- **Ha:** La adición de harina de achira y la oca roja afectan las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, consistencia y viscosidad del yogur.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis preliminares

Previo a la producción del yogur se llevó a cabo un análisis fisicoquímico de la leche entera cruda como materia prima. Los parámetros analizados se encontraron dentro del rango establecido por la norma NTE INEN 9 (2012) y los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados del análisis fisicoquímico de la leche cruda.

Parámetro	Leche Entera
Grasa (%)	3,63
Sólidos no grasos (%)	8,2
Densidad (kg/m ³)	1028
Proteínas (%)	2,96

3.2 Concentración óptima de harinas

Las harinas de cultivos andinos presentan distintos comportamientos al ser utilizadas en la producción de yogur. Por esta razón se realizaron pruebas preliminares con el objetivo de identificar la concentración óptima de estas harinas para obtener el gel característico de las leches fermentadas, sinéresis y la viscosidad. Durante las pruebas, se mantuvieron constantes parámetros como la temperatura, el pH y el tiempo de incubación para las tres concentraciones utilizadas. En la tabla 4 se presenta los resultados de la evaluación cualitativa de las muestras en función de los parámetros antes mencionados y se clasifican como: (-) baja capacidad, (+) capacidad moderada y (++) buena capacidad. Los resultados permiten evidencia que el yogur desarrollado con harina de achira y oca roja presentaron una mejora gradual en la formación del gel característico y la viscosidad a medida que aumentaba la concentración, no se observó la aparición de sinéresis en ninguna de las muestras analizadas. Los resultados permiten evidenciar que las harinas de achira y oca roja en adición de 0,9 % mostraron los mejores resultados.

Estos resultados corresponden con los reportados por Dantas et al. (2022) en un yogur con la incorporación de harina de Xique-Xique (*Polisocereus gounellei*), los resultados mostraron que, a mayor concentración de harina, la viscosidad se incrementó. Asimismo, la investigación de Froiio, Cristiano, Mancuso, Iannone, y Paolino (2020) mostraron que las concentraciones más altas empleadas de harina de semilla de algarroba permitió obtener un yogur con una buena estabilidad y adecuada gelificación y viscosidad.

Tabla 4. Evaluación cualitativa de las muestras de yogur.

Muestras	Concentración	Formación de Gel	Sinéresis	Viscosidad
Achira	0,3	-	-	-
Achira	0,6	+	-	+
Achira	0,9	++	-	++
Oca roja	0,3	-	-	-
Oca roja	0,6	+	-	+
Oca roja	0,9	++	-	++

Nota. (-) baja capacidad, (+) capacidad moderada, (++) buena capacidad

3.3 Análisis proximal del yogur entero con la adición de harinas de cultivos andinos.

Los resultados obtenidos del análisis proximal en base a los diferentes parámetros analizados de las muestras de yogur de achira y yogur oca roja entero se observaron diferencias significativas en los parámetros analizados ($p < 0,05$) entre las distintas muestras como se muestra en la en la Tabla 5. Con relación a la humedad se observa que el yogur de achira presenta el valor más alto en comparación con el yogur de oca roja, sin embargo, el yogur control es el que más contenido de humedad presenta de las tres muestras. De hecho, los resultados obtenidos en este estudio muestran valores aún más altos en comparación con los informados por Y. García, Meriño, Morales, Cassiani, y Alcalá (2021), quienes reportaron un contenido de humedad del 76,17 % para la muestra de yogur con inclusión de harina de bleado, es importante tomar en consideración que este valor de humedad se obtuvo con una concentración de harina al 20 % en comparación con otros tratamiento del 10 y 15 % respectivamente, asimismo, en el estudio de Pérez, Sánchez, Sánchez, y Salazar (2022), el yogur de

harina de melloco mostró un contenido de humedad de 79,55 %, valores inferiores a los obtenidos en esta investigación, uno de los factores que afectan a la variación de humedad es la cantidad de sólidos totales de las materias primas utilizadas en la elaboración del yogur, en este caso la harina de achira contiene un 30 % de sólidos totales mientras que la harina de oca roja presenta un 20 % de sólidos totales, lo que representa que el yogur a base de harina achira tiene una mayor retención de agua en comparación de la oca roja, debido a que probablemente en el contenido de sólidos se presenta fibra y almidón, componente característico por su capacidad de absorción de agua, por otro lado, la humedad alta en la muestra control podría atribuirse a que en la muestra no se encuentran sólidos totales que le aporta la inclusión de harinas para la elaboración del mismo (Chen et al., 2023).

En términos de contenido proteico se observó que los yogures desarrollados con harinas de cultivos andinos tienen valores superiores a la muestra control. Esto se debe a la cantidad de proteína que contienen las harinas de achira y oca roja. Estudios similares muestran que la inclusión de harinas de cultivos andinos en la elaboración de productos lácteos incrementa alrededor del 1,5 % al valor final del contenido proteico de los mismo (Ityotagher, 2020), de igual manera Esteves et al. (2020) en el yogur elaborado con la adición de harina de sorgo al 1 % presenta un valor del 3,1 %, así como Villamil et al. (2023) señalan que en el yogur con harina de calabaza tubo un valor de 3,0 % en el contenido de proteína en comparación al control, estos valores se encuentran similares a los obtenidos en este trabajo de investigación.

Con respecto a la fibra, aunque se observaron diferencias significativas, los valores encontrados son más bajos en comparación con los mencionados por Chen et al. (2023) en su estudio sobre la incorporación de fibra de soya en la elaboración de yogur esta diferencia se encuentra asociada a la materia prima utilizada como tal, pero en el estudio realizado por Benmeziane et al. (2021) el uso de harina de lenteja en la elaboración de yogur fue de 2,25 g, valor similar a los obtenidos en el yogur de achira y de oca roja, estos valores se encuentran relacionados con lo mencionado por Salazar, Arancibia, Ocaña, Rodríguez, et al. (2021) en donde mencionan que la cantidad de fibra de achira y de oca oscilan entre los 2 a 3 g, es importante mencionar que el porcentaje igual o superior a 1,5 g de fibra dietética se considera como un alimento

funcional, que si bien existen diferencias, las muestras de yogur de achira y oca roja formarían parte de este grupo de alimentos, debido a que ambas muestras presentan un valor de 2,5 g y 2,10 g respectivamente (Villamil et al., 2020).

Con relación al contenido de grasa se observa que existen diferencias significativas entre las muestras. El yogur con harina de achira mostró el contenido de grasa más elevado seguido por el yogur con harina de oca roja y finalmente el control. Esto se debe a la concentración de harina que se utilizó para la elaboración del yogur, ya que por sí solo la muestra control presentó un valor de 3,92 %, este valor se encuentra relacionado con lo obtenido en el análisis previo de la leche, sin embargo, al adicionar las harinas de achira y oca roja este valor incrementa probablemente por el aporte de las harinas. Estudios similares muestran que la adicción de harinas influye en el porcentaje final de grasa ya que al combinar se está elevando la cantidad de grasa del producto final, Vieira et al. (2022) dentro de su estudio con harina de lupino demuestra que al agregar diferentes concentraciones (2 %, 4 %, 6 %) se incrementa la cantidad de grasa en el yogur entero elaborado. De igual manera Alqahtani, Darwish, El-Menawy, Alnemr, y Aly (2021) afirman que, el agregar harina de avena al 1 % se evidenció que el yogur aumento su contenido de grasa en comparación al control.

Desde el punto de vista de Awuchi, Igwe, y Echeta (2019) definen que, el porcentaje de ceniza es la cantidad de calcinación de materia orgánica que tiene el alimento señalando un total de minerales que representa alrededor del 1 % de materia prima seca, con relación al porcentaje de cenizas según normativa AOAC 945.46. (2020), las muestras se encuentran del rango permitido, las muestras de yogur de achira y oca presentan una diferencia en comparación con el control, esta diferencia puede ser ocasionado por lo niveles de fósforo y potasio que contiene algunas harinas, Choquechambi et al. (2019) afirman que, estos valores de fósforo y potasio si influyen en los análisis ceniza cuando los cultivos andinos son utilizados como materia prima dentro de la elaboración de un alimento.

