



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN**  
**ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGIA**



**CARRERA DE ALIMENTOS**

---

Efecto del uso de harinas de cultivos andinos achira (*Canna indica*) y oca roja (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur desnatado

---

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

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

**AUTORA:** Ángela Gabriela Moreno Tubón

**TUTOR:** Esteban Mauricio Fuentes Pérez Ph.D.

**Ambato – Ecuador**

**Septiembre - 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Esteban Mauricio Fuentes Pérez 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, 26 de julio de 2023

---

Esteban Mauricio Fuentes Perez Ph.D.

C.I. 1803321502

**TUTOR**

## **AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Angela Gabriela Moreno Tubón, 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.



Angela Gabriela Moreno Tubón

C.I. 1804393310

**AUTOR**

## **DERECHOS DEL 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.



Angela Gabriela Moreno Tubón

C.I. 1804393310

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIUNAL 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

---

Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

C.I. 0604079871

---

Mg. Manuel Israel Guanoquiza Rivera

C.I. 0502966377

Ambato, 24 de agosto del 2023

## DEDICATORIA

*A Dios y Santa Rita de Casia, por brindarme salud, fortaleza, conocimiento y guiarme en todo el transcurso de mi carrera.*

*A mi padre, que a pesar de la distancia ha sabido apoyarme moral y económicamente.*

*A mi querida madre, por ser un ejemplo de mujer luchadora que a pesar de las circunstancias de la vida nunca se ha rendido y ha seguido luchando, me ha brindado apoyo, consejos y siempre ha estado presente en los momentos difíciles dándome fuerzas de superación.*

*A mis hermanas, Alejandra y Alison, que son fuente de inspiración y han sido un motor de vida para seguir adelante y poder ser un ejemplo para ellas.*

*Gaby Moreno*

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres, en especial a mi madre Miryam quien, con sus consejos, palabras de apoyo y aliento ha sabido inculcarme con buenos valores y humildad para que de esa manera pueda alcanzar todo lo que me proponga en la vida.*

*A mis tíos, Marcelo y Tatiana por, abrirme las puertas de su hogar y permitirme formar parte de ellos, por el apoyo incondicional, por todos los consejos de vida y superación en el transcurso de mi carrera.*

*A mi familia, abuelos, tíos, hermanas y amigos por, brindarme todo el apoyo necesario con una palabra de aliento, motivación y sus buenos deseos que fueron fuente de inspiración para poder cumplir con esta meta.*

*A mi mejor amiga, Pamela que durante la carrera ha sido un apoyo incondicional, por brindarme su amistad, por todos los consejos, aliento de superación, por estar siempre hasta el final y culminar juntas este logro.*

*A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología que me abrió las puertas para forjarme académica y profesionalmente.*

*Mi más sincero agradecimiento a los docentes del grupo de investigación G+ Biofood and Engineering research group, en especial a mi tutor Dr. Esteban Mauricio Fuentes Pérez y Dr. Diego Salazar por la paciencia, constancia y conocimientos impartidos durante el desarrollo del proyecto de investigación.*

*¡Gracias a todos!*

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DEL AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1. Cultivos Andinos .....	1
1.1.2. Aporte nutritivo de los cultivos Andinos .....	2
1.1.3. Achira ( <i>Canna indica</i> ) .....	2
1.1.4. Oca Roja ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) .....	5
1.1.5. Aplicación alimentaria de los tubérculos .....	6
1.1.6. Producción y consumo de yogur.....	7
1.2. Objetivos .....	8
1.2.4. Objetivo General.....	8
1.2.5. Objetivos Específicos .....	8
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>9</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>9</b>
2.1. Materiales.....	9
2.2. Métodos.....	9
2.2.1. Obtención y preparación de la leche.....	9



2.2.2.	Determinación de la concentración óptima de harina en yogur.....	9
2.2.3.	Elaboración del yogur desnatado con harina de Oca roja y Achira.....	9
2.2.4.	Análisis proximal de la leche.....	10
2.2.4.1.	Análisis de grasa de la leche .....	10
2.2.5.	Análisis Fisicoquímico del yogur desnatado .....	10
2.2.5.1.	pH.....	10
2.2.5.2.	Acidez titulable .....	10
2.2.6.	Análisis proximal del yogur desnatado.....	11
2.2.6.1.	Humedad .....	11
2.2.6.2.	Grasa .....	12
2.2.6.3.	Proteína .....	12
2.2.6.4.	Ceniza.....	13
2.2.6.5.	Fibra .....	15
2.2.6.6.	Carbohidratos totales.....	16
2.2.6.7.	Valor energético .....	16
2.2.7.	Color .....	16
2.2.8.	Análisis de las propiedades reológicas .....	16
2.2.8.1.	Viscosidad.....	16
2.2.8.2.	Consistencia .....	17
2.2.9.	Análisis sensorial .....	17
2.2.10.	Análisis estadístico .....	17
2.3.	Hipótesis.....	<b>17</b>
2.3.1.	Hipótesis nula .....	17
2.3.2.	Hipótesis alternativa .....	18
<b>CAPITULO 3.....</b>		<b>19</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>19</b>
3.1.	Análisis y discusión de los resultados.....	<b>19</b>
3.1.1.	Formulación optima de harinas de cultivos andinos.....	19
3.2.	Análisis fisicoquímicos de la leche .....	<b>20</b>
3.3.	Composición Proximal.....	<b>20</b>