Las muestras de yogur de achira y oca roja presentan un contenido de carbohidratos mayor que la muestra de control, esta diferencia puede atribuirse al contenido de almidón que poseen las harinas (Gómez et al., 2019). Además, Caicedo, Bravo, y

Herrera (2020) afirman que, los carbohidratos se liberan al moler el tejido vegetal, los resultados obtenidos en el yogur de achira muestran que el contenido de carbohidratos es mayor que los otros dos tipos de yogur, estos valores se encuentran dentro del rango establecido por el CODEX ALIMENTARIUS (2011) el cual menciona que, un yogur entero elaborado con la adición de materia prima debe encontrarse en un rango de 3 a 4 % y que este rango va a depender del tipo de materia prima utilizada.

Los resultados de la composición proximal podrían atribuirse al hecho de que la Achira es un alimento con un alto porcentaje de nutrientes en comparación con otras raíces tuberosas, como la arracacha o la zanahoria blanca, y el camote amarillo. Según Yaruro, Suarez, De Francisco, Vásquez, y Diaz (2021), la achira se destaca principalmente por sus valores de proteína (>2 %), fibra (>1 %), y grasa (>3 %). Además, Anzola (2021) señala que tanto la achira como la oca, al ser alimentos cultivados bajo tierra, poseen la capacidad de absorber una mayor cantidad de nutrientes del suelo, siempre y cuando se les proporcione los cuidados necesarios durante el proceso de cultivo. Esta información podría explicar por qué los yogures con achira presentaron valores superiores en comparación con el grupo control.

El yogur con harina de achira presentó valores significativamente más altos en términos de calorías totales en comparación con las otras dos muestras, de acuerdo con Chamorro (2022) la cantidad de calorías totales se encuentra relacionado directamente con los componentes primarios de las materias primas (grasa, proteína, fibra y carbohidratos).

La actividad de agua no muestra diferencia significativa, la actividad de agua de 0,99 indica que los yogures contienen una gran cantidad de agua, López (2023) indica que un yogur entero debe tener una actividad de agua alrededor del 0,95, lo que permite garantizar la calidad y la durabilidad de los mismos, por otro lado, Kumar, Mu, y Ma (2020) argumenta en su estudio que al utilizar diferentes concentraciones (0,6 %, 0,8 %, 10 %) de harina de patata obtuvieron diferentes cantidades de actividad de agua en donde con la concentración al 10 % de harina de patata presentó un valor de 0,99, valor similar a los obtenidos en este estudio.

Tabla 5. Análisis proximal de las muestras de yogur.

Parámetros	Control	Yogur con harina de achira	Yogur con harina de oca roja
Humedad	88,21±0,20 ^a	87,44±0,60 ^{ab}	86,75±0,04 ^b
Proteína	2,93±0,03 ^b	3,20±0,17 ^a	3,11±0,18 ^a
Fibra	0,58±0,05 ^c	2,50±1,11 ^a	2,10±1,12 ^b
Grasa	3,92±0,05 ^c	4,50±0,05 ^a	4,05±0,05 ^b
Cenizas	0,55±0,12 ^a	0,58±0,13 ^a	0,56±0,02 ^a
Carbohidratos totales	1,77±0,60 ^b	3,80±0,30 ^a	3,44±0,16 ^a
Actividad de agua (a _w)	0,99±0,0005 ^a	0,99±0,0005 ^a	0,99±0,0007 ^a
Calorías (Kcal/100g)	56,92±0,12 ^c	66,85±0,20 ^a	64,16±0,20 ^b

Los resultados son la media ± desviación estándar. Los superíndices a,b y c señalan diferencia significativa entre los grupos de yogures por cada parámetro. Los parámetros con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

3.4 Estabilidad de pH, acidez y color

Los resultados de la evaluación de pH y acidez se muestran en la Figura 3 y 4 respectivamente. Los resultados del pH indican una disminución desde el día 0 hasta el día 21, este comportamiento podría estar asociado a la composición y al proceso mismo de elaboración del yogur. Este comportamiento se debe probablemente a la producción de ácido láctico durante la fermentación de la lactosa de la leche por las bacterias lácticas que se encontraron en el cultivo utilizado. Jovanović et al. (2020) señalaron que, el ácido de los yogures se debe a la presencia de ácidos naturales encargados de reducir el pH, en su estudio de yogures con harinas de orujo de manzana observaron que en el pH de la muestra control y los yogures fortificados hubo cambios durante el tiempo de almacenamiento.

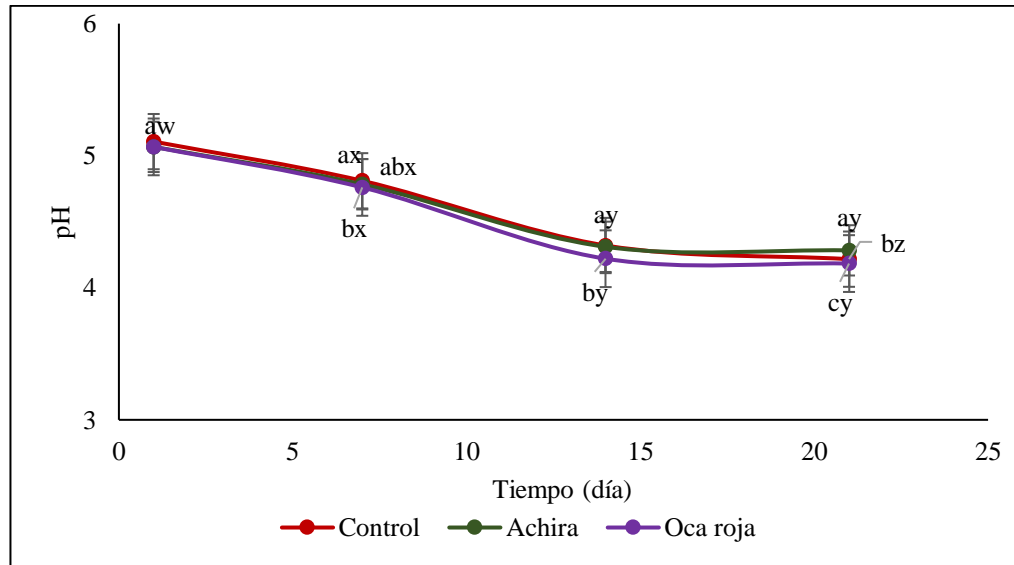


Figura 3. Evolución de pH en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p > 0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p > 0,05$).

Por otro lado, la acidez en correlación con el pH aumenta durante el tiempo de almacenamiento debido a la presencia de ácido láctico. Durante la fermentación del yogur, las bacterias lácticas presentes metabolizan los carbohidratos de la leche y generan ácido láctico como producto secundario. La concentración de ácido láctico es responsable de la reducción del pH del yogur, aportando su sabor característico y contribuyendo a su conservación. A medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, la fermentación continúa y se acumulan mayores cantidades de ácido láctico, lo que conduce a una disminución adicional del pH y un aumento en la acidez del yogur (Tavakoli, Habibi, y Mohebbi, 2019).

Montemurro, Verni, Rizzello, y Pontonio (2023) mencionan que, la reducción del pH y aumento del porcentaje de acidez durante el almacenamiento es un proceso ampliamente reconocido en el yogurt y se conoce como "sobre acidificación". Un pH bajo y una alta acidez pueden tener un impacto en las características sensoriales del producto, teniendo en cuenta las preferencias de los consumidores que buscan una acidez menor y una consistencia más espesa en los yogures comerciales.

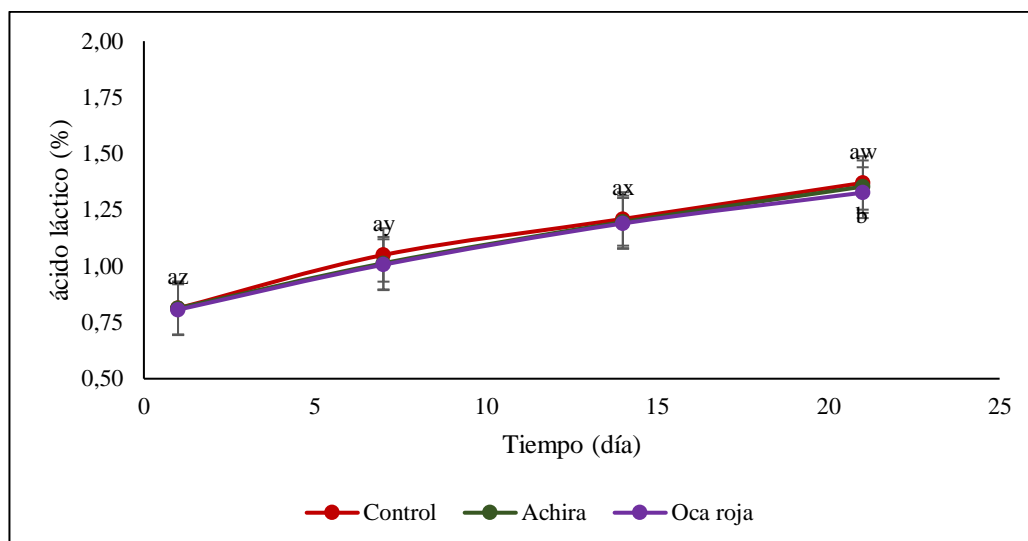


Figura 4. Evolución de acidez en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p > 0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p > 0,05$).