3.4. Viscosidad Aparente .....	23
3.5. Consistencia .....	26
3.6. Análisis Fisicoquímicos .....	27
3.6.1. Estabilidad de pH, acidez titulable y Color .....	27
3.6.2. Color.....	30
3.7. Análisis Sensorial.....	34
3.8. Verificación de hipótesis.....	35
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>36</b>
CONCLUSIONES .....	36
RECOMENDACIONES.....	36
MATERIAL DE REFERENCIA .....	37
Referencias Bibliográficas .....	37
ANEXOS.....	47

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valor nutricional de la Achira.....	4
<b>Tabla 2.</b> Valor nutricional de la Oca .....	6
<b>Tabla 3.</b> Capacidad de las harinas para formar un yogur estable.....	19
<b>Tabla 4.</b> Características fisicoquímicas de la leche entera y desnatada. ....	20
<b>Tabla 5.</b> Composición proximal del yogur desnatado con adición de harinas de cultivos andinos. ....	23
<b>Tabla 6.</b> Coeficiente de correlación de las muestras de yogur. ....	26
<b>Tabla 7.</b> Consistencia de Bostwick de diferentes muestras.....	27

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Achira ( <i>Canna indica</i> ).....	3
<b>Figura 2.</b> Oca Roja ( <i>Oxalis Tuberosa</i> ).....	5
<b>Figura 3.</b> Relación entre la velocidad de deformación (1/s) y viscosidad aparente (mPa.s) del yogur desnatado.....	25
<b>Figura 4.</b> Evolución de pH en el yogur desnatado .....	28
<b>Figura 5.</b> Evolución de acidez (% ácido láctico) en el yogur desnatado: .....	30
<b>Figura 6.</b> Evolución de Luminosidad (L*) del yogur desnatado: .....	31
<b>Figura 7.</b> Evolución de los rojos (a*) del yogur desnatado.....	32
<b>Figura 8.</b> Evolución de los amarillos (b*) del yogur desnatado: .....	33
<b>Figura 9.</b> Análisis del perfil sensorial del yogur desnatado .....	35

## RESUMEN EJECUTIVO

La tendencia hacia el consumo de productos más saludables, con un menor contenido en azúcar y grasa y que son enriquecidos en fibra, ha ganado popularidad durante los últimos años. Por lo cual, el uso de nuevas fuentes de materias primas como la achira (*Canna Indica*) y la oca roja (*Oxalis tuberosa*) han generado un notable interés.

En la actualidad estos cultivos han ganado protagonismo como ingredientes en el proceso de elaboración de nuevos productos, principalmente como harinas. Por esta razón, el objetivo principal de la presente investigación se enfocó en evaluar el efecto de la adición de harina de achira y oca roja para la elaboración de un yogur desnatado. En esta investigación se analizaron parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable y color) durante 21 días de almacenamiento, además se determinaron parámetros reológicos y, por último, se llevó a cabo un análisis sensorial para evaluar el efecto que provoca la adición de harina en el yogur.

En la fase inicial se incorporaron tres porcentajes de harina al 0,3; 0,6 y 0,9 por ciento, donde el producto que mejor aceptación tuvo fue el yogur con 0,9 por ciento de harina tanto de achira como de oca roja. En la composición proximal se observó que la adición de harina incrementó la cantidad de proteína, fibra y carbohidratos; además la viscosidad del yogur incrementó con la adición de harina. Finalmente, en la evaluación sensorial mostraron que el yogur con harina de oca roja en conjunto con el control son los que mayor aceptabilidad presentan hacia los consumidores.

**Palabras claves:** Tubérculos andinos; Yogur; Achira; Oca roja, Harina, Cultivos andinos.

## ABSTRACT

The trend towards consuming healthier products with a lower sugar and fat content enriched in fiber has gained popularity during the last few years. Therefore, new sources of raw materials, such as achira (*Canna Indica*) and red goose (*Oxalis tuberosa*), have generated considerable interest.

Currently, these crops have gained prominence as ingredients in the production process of new products, mainly as flours. For this reason, the present research's main objective was to evaluate the effect of adding achira and red goose flour in the preparation of skimmed yogurt. In this research, physicochemical parameters (pH, titratable acidity, and color) were analyzed during 21 days of storage; rheological parameters were also determined, and, finally, a sensory analysis was carried out to evaluate the effect caused by the addition of flour in the yogurt.

In the initial phase, three percentages of flour were incorporated at 0.3, 0.6, and 0.9 percent, where the product that had the best acceptance was yogurt with 0.9 percent of achira and red goose flour. In the proximal composition, it was observed that the addition of flour increased the amount of protein, fiber, and carbohydrates; in addition, the viscosity of the yogurt increased with the addition of flour. Finally, the sensory evaluation showed that yogurt with red goose flour and the control were the most acceptable to consumers.

**Keywords:** Andean tubers; Yoghurt; Achira; Red oca, Flour, Andean crop.

# CAPITULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

#### 1.1.1. Cultivos Andinos

Las Regiones Andinas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile son fuente de una amplia diversidad de especies vegetales que se adaptan a las condiciones ambientales extremas como sequía, suelos pobres, altitud, entre otros que normalmente no son favorables para el desarrollo de cultivos (**Cabezas et al., 2021**). Los cultivos andinos han sido utilizados por civilizaciones de la región andina desde hace aproximadamente 8000 años, y estos productos alimenticios se han transmitido de generación en generación ya que las comunidades andinas solo consumían productos provenientes de sus tierras y eran poco conocidas por otras regiones, sin embargo, en los últimos años han sido estudiados y valorados debido al contenido nutricional y propiedades que presentan (**Castañeta et al., 2022**).

Las zonas andinas son centros de domesticación de plantas cultivadas que evidencia la cultura ancestral de cada pueblo. Por ende, estos cultivos abarcan un universo vegetal debido a que son aprovechadas todas sus partes vegetativas, empezando por sus tubérculos, raíces, leguminosas y frutos (**Barrera, 2003**). Los cultivos de raíces y tubérculos (achira, camote, papa china, mashua, melloco, oca) producidos en una amplia variedad, son utilizados como alimento básico en muchos países subdesarrollados, estos son producidos a mayor escala en comparación con los cereales y cultivos hortícolas, generando una fuente de ingresos para los agricultores (**Saranraj et al., 2019**). Por lo cual, **Akintayo et al. (2023)** menciona que los tubérculos y raíces son indispensables para lograr una seguridad alimentaria con un gran valor, causando un impacto positivo porque mejora el valor nutricional de los productos obtenidos con ellos. En los Andes existen unas 150000 hectáreas dedicadas a cultivos andinos, en especial de chocho, oca, papa. Asimismo, Ecuador forma parte de los grandes centros de domesticación de plantas de la zona Andina, pero la compra y el consumo es muy reducido debido a la presencia de cultivos económicamente rentables como la papa y el arroz, o el maíz e inclusive la quinua

que ha ganado notoriedad en los últimos años debido a su potencial nutritivo (**Basantes Vizcaíno et al., 2022**). Los cultivos andinos por su adaptación amplia, su periodo de madurez y su capacidad de almacenamiento, contribuyen a la diversificación de alimentos durante periodos prolongados y llegan a proporcionar alimentos en momentos críticos, como la escases de alimentos, además generan fuentes de empleo e ingresos en las zonas rurales (**Muimba, 2018**).

### **1.1.2. Aporte nutritivo de los cultivos Andinos**

Los tubérculos y raíces se presentan en una variedad de formas, tamaños y tienen una amplia gama de aplicaciones en la industria alimentaria (**Dereje, 2021**). Los productos a bases de raíces y tubérculos son ricos en contenido de carbohidratos, fibra, minerales como hierro, zinc, calcio, y vitaminas (A y C) y se los ha catalogado como alimentos que proporcionan componentes nutritivos necesarios para una buena nutrición de las personas (**Bhardwaj et al., 2023; Muimba, 2018**). Por lo cual, **Luziatelli et al. (2020)** mencionan que los cultivos son de gran importancia para la nutrición debido a que poseen fuentes de micronutrientes (Vitamina A, C y niacina ) y carbohidratos, de esa manera completan la dieta andina. La Oca, mashua y melloco se llegan a distinguir por su coloración ya que estos se caracterizan por tener un color negro, morado, rojo y amarillo, además todos estos cultivos presentan características únicas tanto en su composición nutricional, compuestos bioactivos con aportes benéficos medicinales, además tienen una buena capacidad antioxidante y compuestos fenólicos, por lo tanto, su valor nutritivo supera algunos cereales por poseer altos contenidos de proteínas, carbohidratos y almidón (**Yapias et al., 2022**).

### **1.1.3. Achira (*Canna indica*)**

La Achira (*Canna indica*) (Figura 1) es una planta herbácea que pertenece a la familia de las Cannacea y su nombre científico es “*Canna Indica*”, esta planta también es conocida como “Sagú”, “Capacho”, “Risgua” o “Caña de India”, ahora bien, esta planta llega a medir hasta unos 3 m de altura, y es conocida como una planta ornamental y comestible por su tubérculo (**Capilla, 2022**). Esta especie es oriunda de las zonas andinas provenientes de Colombia, Ecuador, México y hasta del norte de Chile y es cultivada por

su gran producción de almidón (Lobo et al., 2017). La achira presenta una gran adaptabilidad en los pisos y en temperaturas de 16 a 32 °C; asimismo, sus suelos deben ser arenosos con un buen drenaje, y sus surcos de siembra deben fluctuar desde 0,7 y 10 m entre plantas debido a que sus raíces son de 10 000 a 15 000 rizomas –semillas/ha (Mambuscay et al., 2022).



**Figura 1.** Achira (*Canna indica*)

**Fuente:** (Borbón, 2019)

La achira presenta raíces que son de tamaño pequeño, además son de color blanco cremoso o pardo amarillento, sus rizomas son esféricos, llegan a medir 12 cm de largo y 3 a 10 de ancho, en los rizomas se originan los brotes de sus tallos y llegan a ser erguidos midiendo de 41 a 117 cm, en el cual se origina un racimo floral (Estrada, 2020). Esta planta posee al menos 26 nombres aparte del de “achira”, en Venezuela es conocido como “bihao”, “maraca”; en Ecuador como “atzera”; en Brasil como “Canna” o “biri” y en Perú como “zulú” o “pericagua”; es más, en otras regiones es conocida como “caña de Indias”, “yerba del rosario”, y “platanillo” (Cartay, 2020).