La estabilidad de color en los parámetros L^* (luminosidad), a^* (rojos) y b^* (amarillos) se muestran en las Figuras 6, 7, 8. La luminosidad hace referencia al grado de claridad o de intensidad que los alimentos muestran en la determinación de los parámetros de color (Hiroshi, Guemra, y Bosso, 2020). Los resultados muestran variación en la luminosidad a lo largo del tiempo en las diferentes muestras de yogur. En particular, se registra un valor máximo de 85,07 en el día 21 de almacenamiento, correspondiente a la muestra de yogur de oca roja. El aumento en la luminosidad del yogur de oca roja puede atribuirse a la presencia de carotenoides y compuestos fenólicos que se puede encontrar en la oca roja (Castañeta, Castañeta, y Peñarrieta, 2022). Los resultados del estudio desarrollado por Raza et al. (2022) revelaron que, la incorporación de polvo de garbanzos tostados en la elaboración de yogur generó un aumento leve en la luminosidad en comparación con la muestra control. El aumento en la luminosidad también se atribuye a la presencia de fibra, proteínas y almidones presentes de forma natural en el polvo de garbanzos tostados molidos con bolas. En el día 7 de almacenamiento se observa un descenso de la luminosidad en la muestra de yogur de achira, esta variación se puede atribuir a varios factores, uno de ellos puede ser debido

a que la achira contiene la enzima polifenoles oxidasas responsables del pardeamiento enzimático (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021)

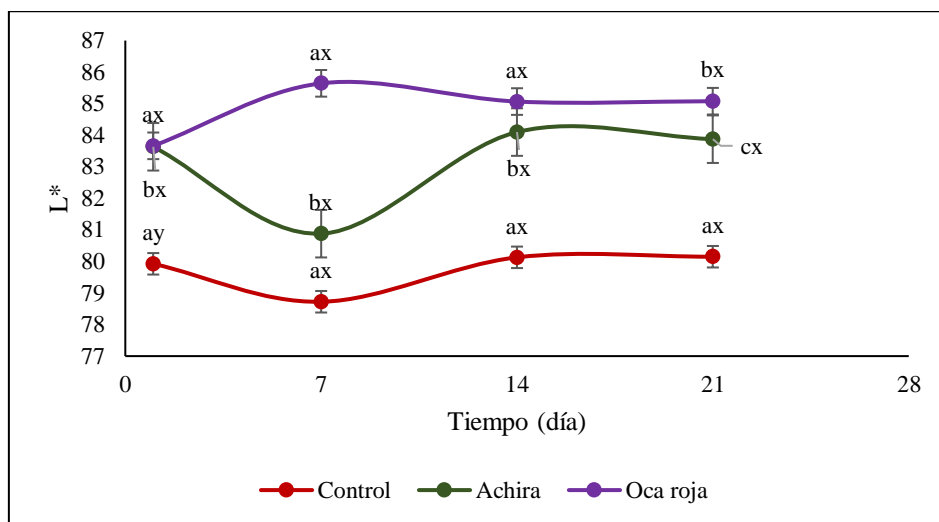


Figura 5. Evolución del parámetro de luminosidad (L^*) en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p > 0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p > 0,05$).

En la Figura 6 se presenta la evolución de los tonos rojos (a^*) en las muestras a lo largo del tiempo de almacenamiento. Se observa un incremento significativo en los tonos verdes en el día 21 del almacenamiento, el yogur con harina de achira es el que muestra una mayor tendencia a esta tonalidad. Con respecto a estos resultados, el estudio realizado por Kang y Kim (2022) respalda esta observación al demostrar que el aumento en los tonos verdes puede atribuirse a la presencia de compuestos específicos de la harina de achira y de la oca roja. Es importante señalar que la tendencia a tonalidades verdes en el parámetro a^* se debe a la presencia de clorofila tanto para la achira y oca roja, estudios en el desarrollo de yogur con la adición de harinas de quinua, patata, lupino muestran datos similares a los presentados en la figura 6, Schneider, Molina, Alvarez, Staffolo, y Deladino (2022) afirman que, el yogur elaborado con adición de las harinas antes mencionada tiene tendencia a colores verdes debido a la exudación del suero de leche.

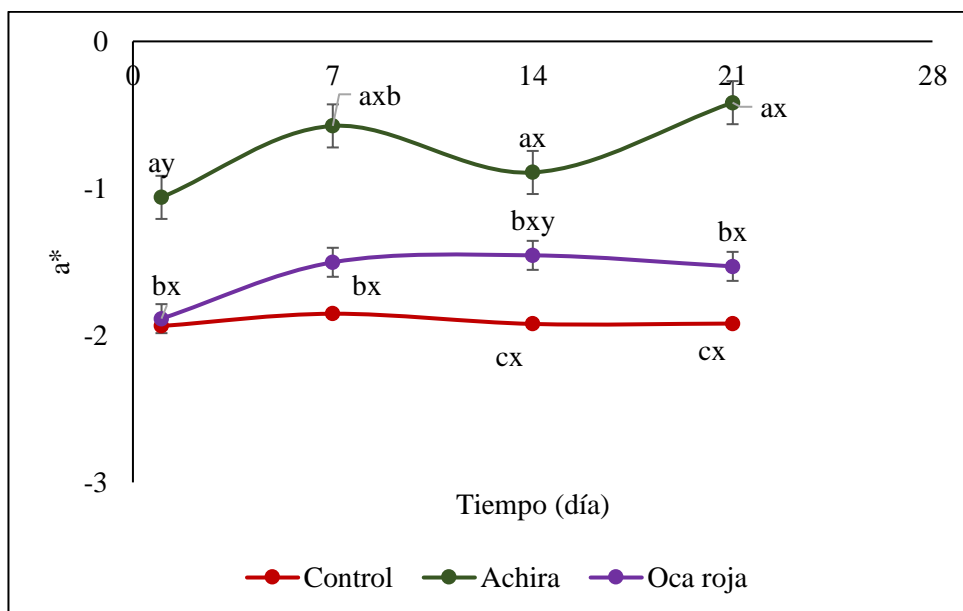


Figura 6. Evolución del parámetro a^* (rojos) en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p > 0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p > 0,05$).

En la Figura 7 se muestran los resultados de la estabilidad del tono amarillo en las muestras de yogur. Se observa una tendencia hacia tonalidades amarillas en todas las muestras, lo cual puede explicarse por los componentes como carotenoides, luteína y la zeaxantina que tienen las harinas y que son los responsables de brindar el color amarillento a las harinas utilizadas como materias primas en este estudio (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021). Estos resultados coinciden con los reportados en el estudio de Kaur, Lyu, Sharkie, Ajlouni, y Ranadheera (2020) que, han demostrado que la harina de garbanzos cuenta con características visuales distintivas, presentando un color amarillo verdoso.