La achira se adapta a diversos climas y existen una gran cantidad de morfotipos que se presentan en una variedad empezando por su color de hoja, tallos, pétalos, frutos, semillas y rizoma, además varía en su forma tanto de la hoja, fruto, rizoma y su longitud de esa manera encontramos una gran variabilidad fenotípica de esta planta (Ortega et al., 2020).

El cultivo de achira es importante en algunos países, debido a que de este rizoma se extrae su almidón y es utilizado para la elaboración de bizcochos, pan de sagú, colaciones y



coladas, es más, en países como China y Vietnam producen fideos transparentes a partir de este almidón (Lobo et al., 2017). Por lo cual, el almidón extraído de la achira según Pérez et al. (2017) es utilizado como aditivo gelificante, estabilizante y espesante, también actúan como edulcorantes como jarabe de glucosa, dextrosa y fructosa, sobre todo es utilizado en la industria de alimentos para la elaboración de productos dietéticos, es más, se puede utilizar para realizar en el acabado de papel, elaboración de pegantes, cápsulas en la industria farmacéutica, maquillajes y cremas faciales.

Las características fisicoquímicas que presenta el almidón de la achira podrían contribuir en la alimentación, debido a que su almidón es fácilmente digerido y puede ser utilizado como alimentos de infantes, ancianos y enfermos (Lobo et al., 2017). El almidón que proporciona este rizoma, contiene calorías esenciales y por sus características físicas, químicas y orgánicas, es considerado como un alimento medicinal para el sistema digestivo (S. S. C. Sánchez et al., 2020). Además es recomendada en la dieta de las personas por su alto contenido de hierro entre otros nutrientes, teniendo en cuenta que en otros países utilizan este almidón como sustituto de leche en pequeños, para combatir con la desnutrición en pueblos que existe escases de alimentos, y controlar la presión arterial y la circulación sanguínea (Reyes et al., 2021). En la Tabla 1 se describe el valor nutricional de la Achira.

**Tabla 1.** Valor nutricional de la Achira

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Energía	123 kcal
Agua	66,8 g
Proteína	1 g
Carbohidratos	31,3 g
Fibra	8,16 g
Ácido ascórbico	7 mg
Niacina	0,45 mg
Tiamina	0,03 mg
Riboflavina	0,01 mg
Fósforo	63 mg
Calcio	15 mg
Hierro	1,4 mg

**Fuente:** (Cartay, 2020)

#### 1.1.4 Oca Roja (*Oxalis tuberosa*)

La oca roja (*Oxalis tuberosa*) (Figura 2) es un tubérculo muy extendido en las regiones Andinas, es un producto ancestral y se encuentra en Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia, constituyéndose un componente básico para la alimentación (Morillo et al., 2019). Este tubérculo es muy antiguo, originario del sur de Perú y según A. F. Ore et al. (2022) es conocido con diferentes nombres como “papa”, “oca” o “ibia” y se cultiva desde los 3200 hasta los 3900 msnm; por otro lado, sus tallos pueden llegar a crecer de 0,20 a 0,40 m de altura, sus tubérculos son largos y cilíndricos y se presentan en distintos colores como blanco, amarillo, rojo hasta morado oscuro grisáceo, además es muy resistente a heladas y es considerado el segundo tubérculo más cultivado después de la papa “Emshwiller”.



**Figura 2.** Oca Roja (*Oxalis Tuberosa*)

**Fuente:** (Yana, 2020)

La oca es buena fuente de componentes como el almidón, Zhu & Cui (2020) menciona que el almidón de la oca llega a mejorar la viscosidad de los alimentos en los que se adiciona o se desarrolla con ella. De hecho, la oca amarilla es rica en carotenoides, la oca roja contiene antocianinas, asimismo es importante mencionar que en la oca se encuentran grandes cantidades de calcio, hierro, riboflavinas y ácido ascórbico y se llegan a diferenciar mucho de otros tubérculos como la papa, precisamente por los contenidos mencionados. Este tubérculo presenta actividades biológicas importantes como la actividad antioxidante y la prevención de enfermedades digestivas, teniendo así un gran potencial para el desarrollo de diversas aplicaciones alimentarias (Zhu & Cui, 2019).

**Tabla 2.** Valor nutricional de la Oca

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Agua	87 g
Proteína	9 g
Carbohidratos	16,9 g
Fibra	8 g
Ácido ascórbico	39,7 mg
Niacina	1,09 mg
Tiamina	0,05 mg
Riboflavina	0,94 mg
Fósforo	28,2 mg
Calcio	17,2 mg
Hierro	12,5 mg
Zinc	1,8 mg

**Fuente:** (MAGNESOL, 2020)

La oca se presenta en un sabor agridulce y contiene un gran valor nutritivo, este tubérculo se lo puede consumir de distintas maneras, sin embargo, previo a su consumo se debe exponer al sol durante 5-7 días para que se vuelva más dulce. Se la consume horneada, sancochada, fermentada, además en la industria alimentaria se utiliza este tubérculo procesado como encurtido, mermelada y harina (Ardiles, 2019). El consumo de la oca es beneficioso para la salud debido al alto contenido de vitamina C, posee interesante actividad antioxidante y ayuda a la digestión y salud intestinal por la fibra presente, así también es un alimento que genera energía debido a los carbohidratos que posee (Vilarrasa, 2022).

### **1.1.5 Aplicación alimentaria de los tubérculos**

Los cultivos andinos son de la tendencia de alimentación, el uso de cultivos ancestrales se ha vuelto interesante debido el aporte de proteínas, fibra y componentes antioxidantes; estos cultivos han desbordado un enfoque elemental de saciar el hambre y proveer energía, manteniendo la salud y el riesgo de enfermedades. Además estos cultivos han mostrado beneficios terapéuticos debido al aporte de fitocompuestos, fitonutrientes y compuestos que fisiológicamente aportan a la salud de las personas, volviéndose tendencia mundial en el campo de los alimentos funcionales (Juarez, 2020).

La raíces y tubérculos tienen un alto potencial en la industria alimentaria y gastronómica, de tal manera que se utiliza tecnologías que permiten transformar y obtener una mayor diversidad de alimentos a partir de estos. Uno de los productos que se puede obtener como derivado es la harina que proporciona fuentes de carbohidratos, permitiendo emplearla en la obtención de distintos productos como es en la panadería, repostería, además que aportan en la dieta alimentaria de las personas (Flórez et al., 2019).

El desarrollo de alimentos a base de materias primas con componentes funcionales aporta de manera positiva en la salud y el bienestar del consumidor, pues la mayoría de los compuestos antioxidantes, compuestos fenólicos que se presenta en los tubérculos y raíces tienen un efecto benéfico en la salud y nutrición humana, se ha demostrado que el consumo de estos componentes podría ayudar a reducir la presencia de enfermedades coronarias y cancerígenas (F. Ore et al., 2020). La harina debido al contenido de almidón es utilizada como un agente gelificante, espesante y humectante, es más, ayuda a la disminución del efecto de sinéresis en el yogur y agentes de antienvjecimiento en el pan (Pérez et al., 2017).

#### 1.1.6 Producción y consumo de yogur

El yogur según Juárez et al. (2017) es un alimento funcional y contiene diferentes tipos de bacterias lácticas como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, proporcionando características diferenciadas como textura, sabor, nutrición, además es un alimento suave, viscoso y tiene un sabor propio. Por lo cual, Verruck et al. (2019) menciona que lidera la categoría de leches fermentadas aumentando su producción y realizando investigaciones con nuevas innovaciones en ingredientes, cultivos iniciadores, métodos de fabricación y en la adición de saborizantes. De hecho Ecuador llega a producir alrededor de 6 millones de litros de leche que son destinados a la producción de quesos, yogur, leche en polvo, mantequilla (CIL, 2021). En la industria láctea ingresa 2 millones de litros y el 12 % es destinado a la producción de yogur (L. Zambrano, 2021). Siendo un producto reconocido a nivel mundial por los beneficios que brinda al individuo cuando es consumido en cantidades adecuadas (Hussein et al., 2021).

El consumo del yogur, su popularidad y el comercio ha aumentado a nivel mundial y se encuentra asociado con los beneficios que presenta para la salud de las personas, ya que estos mejoran la salud intestinal y el sistema inmunitario (**Chandan et al., 2017**). Según **CIL (2020)**, el consumo ideal de lácteos se encuentra de 2 a 3 raciones diarias en los niños y el consumo per cápita de yogur en el país es de 5,6 litros al año. Este producto puede ser consumido de distintas maneras, puede ser usado como cobertura de fruta o granola y en batidos siendo tendencia en el mundo con diferentes sabores, además que se presenta en diferentes variedades (natural, afrutado, bebible, griego, Kéfir, desnatado y congelado) (**Chandan, 2017**).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.4 Objetivo General**

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

### **1.2.5 Objetivos Específicos**

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

## CAPITULO 2

### METODOLOGÍA

#### **2.1. Materiales**

Las harinas que se utilizaron en la elaboración de los diferentes yogures corresponden a las procesadas en el proyecto de investigación Resolución Nro., UTA-CONIN-20220269-R al cual corresponde esta Tesis.

#### **2.2. Métodos**

##### **2.2.1. Obtención y preparación de la leche**

La leche cruda utilizada en la investigación fue adquirida en la Ciudad de Píllaro Barrio Santa Rita de la Provincia de Tungurahua. La leche entera fue analizada en el equipo LACTOSCAN (Grasa: 3,6 %); y con el descremador de leche se redujo el contenido de grasa con un porcentaje menor a 1, verificando el porcentaje de grasa se pasteurizó la leche a 90 °C por 5 min.

##### **2.2.2. Determinación de la concentración óptima de harina en yogur**

Para establecer la cantidad óptima de harina de Achira (*Canna indica*) y Oca roja (*Oxalis tuberosa*) que defina una formulación sensorialmente aceptable se empleó la metodología descrita por (**Salazar Garcés, 2022**), en donde se ensayó las concentraciones de harina de 0,3 %, 0,6 % y 0,9 %, en las cuales de manera visual se evaluó la formación del gel, sinéresis y viscosidad. Los resultados se expresaron de manera arbitraria como baja (-), moderada (+) o buena (++)

##### **2.2.3. Elaboración del yogur desnatado con harina de Oca roja y Achira**

Para la elaboración de yogur desnatado con la adición de harinas de achira (*Canna Indica*) y Oca Roja (*Oxalis Tuberosa*), en la elaboración se siguió una secuencia de procedimiento según (**Bustillo & Zelaya, 2019**), por lo cual se agregó una concentración de 0,9 % de harina en el yogur desnatado, se pasteurizó a 90 °C durante 5 min eliminando la flora bacteriana presente en la leche, se dejó enfriar alrededor de 40 °C, se utilizó un cultivo liofilizado (DANISCO) en relación al volumen de leche utilizado, se incubó a 40 °C

durante 6-8 horas hasta que se forme una coagulación y alcance un pH (4,2 – 4,6) y acidez de 60 – 70 °Dornic. De este modo alcanzado el pH y acidez requerido se detuvo la fermentación con un descenso de temperatura durante 24 horas evitando una mayor acidificación, posteriormente se realizó un batido lentamente de 1 min para romper el coágulo y finalmente el producto se almacenó a 4 °C para ensayos posteriores.