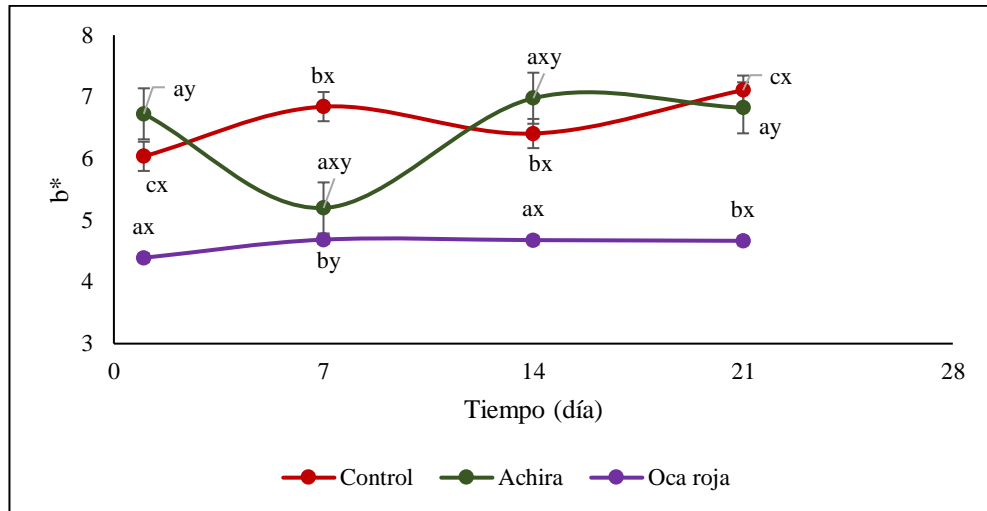


Figura 7. Evolución del parámetro b^* (amarillos) en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos; valores de medias \pm desviación estándar; letras (a, b, c) presentan diferencia significativa por muestra en el tiempo ($p > 0,05$), letras (w, y, z) presentan diferencia significativa entre muestras al mismo tiempo ($p > 0,05$).

3.5 Efecto de las harinas de cultivos andinos en las propiedades reológicas del yogur entero

Viscosidad

En la Tabla 6 se muestran los valores del índice de comportamiento del flujo (η) y el coeficiente de correlación de las diferentes muestras de yogur analizadas. Se aplicó el modelo de la ley de la potencia de Ostwald de Waele, donde se pudo observar que el índice de comportamiento de las muestras es menor a 1 ($\eta < 1$) lo que señala que estas muestras tienen un comportamiento de fluido no newtonianos con comportamiento pseudoplástico. Los hallazgos del estudio realizado por Mendoza, Guerrero, y Herrera (2021) respaldan el hecho que la viscosidad aparente de un fluido disminuye a medida que aumenta el esfuerzo cortante, lo cual indica una clasificación como fluido pseudoplástico. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Alkobeisi, Varidi, Varidi, y Nooshkam (2022) quienes observaron que, la inclusión de harinas en la elaboración del yogur mejoró su viscosidad y redujo la sinéresis, es decir, la separación de fases. Además, Pang et al. (2019) quienes analizaron 270 yogures, encontraron que la inclusión de almidones en general en el yogur aumentó su comportamiento pseudoplástico, lo cual se asoció con una mayor aceptabilidad del producto.

Tabla 6. Parámetros reológicos acorde a la aplicación del modelo de ley de potencia de Ostwald de Waele.

Muestra	Ecuación	Coefficiente de correlación
control	$\eta = 2030,1\gamma^{-0,931}$	0,9892
Yogur con harina de achira	$\eta = 2189,8\gamma^{-0,890}$	0,9963
Yogur con harina de oca roja	$\eta = 1558,8\gamma^{-0,855}$	0,9877

El yogur, al ser un fluido no newtoniano, presenta cambios en su viscosidad cuando se modifica la velocidad de cizallamiento. Según la investigación llevada a cabo por D. García, Bello, Flores, y Tovar (2019), se pudo apreciar esta tendencia en la viscosidad a medida que se incrementaba la velocidad y el tiempo de rotación del rotor en el viscosímetro durante todos los días de análisis. La Figura 8 muestra que durante el cizallamiento de los yogures se observa una disminución en su viscosidad. Esta variación en la viscosidad puede ser resultado de múltiples factores, como la temperatura, el contenido de grasa y proteína, así como la cantidad de cultivos empleados en la producción del yogur. Estos resultados son consistentes con el estudio llevado a cabo por Dabija et al. (2019) encontró que, la viscosidad del yogur disminuye a medida que se incrementa la tasa de corte debido al fenómeno de adelgazamiento por corte. Además, en su estudio, la adición de harina de trigo sarraceno resultó en una mejor viscosidad en comparación con la muestra sin la adición de ningún polvo vegetal. También se observó que la zanahoria y la harina de topinambur, que tienen un contenido proteico bajo pero alto en oligosacáridos con fructosa, produjeron un gel con una viscosidad alta pero menor que la adición de polvo de trigo sarraceno, que tiene un mayor contenido de proteína (Dong et al., 2022).

Además de los hallazgos previamente mencionados, el estudio realizado por Pérez et al. (2022) encontraron un comportamiento pseudoplástico típico en sus muestras de yogur con harina de melloco. Este comportamiento se caracterizó por una disminución progresiva en la viscosidad durante los días posteriores al almacenamiento. Se plantea la posibilidad de que esta reducción en la viscosidad esté vinculada con la disminución del pH y el incremento de la acidez en el yogur, lo cual a su vez genera sinéresis en el

producto. Los resultados obtenidos en el estudio realizado por Pérez et al. (2022) demostraron que, las muestras de yogur analizadas presentaron características propias de fluidos no newtonianos, evidenciando una variación en su viscosidad en función del tiempo. Esta observación es coherente con los datos presentados en la Tabla , donde se registraron los valores del índice de comportamiento del flujo (η) y el coeficiente de correlación para las distintas muestras de yogur analizadas.

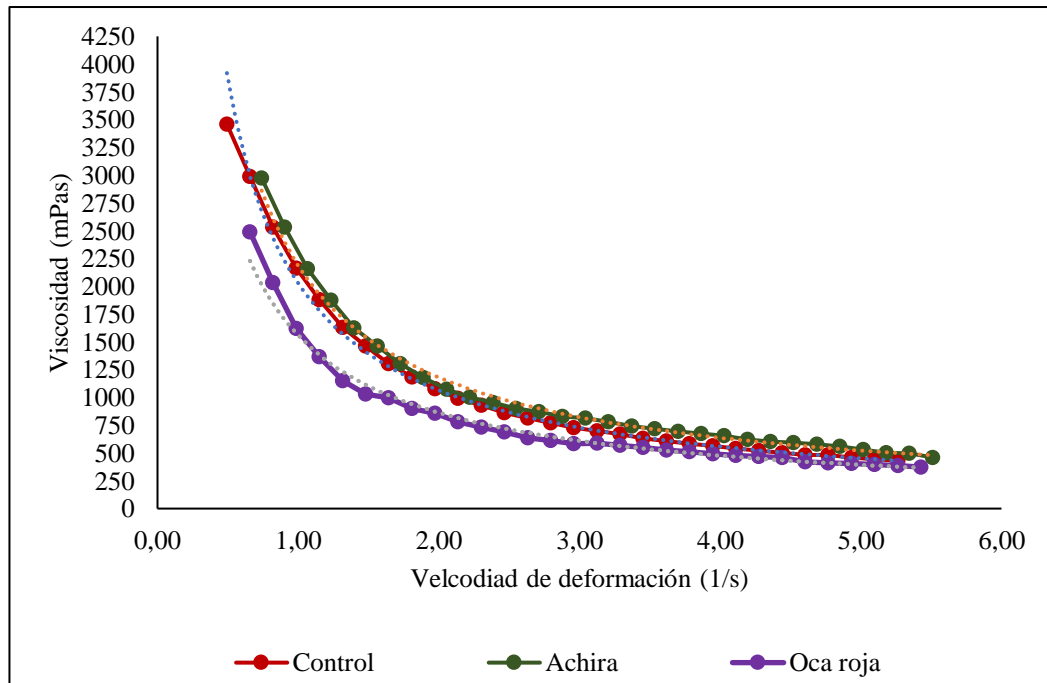


Figura 8. Viscosidad en las muestras de yogur entero con adición del 0,9 % de harinas de los cultivos andinos durante 21 días de almacenamiento a 4 °C.