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

##### **2.2.4.1. Análisis de grasa de la leche**

Para el análisis de la leche se utilizó el método Gerber, donde se empleó el butirómetro Gerber para leche descremada, se vertió 10 ml de ácido sulfúrico, se pipeteo 11 ml de la muestra de leche y se vertió 1 ml de alcohol amílico en el butirómetro Gerber, se agitó lentamente dos a tres veces hasta que no aparezcan partículas de la muestra de leche, finalmente se centrifugó por 4 min, se retiró y se registró los datos de la grasa leyendo directamente del butirómetro (NTE-INEN-ISO 488, 2014).

#### **2.2.5. Análisis Físicoquímico del yogur desnatado**

##### **2.2.5.1. pH**

Se determinó el pH del yogur utilizando el método que se encuentra establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana donde se insertó el electrodo del potenciómetro digital calibrado en un vaso de precipitación con la muestra del yogur (NTE INEN 2395, 2011).

##### **2.2.5.2. Acidez titulable**

Para el análisis de la acidez titulable del yogur se utilizó el método establecido por NTE-INEN 013 (2012), se tituló una muestra de yogur utilizando 20 ml de yogur, además se agregó 2 ml de fenolftaleína y se tituló con Hidróxido de Sodio 0,1 N hasta que la muestra cambio de color ligeramente a rosado y dure 30 s, se calculó mediante la 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.

**m:** Masa del matraz vacío (g).

**m1:** Masa del matraz con leche (g).

## **2.2.6. Análisis proximal del yogur desnatado**

### **2.2.6.1. Humedad**

El contenido de humedad se determinó con la metodología de la norma **AOAC 711.02.023 (2015)**, se pesó una cápsula de porcelana seca y vacía, registrando su valor, se colocó 3 g de la muestra en la cápsula y se llevó a la estufa durante 2 horas a 120 °C, posteriormente se enfrió en el desecador por 30 min. Finalmente se pesó y se calculó con la siguiente ecuación. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

$$\%H = \frac{m_a - m_b}{m_a - m} * 100$$

**(Ecuación 2)**

**Donde:**

**H**= contenido de humedad en %.

**ma**= masa de cápsula, con tapa y la muestra.

**mb**= masa de la cápsula con tapa y la muestra seca.

**m**= masa de la muestra en g.

También se llega a determinar la base seca porcentual.



$$\%base\ seca = 100 - \%Humedad$$

(Ecuación 3)

#### 2.2.6.2. Grasa

El contenido de grasa en el yogur se determinó mediante el método Gerber, donde se utilizó el butirómetro Gerber, en el cual se vertió 10 ml de ácido sulfúrico en el butirómetro, se pipeteó 11 ml del yogur, con una pipeta se introdujo al cuello del butirómetro y se descargó el yogur cuidadosamente, se vertió 1 ml de alcohol amílico en el butirómetro, y se añadió después el yogur, se tapó herméticamente el cuello del butirómetro y se agitó en una vitrina de protección; se mezcló dos a tres veces hasta que se desaparezca las partículas de la muestra del yogur, se centrifugó el butirómetro, se colocó la tapa hacia abajo en baño de agua a  $65 \pm 2$  °C durante 4 min, finalmente se procedió a leer la grasa presente en el butirómetro (NTE-INEN-ISO 488, 2014). Las determinaciones se realizaron por triplicado

#### 2.2.6.3. Proteína

El contenido de proteína se determinó mediante el método Kjeldahl, se calentó la muestra a 38 °C en baño de agua y se dejó enfriar; se calentó el matraz Kjeldahl y su contenido en el equipo de digestión a temperatura baja, se digirió hasta que aparezca un vapor blanco en el matraz después de 20 min, se aumentó la temperatura durante 15 min se tornó un color azul o verde claro y se continuó con la ebullición durante 1 h a 1,5 h, al final de la digestión su color se encontró transparente y libre de material no digerido, en un tiempo de 25 min se enfrió la muestra, además, se añadió 300 ml de agua en los matraces Kjeldahl, se mezcló bien para separar los cristales, se destiló y se añadió 75 ml de hidróxido de sodio y se conectó a destilación nuevamente, en la salida del condensador se sumergió 50 ml de solución de ácido bórico, se agitó y se colocó el matraz al calentador, se destiló hasta la ebullición y se tituló el contenido del matraz con ácido clorhídrico hasta que se obtuvo un color rosa, se estimó la lectura de la bureta y se realizó ensayos en blanco con el mismo procedimiento, se calculó el contenido de nitrógeno mediante la ecuación (NTE INEN 16, 2015). Las determinaciones se realizaron por triplicado

$$W_N = \frac{14007(V_s - V_b) * M_r}{m}$$

(Ecuación 4)

**Donde:**

**$W_N$ :** contenido de nitrógeno de la muestra como porcentaje en masa.

**$V_s$ :** volumen del ácido clorhídrico expresado con una aproximación de 0,05 ml.

**$V_b$ :** volumen del ácido clorhídrico en el blanco con una aproximación de 0,05 ml.

**$M_r$ :** valor numérico de la molaridad exacta del ácido clorhídrico.

**$m$ :** porción de la masa de ensayo aproximado de 0,1 mg.

Calculo para el contenido de proteína cruda:

$$W_P = W_N * 6,38$$

(Ecuación 5)

**Donde:**

**$W_P$ :** es la proteína cruda de la muestra expresada en porcentaje de la masa.

**$W_N$ :** contenido de nitrógeno de la muestra como porcentaje de la masa.

**6,38:** factor de multiplicación para expresar el contenido de nitrógeno como contenido de proteína cruda.

#### **2.2.6.4. Ceniza**

La determinación de cenizas del yogur se realizó mediante la desecación por evaporación, se procedió a transferir la muestra de 0,1 mg a la cápsula, se colocó a baño maría a ebullición durante 30 min, se colocó la cápsula en la estufa a  $103 \pm 2$  °C y se calentó

durante 3 horas, se dejó enfriar la cápsula con los sólidos totales en el desecador y se pesó, se repitió por periodos de 30 min hasta que no haya disminución de masa, se introdujo la cápsula en la mufla a  $530 \pm 20$  °C hasta que se obtuvo las cenizas libres de partículas de carbón, se sacó la cápsula con las cenizas y se dejó enfriar en el desecador pesando con aproximación de 0,1 mg (AOAC 930.30, 2016). Las determinaciones se realizaron por triplicado

$$S = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \times 100$$

(Ecuación 6)

Donde:

**S**: contenido de sólidos totales, en porcentaje de masa

**m**: masa de la cápsula vacía en g

**m<sub>2</sub>**: masa de la cápsula con yogur (antes de la desecación) en g

**m<sub>1</sub>**: masa de la cápsula con los sólidos totales (después de la desecación) en g.

La cantidad de cenizas del yogur se calcula mediante la ecuación:

$$C = \frac{m_3 - m}{m_2 - m} \times 100$$

(Ecuación 7)

Donde:

**C**: contenido de cenizas de yogur, en porcentaje de masa.

**m**: masa de la cápsula vacía en g.

**m<sub>2</sub>**: masa de la cápsula con yogur (antes de la desecación) en g.

**m<sub>3</sub>**: masa de la cápsula con las cenizas (después de la incineración) en g.

### 2.2.6.5. Fibra

Para la determinación del contenido de fibra en el yogur se utilizó la metodología **NTE INEN 522 (2013)**, donde se pesó 3 g de la muestra y se transfirió a un dedal de porosidad adecuado, se colocó en la estufa calentada a  $130 \pm 2$  °C por el tiempo de 1 hora, se colocó en el aparato Soxhlet y se llevó a cabo a extracción de la grasa con éter anhidro en un tiempo de 4 h, se retiró del dedal la muestra sin grasa y se dejó que se evapore el solvente, se colocó en la estufa y se llevó a 100 °C por 2 h, se pesó la muestra desengrasada y se pasó a un balón de precipitación, se agregó 1 g de asbesto, 200 cm de solución 0,255 N ácido sulfúrico y esto se dejó hervir por 30 min, se filtró y se agregó 200 cm de 0,313 N de hidróxido de sodio y se llevó a ebullición por 30 min, se filtró nuevamente y se añadió 25 ml de 0,255 N de ácido sulfúrico, finalmente se llevó a un crisol y se calentó en una estufa  $130 \pm 2$  °C durante 2 horas, se secó en la mufla y se incineró a  $500 \pm 50$  °C por 30 min y la fibra se calculó mediante la ecuación. Las determinaciones se realizaron por triplicado

$$F_c = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} * 100$$

(Ecuación 8)

Donde:

$F_c$ : contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

$m$ : masa de la muestra desengrasada y seca en g.

$m_1$ : masa de crisol contenido asbesto y fibra seca en g.

$m_2$ : masa de crisol contenido asbesto después de ser incinerado en g.

$m_3$ : masa de crisol del ensayo en blanco contenido asbestos en g.

$m_4$ : masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto después de ser incinerado en g.

#### 2.2.6.6. Carbohidratos totales

Los carbohidratos totales se determinaron por la diferencia de los componentes (grasa, proteína, ceniza, humedad, y fibra) que fueron determinados en las muestras de yogur.

$$\%C = 100 - (\%proteína + \%cenizas + \%fibra + \%humedad + \%grasa)$$

(Ecuación 9)

#### 2.2.6.7. Valor energético

El contenido energético del yogur se determinó en 100 g, por la suma global de todas las calorías de cada componente es el valor energético de cada uno, grasa (x9 kcal/g), proteína (x4 kcal/g), carbohidrato (x4 kcal/g) y fibra (x2 kcal/g).