Consistencia

En la Tabla 7 se presentan los valores de consistencia obtenidos mediante el uso del consistómetro Bostwick para diferentes muestras de yogur. Los resultados indican que la muestra de control presenta una consistencia de 21,5 unidades en el consistómetro Bostwick, mientras que las muestras de yogur achiran y yogur oca roja muestran consistencias menores, con valores de 18,6 y 18,1 unidades, respectivamente. Estos valores indican que las muestras de yogur tienen una consistencia similar, siendo la muestra de control ligeramente más espesa en comparación con las otras dos, y contar con una temperatura de 7,3. Guénard, Villeneuve, St-Gelais, y Turgeon (2020) reportan que, la consistencia del yogur puede ser modificada por la temperatura de incubación, ya que a temperaturas más bajas se observa un mayor impacto en este parámetro. Por

lo tanto, para lograr una textura mejorada en el yogur, es importante controlar el cambio en la viscosidad teniendo en cuenta tanto el tiempo como la temperatura de incubación. Sin embargo, el estudio de Mongkontanawat y Khunphutthiraphi (2022) en el yogur de arroz negro germinado rehidratado encontraron que, la distancia de flujo de Bostwick se acortó mientras que la consistencia y la viscosidad aumentaron ya que dependían de la concentración de goma gellan que se añadía al yogur.

Tabla 7. Consistencias obtenidas del consistómetro Bostwick de las diferentes muestras de yogur entero.

Muestras	Consistencia	Tiempo (s)	Temperatura(°C)
Control	21,5	30	7,3
Yogur con harina de achira	18,6	30	8
Yogur con harina de oca roja	18,1	30	8

3.6 Análisis sensorial

Los resultados de los parámetros sensoriales se muestran en la Figura 9. Los parámetros como el color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad mostraron que el yogur con mejor aceptabilidad le corresponde al yogur de achira, probablemente debido a sus características organolépticas principalmente en el sabor y color, la achira al tener un porcentaje medio de azúcares y carotenoides permitió obtener un yogur más dulce y con una coloración agradable para el consumidor.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Roldán (2023) en un estudio en el que, se sustituyó parcialmente el jarabe de achira y de caña de azúcar para la preparación de yogur con probióticos, y encontró que el yogur de achira obtuvo una mayor aceptabilidad en comparación con el yogur de caña de azúcar. Por otro lado, Shaheryar et al. (2023) encontró que, la aceptabilidad del yogur enriquecido con almidón de papa china variaba según la concentración de harina y el tiempo de almacenamiento. Se encontró asociación entre la aceptabilidad del producto y sus características sensoriales, como el sabor, aroma y color. En otros estudios, como el de Vieira et al. (2022) que reportan los resultados del yogur enriquecido con harina de lupino observaron similitudes en los atributos sensoriales en comparación con el yogur

de control. Sin embargo, el yogur con harina de lupino exhibió un mayor sabor a suero, amargo y regusto, características que no son comunes en los yogures.

La evaluación de los parámetros sensoriales en diferentes investigaciones ha demostrado que la aceptabilidad de los yogures puede variar según la adición de diferentes harinas y otros ingredientes (Salazar, Arancibia, Silva, et al., 2021). Las características sensoriales, como el sabor, aroma, color y textura, juegan un papel importante en la aceptabilidad del producto final. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar los aspectos sensoriales al desarrollar y mejorar la calidad de los yogures enriquecidos con ingredientes adicionales.

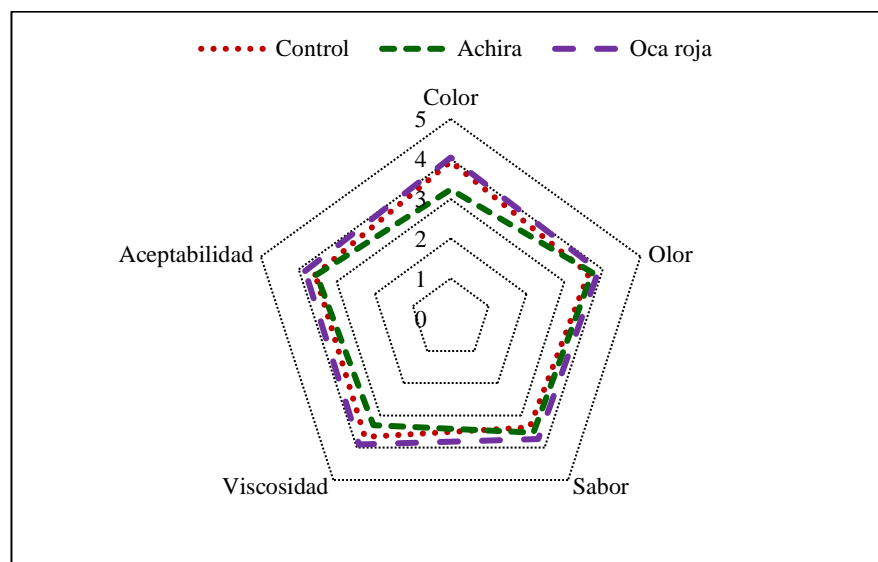


Figura 9. Parámetros sensoriales de las muestras de yogur control y de los yogures de achira y oca roja al 0,9 %.

3.7 Verificación de hipótesis

Tras el análisis estadístico respectivo se puede afirmar que se acepta la hipótesis alternativa, ya que la inclusión de harinas de achira y oca en la elaboración del yogur si afectaron las propiedades fisicoquímicas, reológicas, sensoriales del yogur entero.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se estableció que la concentración adecuada de harinas de cultivos andinos para la producción de yogur entero. Mediante análisis cualitativo se determinó que la concentración óptima para lograr una buena formación del gel, ausencia de sinéresis y una viscosidad adecuada fue del 0,9 % de harina de achira y oca roja. Esta concentración demostró ser la más estable y favorable para obtener un yogur de alta calidad.
- Mediante el análisis de los parámetros de composición proximal permitieron establecer que el yogur elaborado con harina de achira presentó valores óptimos para mejorar la composición nutricional del yogur, los parámetros fisicoquímicos como el pH y acidez describen un comportamiento similar a la producción de este tipo de leches fermentadas. Los parámetros de viscosidad mostraron que el yogur con achira tiene una mayor viscosidad en comparación con el yogur de oca roja pero esta viscosidad es similar al control, esto se pudo confirmar con las mediciones de consistencia que se realizaron en las muestras de yogur.
- Los consumidores mostraron preferencia por el yogur de achira, este producto presenta atributos como color, olor, sabor y textura más agradables en comparación del yogur de oca roja los mismos se encuentran categorizados como sensaciones globales ya que brindan una sensación completa al consumidor al degustar el yogur, en cuanto a los parámetros de evaluación se puede concluir que el yogur de achira tiene una mayor posibilidad de competir en el mercado lácteo.

4.2 RECOMENDACIONES

- Evaluar el uso completo de los cultivos andinos, se podría incluir la piel como ingrediente con un porcentaje alto de fibra y que podría aportar al desarrollo de alimentos.

- En la elaboración del yogur se recomienda evaluar el uso de conservantes ecológicos para alargar la vida útil de los mismos y fruta para edulcorar de alguna manera el yogur y evitar el efecto negativo que produce un producto sin edulcorantes naturales o artificiales.

MATERIAL DE REFERENCIA

- Alkobeisi, F., Varidi, M., Varidi, M., & Nooshkam, M. (2022). Quinoa flour as a skim milk powder replacer in concentrated yogurts: Effect on their physicochemical, technological, and sensory properties. *Food science & nutrition*, *10*(4), 1113-1125. doi: 10.1002/fsn3.2771
- Alqahtani, N., Darwish, A., El-Menawy, R., Alnemr, T., & Aly, E. (2021). Textural and organoleptic attributes and antioxidant activity of goat milk yoghurt with added oat flour. *International Journal of Food Properties*, *24*(1), 433-445. doi: 10.1080/10942912.2021.1900237
- Anzola, R. (2021). *Evaluación del efecto del secado solar en las características fisicoquímicas del almidón de Achira (Canna indica)*. (Tesis para optar por el título de Magíster en Ingeniería), Universidad Nacional de Colombia, Retrieved from <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81368/1015452862.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Andrade-Mahecha, M. M., Tapia-Blácido, D. R., & Menegalli, F. C. (2012). Physical–chemical, thermal, and functional properties of achira (*Canna indica* L.) flour and starch from different geographical origin. *Starch - Stärke*, *64*(5), 348-358. doi: 10.1002/star.201100149
- AOAC 101.92. (2005). Determinación de Carbohidratos totales
- AOAC 711.02.023. (2015). Determinación de la humedad en alimentos (Método de estufa). 6.
- AOAC 945.46. (2020). Ceniza de leche. Método gravimetría.
- AOAC 985.29. (2019). Determinación de la fibra dietética (método gravimetría enzimático) 20.
- AOAC 991.2. (2019). Determinación de proteínas (Kjeldahl). 20.

- Awuchi, C., Igwe, V., & Echeta, C. (2019). The functional properties of foods and flours. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5(11), 139-160.
- Balza, M. (2019). El consumo de la leche en España.
- Benmeziame, F., Raigar, R., Ayat, N., Aoufi, D., Djermoune, L., & Chala, A. (2021). Lentil (*Lens culinaris*) flour addition to yogurt: Impact on physicochemical, microbiological and sensory attributes during refrigeration storage and microstructure changes. *LWT*, 140, 110793. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110793>
- Bradbury, E. J., & Emshwiller, E. (2011). The role of organic acids in the domestication of *Oxalis tuberosa*: a new model for studying domestication resulting in opposing crop phenotypes. *Economic Botany*, 65(1), 76-84.
- Cabrera, Z., Gómez, C., & Chávez, M. (2020). Effect of dual chemical modification on the properties of biodegradable films from achira starch. *Revista de ciencia aplicada de polímeros*, 137, 1-10. doi: <https://doi.org/10.1002/app.49411>
- Caicedo, G., Bravo, M., & Herrera, J. (2020). Evaluación de tres cultivares de achira (*Canna edulis* Ker) con periodo vegetativo corto y alta producción de almidón, para las zonas marginales de café en el Departamento del Huila. *Ingeniería y Región*, 24, 99-104.
- Capcanari, T., Chirsanova, A., Covaliov, E., & Siminiuc, R. (2021). Development of Lactose Free Yogurt Technology for Personalized Nutrition. *Food and Nutrition Sciences*, 12(11), 1116-1135. doi: 10.4236/fns.2021.1211082
- Carhuallay, O., Cerna, E., Polo, J., Sandoval, E., & Salvador, D. (2020). Efecto de la concentración de hipoclorito de sodio y tiempo de oxidación sobre el grado de sustitución de grupos carboxilo, índice de absorción de agua y temperatura de gelatinización de almidón de Achira (*Canna edulis* Ker). *Agroindustrial Science*, 10(2), 165-173. doi: <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.02.07>

- Carrasco, G., & López, Y. (2023). Tarea de clasificación en el análisis sensorial de productos alimenticios: una revisión. *Journal of Neurocience and Public Health, 1*.
- Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, M. (2022a). Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de oxalis tuberosa, “oca” cultivados en Bolivia. *Revista Boliviana de Química, 39*(2), 44-45. doi: 10.34098/2078-3949.39.2.3
- CODEX ALIMENTARIUS. (2011). Leche y Productos Lácteos (pp. 265).
- Chamorro, J. (2022). Valor energético.
- Chen, B., Zhao, X., Cai, Y., Jing, X., Zhao, M., Zhao, Q., & Van der Meeren, P. (2023). Incorporation of modified okara-derived insoluble soybean fiber into set-type yogurt: Structural architecture, rheological properties and moisture stability. *Food Hydrocolloids, 137*, 108413-108413. doi: 10.1016/j.foodhyd.2022.108413
- Choquechambi, L., Callisaya, I., Ramos, A., Bosque, H., Mújica, A., Jacobsen, S., . . . Leidi, E. (2019). Assessing the Nutritional Value of Root and Tuber Crops from Bolivia and Peru. *Foods, 8*(11), 526.
- Dabija, A., Codină, G., Ropciuc, S., & Stroe, S. (2019). Studies regarding the production of a novel yogurt using some local plant raw materials. *Journal of Food Processing and Preservation, 43*(6), e13826-e13826. doi: 10.1111/jfpp.13826
- Dantas, D., Viera, V., Soares, J., Dos Santos, K., Egito, A., Figueirêdo, R., . . . Oliveira, M. (2022). Pilosocereus gounellei (xique-xique) flour: Improving the nutritional, bioactive, and technological properties of probiotic goat-milk yogurt. *LWT, 158*, 113165-113165. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113165
- Delgado, Y., Rodríguez, E., & Velázquez, J. (2019). Salud y cultura alimentaria en México. *Revista Digital Universitaria, 20*(1).

- Dong, R., Liao, W., Xie, J., Chen, Y., Peng, G., Xie, J., . . . Yu, Q. (2022). Enrichment of yogurt with carrot soluble dietary fiber prepared by three physical modified treatments: Microstructure, rheology and storage stability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102901. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102901>
- Esteves, F., Pontelo, J., Viera, A., Silva, E., Melo, V., Veiga, V., & Ferreira, A. (2020). Greek yogurt with added sorghum flours: antioxidant potential and sensory acceptance. *Revista chilena de nutrición*, 47(2), 272-280. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000200272>
- Estrada, K. (2020). *Producción y obtención de almidón de achira *Canna edulis* con fines comerciales en el municipio de Algeciras Huila*. (Tesis de postgrado Ingeniería Agronómica), Universidad de La Salle. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/195/
- Estrada, M. (2012). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos* Vol. 1. Retrieved from https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf
- Froio, F., Cristiano, M., Mancuso, A., Iannone, M., & Paolino, D. (2020). Vegetable-Milk-Based Yogurt-Like Structure: Rheological Properties Influenced by Gluten-Free Carob Seed Flour. *Applied Sciences*, 10(19), 6963-6963. doi: 10.3390/app10196963
- Fuente, M. (2020). *Biología Alimentaria: Industrias Lácteas I, fabricación de yogur*.
- García, D., Bello, L., Flores, P., & Tovar, J. (2019). Extruded Unripe Plantain Flour as an Indigestible Carbohydrate-Rich Ingredient. *Frontiers in nutrition*, 6(2). doi: 10.3389/fnut.2019.00002

- García, Y., Meriño, L., Morales, N., Cassiani, M., & Alcalá, L. (2021). Efecto de la inclusión de hojas de amaranto (*Amaranthus dubius*) en las propiedades de un yogurt frutado. *INGE CUC*, *17*(1), 340-350.
- Gómez, C., Castro, J., Rangel, E., Navarro, R., Cabrera, Z., Díaz, L., . . . Falfan, R. (2019). A modified Achira (*Canna indica* L.) starch as a wall material for the encapsulation of Hibiscus sabdariffa extract using spray drying. *Food Research International*, *119*, 547-553. doi: 10.1016/j.foodres.2018.10.031
- Guardia, S. (2020). *Gastronomía peruana: Cátedra UNESCO Patrimonio Cultural y Turismo Sostenible de la Universidad de San Martín de Porres*.
- Guénard, V., Villeneuve, S., St-Gelais, D., & Turgeon, S. (2020). Relationship between smoothing temperature, storage time, syneresis and rheological properties of stirred yogurt. *International Dairy Journal*, *109*, 104742-104742. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104742
- Gutierrez, J., & Chauca, R. (2022). Comparación teórica del proceso de elaboración del yogurt frutado. *CIPyCOS*, *1*(2), 51-59.
- Hermes, R. (2023). Correlação entre as propriedades sensoriais e físico-químicas de bebida láctea fermentada sabor morango.
- Hiroshi, H., Guevara, S., & Bosso, A. (2020). Protein and glucose reduction by Maillard reaction in milk with hydrolyzed lactose. *Revista Chilena Nutrición*, *47*(1), 14-21. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000100014>
- INEC. (2022). Ficha Técnica de Agricultura Oca Roja (*Oxalis tuberosa*). from https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01599. 99.01
- Ityotagher, A. (2020). Physiochemical composition, sensory properties and keeping quality of functional yoghurt produced from milk-soy flour blends. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, *1*(1), 5-12.

- Jovanović, M., Petrović, M., Miočinović, J., Zlatanović, S., Laličić, J., Mitić, D., & Gorjanović, S. (2020). Bioactivity and Sensory Properties of Probiotic Yogurt Fortified with Apple Pomace Flour. *Foods*, 9(6), 763-763. doi: 10.3390/foods9060763
- Kang, K., & Kim, H. (2022). Antioxidant Activity and Quality Properties of Yogurt with Black Rice Flour. *Resources Science Research*, 4(1), 21-29. doi: 10.52346/rsr.2022.4.1.21
- Karagiannis, D., Hatzithomas, L., Fotiadis, T., & Gasteratos, A. (2022). The Impact of Brand Awareness and Country of Origin in the Advertising Effectiveness of Greek Food Products in the United Kingdom: The Case of Greek Yogurt. *Foods*, 11(24), 4019-4019. doi: 10.3390/foods11244019
- Kaur, M., Lyu, F., Sharkie, T., Ajlouni, S., & Ranadheera, C. (2020). Probiotic Yogurt Fortified with Chickpea Flour: Physico-Chemical Properties and Probiotic Survival during Storage and Simulated Gastrointestinal Transit. *Foods*, 9(9), 1144-1144. doi: 10.3390/foods9091144
- Kavas, N. (2022). Functional probiotic yoghurt production with royal jelly fortification and determination of some properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100519. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100519>
- Kumar, D., Mu, T., & Ma, M. (2020). Effects of potato flour on dough properties and quality of potato-wheat-yogurt pie bread. *Nutrition & Food Science*, 50(5), 885-901. doi: 10.1108/NFS-05-2019-0158
- Leidi, E., Altamirano, A., Mercado, G., Rodriguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., . . . Jacobsen, S. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of functional foods*, 51, 86-93.
- López, J. (2023). Control de la actividad de agua en alimentos fermentados para evitar el crecimiento de microorganismos

- Luziatelli, G., Alandia, G., Rodríguez, J. P., Manrique, I., Jacobsen, S.-E., & Sørensen, M. (2023). Chapter 6 - Ethnobotany of Andean minor tuber crops: tradition and innovation—Oca (*Oxalis tuberosa* Molina—Oxalidaceae), Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.—Tropaeoleaceae) and Ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas—Basellaceae). In M. Pascoli Cereda & O. François Vilpoux (Eds.), *Varieties and Landraces* (Vol. 2, pp. 79-100): Academic Press.
- Malice, M., Bizoux, J.-P., Blas, R., & Baudoin, J.-P. (2010). Genetic diversity of Andean tuber crop species in the in situ microcenter of Huanuco, Peru. *Crop science*, 50(5), 1915-1923.
- Mambuscay, B., López, J., & Rodríguez, G. (2022). Effect of fertilization on rhizome and starch yield of achira (*Canna edulis*, Ker) in Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 33, 15-29. doi: 10.15517/am.v33i3.48583
- Mazzaglia, A., Legarová, V., Giaquinta, R., Lanza, C., & Restuccia, C. (2020). The influence of almond flour, inulin and whey protein on the sensory and microbiological quality of goat milk yogurt. *LWT*, 124, 109138-109138. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109138
- Mendoza, R., Guerrero, S., & Herrera, B. (2021). Reología del yogur: efectos de las operaciones unitarias en el procesamiento y uso de aditivos. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 4(1), 151-163. doi: 10.37135/ns.01.07.09
- Mongkontanawat, N., & Khunphutthiraphi, T. (2022). Improved sensory acceptance and cytotoxicity to breast cancer cell line of instant germinated black rice yogurt supplemented with gellan gum. *Science Technology and Engineering Journal*, 8(1).
- Montemurro, M., Verni, M., Rizzello, C., & Pontonio, E. (2023). Design of a Plant-Based Yogurt-Like Product Fortified with Hemp Flour: Formulation and Characterization. *Foods*, 12(3), 485-485. doi: 10.3390/foods12030485
- NTE INEN 9, N. (2012). Leche cruda. Requisitos. (5), 1-7.

- NTE INEN 13, N. (2012). Determinación de la Acidez Titulable.
- NTE INEN 488. (2014). Leche. Determinación del contenido de grasa. Butirómetros gerber from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/nte_inen_iso_488.pdf
- NTE INEN 1500, N. (2011). Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.
- Ore, F., & Aguirre, L. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa*). Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *ALFA, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 4, 200-210. doi: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i12.84>
- Ortega, M., Mojica, S., Vergara, E., & Sotelo, P. (2020). Entomofauna asociada al cultivo de achira *Canna indica* (Cannaceae) en tres zonas de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(1).
- Pancorbo, M., Rondinel, F., Guevara, J., & Fernández, A. (2020). Los otros alimentos: plantas comestibles silvestres y arvenses en dos comunidades campesinas de los andes centrales del Perú. *Etnobiología*, 18(1), 8-36.
- Pang, Z., Xu, R., Luo, T., Che, X., Bansal, N., & Liu, X. (2019). Physiochemical properties of modified starch under yogurt manufacturing conditions and its relation to the properties of yogurt. *Journal of Food Engineering*, 245, 11-17. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.10.003
- Pérez, L., Sánchez, H., Sánchez, Á., & Salazar, D. (2022). Fortification of low-fat yogurt with melloco flour (*Ullucus tuberosus*): Physicochemical and rheological effects. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 22(115), 22041-22058. doi: 10.18697/ajfand.115.20870
- Ponce-Fuentes, F., Ponce-Fuentes, E., Muñoz, P., & García, J. (2023). Yogur tipo II con adición de pulpa de acaí (*Euterpe oleracea Mart*) edulcorado con *Stevia rebaudiana*. *Novasinergia*, 6(1), 36-49. doi: <https://doi.org/10.37135/ns.01.11.03>

- Raza, H., Ameer, K., Zaaboul, F., Shoaib, M., Zhao, C., Ali, B., . . . Zhang, L. (2022). Physicochemical, Rheological, & Sensory Characteristics of Yogurt Fortified with Ball-Milled Roasted Chickpea Powder (*Cicer arietinum* L.). *Food Science and Technology*, 42. doi: 10.1590/fst.61020
- Rodríguez-Couto, S. (2019). Research and Production of Ingredients Using Unconventional Raw Materials as Alternative Substrates. *Bioprocessing for Biomolecules Production*, 255-272.
- Rodríguez, G. (2019). *Alimentación y nutrición aplicada* Vol. 1. U. d. Bosque (Ed.) (pp. 622). Retrieved from https://www.google.com.ec/books/edition/Alimentaci%C3%B3n_y_nutrici%C3%B3n_aplicada/DBqvDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1
- Roldán, J. (2023). *Metabólica y fraccionamiento guiado por bioensayo: estrategias integradas para caracterizar los metabolitos bioactivos secretados por bacterias probióticas*. (Tesis Doctoral), Technische Universität München.
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021a). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador. *11*(9), 1693.
- Salazar, D., Arancibia, M., Silva, D. R., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Exploring the potential of andean crops for the production of gluten-free muffins. *Agronomy*, *11*(8), 1642.
- Sánchez, A. (2018). Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa. (Magíster en Tecnología de Alimentos), Universidad Técnica Ambato. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28254/1/08%20T.AL.pdf>
- Sansomchai, P., Sroynak, R., & Tikapunya, T. J. T. i. S. (2023). Powder Qualities of Foam-Mat Dried Mango. *20*(5), 5308-5308.

- Savaiano, D., & Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 79(5), 599-614. doi: 10.1093/nutrit/nuaa013
- Schneider, A., Molina, A., Alvarez, I., Staffolo, M., & Deladino, L. (2022). Application of betacyanins pigments from *Alternanthera brasiliana* as yogurt colorant. *LWT, Food Science and Technology*, 159, 113237. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113237>
- Shaheryar, M., Afzaal, M., Nosheen, F., Imran, A., Islam, F., Noreen, R., . . . Rasool, A. (2023). Functional exploration of taro starch (*Colocasia esculenta*) supplemented yogurt. *Food science & nutrition*, 11(6), 2697-2707. doi: 10.1002/fsn3.3358
- Soria, M., Bravo, B., Cermeño, E., & Ruiz, A. J. I. y. D. e. C. y. T. d. A. (2017). Elaboración de yogurt a base de soya enriquecido con quinoa y camote. 2, 410-416.
- Sultana, N., Akhi, S. S., HASSAN, M., & Rahman, M. O. (2019). Morphological and anatomical investigation among six variants of *Canna indica* L. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 26(2).
- Tanaka, N. (2004). The utilization of edible *Canna* plants in southeastern Asia and southern China. *Economic Botany*, 58(1), 112-114.
- Tavakoli, M., Habibi, M., & Mohebbi, M. (2019). Effect of the milk fat content and starter culture selection on proteolysis and antioxidant activity of probiotic yogurt. *Heliyon*, 5(2), e01204-e01204. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01204
- Velásquez, F., Bello, L., Yee, H., Alvarez, J., & Velezmoro, C. (2020). Effect of the OSA Esterification of *Oxalis tuberosa* Starch on the Physicochemical, Molecular, and Emulsification Properties. *Starch - Stärke*, 72(5-6), 1900305-1900305. doi: 10.1002/star.201900305
- Vieira, E., Styles, D., Sousa, S., Santos, C., Gil, A., Gomes, A., & Vasconcelos, M. (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, 100617-100617. doi: 10.1016/j.ijgfs.2022.100617

Villalva, M., & Inga, C. (2021). Saberes ancestrales gastronómicos y turismo cultural de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*(13), 129-142.

Villamil, R., Escobar, N., Romero, L. N., Huesa, R., Plazas, A., Gutiérrez, C., & Robelto, G. (2023). Perspectives of pumpkin pulp and pumpkin shell and seeds uses as ingredients in food formulation. *Nutrition & Food Science*, 53(2), 459-473. doi: <https://doi.org/10.1108/NFS-04-2022-0126>

Villamil, R., Robelto, G., Mendoza, M., Guzmán, M., Cortés, L., Méndez, C., & Giha, V. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de literatura. *Revista chilena de nutrición*, 47(6), 1018-1028. doi: 10.4067/S0717-75182020000601018

Xu, X., Li, T., Jia, J., Tang, H., Li, J., Zhao, Y., & Song, Y. (2021). Analysis of chemical components of Chinese medicine Ligustici Radix by achiral-chiral liquid chromatography-predictive multiple reaction monitoring. *Chinese Journal of Chromatography*, 39(6), 642-651. doi: 10.3724/SP.J.1123.2020.08024

Yaruro, N., Suarez, H., De Francisco, A., Vásquez, S., & Diaz, C. (2021). Physicochemical, thermal, microstructural and paste properties comparison of four achira (*Canna edulis* sp.) starch ecotypes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100380-100380. doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100380

Yugán, M., Mira, J., Paredes, V., & Erazo, F. (2020). Elaboration and characterization of goose flour from three varieties, (pumpkin, paucar, mestiza), for use in meat products *Revista Ciencia y Desarrollo*, 108-121. doi: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i2.1.1223>

Zamora, G. (2020). Valor nutrición de la Oca roja (*Oxalis tuberosa*).

Zamorán, M. (2020). Manual de procesamiento lácteo. *Agencia de Cooperación Internacional*, 1-57.

Zapata, L., & Aguilera, N. (2020). Composición nutricional de yogures.

ANEXOS

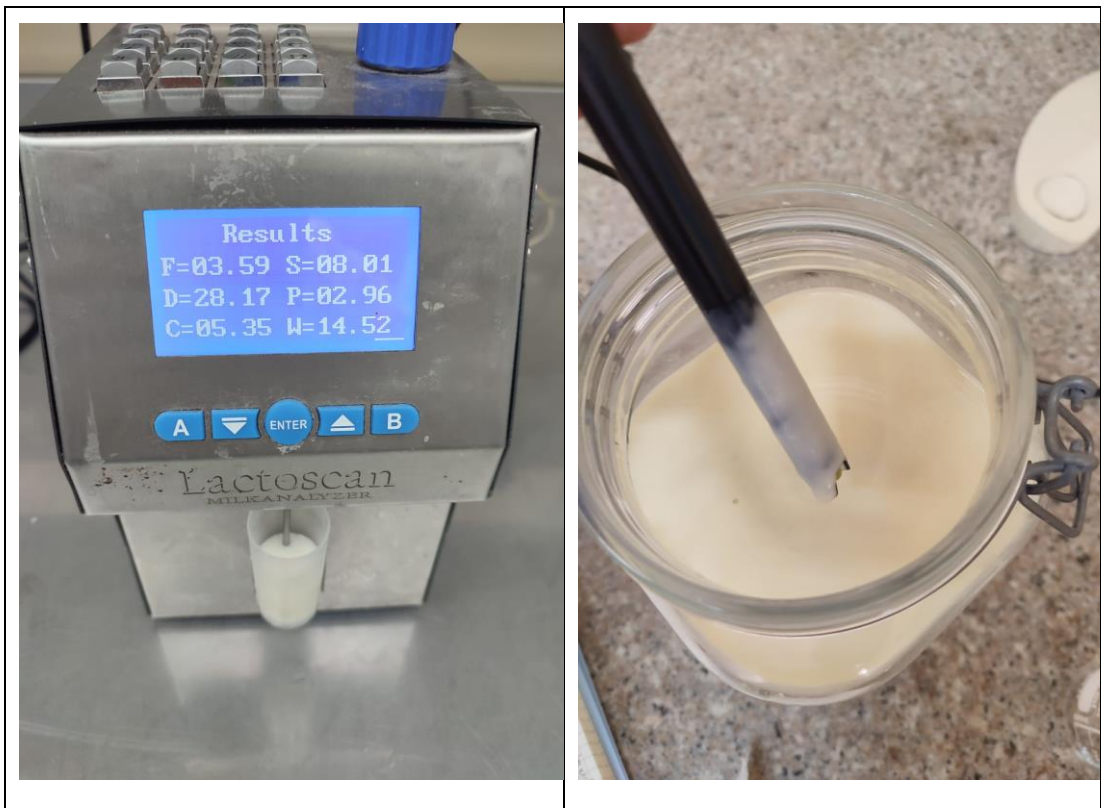
4 Anexo 1. Obtención y elaboración del yogur de achira y oca roja

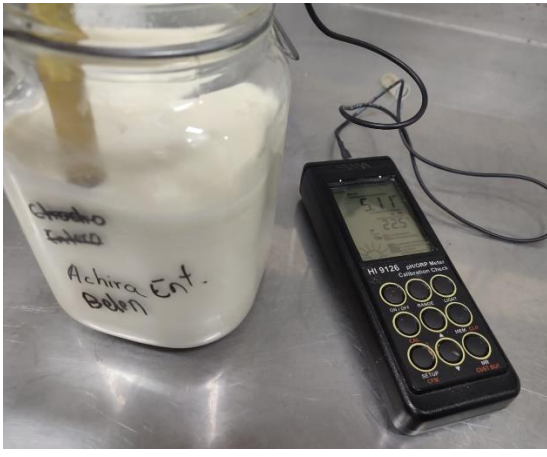




5

6 Anexo 2. Análisis realizados en el yogur.







7 Anexo 3. Resultados LACONAL yogur control



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

01010

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-083		R01-7.8.03				
Solicitud N°: 23-083		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción:	17 de Mayo de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 24 de Mayo de 2023				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC: 1805113956					
Representante:	BELEN ORELLANA					
Dirección:	AMBATO	Tlf: 0992875424				
Ciudad:	AMBATO	E mail: aorellana3956@uta.edu.ec				
Descripción de las muestras:						
Producto:	Yogur Entero	Peso: 200g cada muestra				
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: Envase plástico				
Lote:	n/a	No de muestras: una				
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: 15 de mayo de 2023				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogur entero	08323180	Ninguna	Proteína, Kjeldhal	AOAC 991.2. Ed. 21, 2019	% (Nx6,25)	2,96
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	3,92
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	0,584

Anexo 4. Resultados LACONAL yogur de las muestras de achira y oca roja



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 01009

Certificado No: 23-082		R01-7.8.03				
Solicitud N°: 23-082		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción:	17 de Mayo de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 24 de Mayo de 2023				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC: 1805113956					
Representante: BELEN ORELLANA	TIF: 0992875424					
Dirección: AMBATO	E mail: aorellana3956@uta.edu.ec					
Ciudad: AMBATO						
Descripción de las muestras:						
Producto:	Yogur de Harina de Achira; Yogur de Harina de Oca Roja	Peso: 200g cada muestra				
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:	15 de mayo de 2023				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogur entero con Achira	08223178	Ninguna	Proteína, Kjeldhal	AOAC 991.2. Ed. 21, 2019	% (Nx6,25)	3,20
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	4,50
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	2,50
Yogur entero con Oca Roja	08223179	Ninguna	Proteína, Kjeldhal	AOAC 991.2. Ed. 21, 2019	% (Nx6,25)	3,11
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	4,05
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	2,10

Anexo 5. Hoja de cata utilizada en el análisis sensorial

**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”

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

- Se le entregara 3 muestras, cada identificada como muestra 1-2-3
- 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.
- Luego de consumir cada muestra, por favor mastique un trazo de galleta y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continúe con la siguiente muestra.

Característica	Alternativa	Muestras		
		Muestra 1 YEC001	Muestra 2 YEAC	Muestra 3 YEOR
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!