#### 2.2.7. Color

El color se determinó mediante un colorímetro Lovibond calibrado con un iluminador D65 (luz natural) y un observador estándar D10, obteniendo parámetros triestímulo de color CIE Lab, donde L\* (luminosidad), a\* (tendencia a los rojos), b\* (tendencia a los amarillos). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

#### 2.2.8. Análisis de las propiedades reológicas

##### 2.2.8.1. Viscosidad

La viscosidad se determinó utilizando un viscosímetro rotatorio Quimis (Q860M26), se vertió 250 ml de muestra de yogur en el contenedor de muestras y se sumergió el husillo (rotor #2). Se atemperó la muestra y se tomó datos con el rotor y las revoluciones de trabajo establecidas, las medidas deben encontrarse dentro de un rango de 30 – 70 % (Mendoza et al., 2021). El comportamiento reológico del yogur se ajustó mediante la ecuación:

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

(Ecuación 10)

Donde

**T:** Esfuerzo de corte (mPa.s)

**Y:** Velocidad de deformación (1/s)

**K:** Índice de consistencia del fluido (mPa.s)

**$\eta$ :** Índice de comportamiento del flujo

#### **2.2.8.2. Consistencia**

La consistencia del yogur se determinó mediante la utilización de un consistómetro de Bostwick, el consistómetro se colocó en una superficie plana y se reguló hasta que se nivele la burbuja dentro de la circunferencia, se cerró la puerta y se enganchó el descargo, una vez nivelado el equipo se cerró la puerta y se colocó la muestra, finalmente se presionó el gatillo de la puerta y se registró el valor de la distancia (Chero et al., 2019).

#### **2.2.9. Análisis sensorial**

Se evaluó parámetros sensoriales (olor, sabor, color, textura y aceptabilidad) del yogur, se realizó con un grupo de 30 catadores con una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 significó me disgusta mucho y 5 me gusta mucho (Ramos et al., 2019).

#### **2.2.10. Análisis estadístico**

Para estudiar el efecto de la adición de harina de achira y oca roja, se utilizó un diseño aleatorio para analizar los efectos en los parámetros fisicoquímicos, sensoriales y reológico del yogur desnatado. El análisis estadístico se determinó mediante el Software InfoStat, con una prueba de ANOVA y Tukey, empleando un nivel de confianza de 95 % y un nivel de error de 0,05.

### **2.3. Hipótesis**

#### **2.3.1. Hipótesis nula**

**Ho:** La adición de harina de oca roja (*Oxalis tuberosa*) y achira (*Canna indica*) no afecta a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y reológicas del yogur desnatado.

### **2.3.2. Hipótesis alternativa**

**Ha:** La adición de harina de oca roja (*Oxalis tuberosa*) y achira (*Canna indica*) afecta a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y reológicas del yogur desnatado.

## CAPITULO 3

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de los resultados

##### 3.1.1. Formulación óptima de harinas de cultivos andinos

Para establecer la proporción óptima de harinas en el desarrollo del yogur, se realizó un estudio preliminar con la finalidad de determinar si las concentraciones adicionadas (0,3 %, 0,6 %, 0,9 %) tiene la capacidad de formar el gel característico de las leches fermentadas, no producir sinéresis y tener buena viscosidad. Por lo cual en las tres muestras de yogur se mantuvo constante la adición del cultivo iniciador, la temperatura de pasteurización y el pH final después de la incubación, en ese sentido en la Tabla 3 se muestra los resultados de la valoración cualitativa para la determinación de la concentración óptima. Se observó que de acuerdo a los resultados tanto la harina de achira y oca roja con una dosis adicionada de 0,9 % forman el gel característico, no genera sinéresis y forma una buena viscosidad al yogur, por ende, la dosis utilizada para la producción de yogur desnatado fue de 0,9 % harina.

**Tabla 3.** Capacidad de las harinas para formar un yogur estable.

Tipo de Harina	Dosis adicionada (%)	Formación de Gel	Sinéresis	Viscosidad
Achira	0,3	-	-	-
	0,6	+	-	+
	0,9	++	-	++
Oca Roja	0,3	-	-	-
	0,6	+	-	+
	0,9	++	-	++



### 3.2. Análisis fisicoquímicos de la leche

En la Tabla 4 se muestra las características fisicoquímicas de la leche entera y desnatada que se utilizó como materia prima para la elaboración del yogur desnatado, los parámetros que fueron evaluados según la Normativa **NTE INEN 09 (2012)** se encuentran dentro de los rangos establecidos.

**Tabla 4.** Características fisicoquímicas de la leche entera y desnatada.

<b>Parámetros</b>	<b>Leche entera</b>	<b>Leche desnatada</b>
<b>Grasa (%)</b>	3,63±0,03	0,99±0,06
<b>Solidos no Grasos (%)</b>	8,03±0,04	7,79±0,04
<b>Proteína (%)</b>	2,96±0,03	2,88±0,04

La calidad de la leche debe encontrarse dentro de los parámetros que establecen las normativas desde su composición, higiene y estado sanitario, empezando por el olor y el color, de esta manera se puede dar un valor agregado a esta materia prima, permitiendo elaborar diferentes productos y prevenir cualquier tipo de enfermedad que cause daño a la salud de los consumidores (**Cuéllar, 2022**).

### 3.3. Composición Proximal

En la Tabla 5 se muestran los resultados de la evaluación de la composición proximal de la muestra de yogur, los resultados muestran diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en cada parámetro analizado. Según la norma técnica ecuatoriana **NTE INEN 2395 (2011)** la humedad en leches fermentadas debe ser 85,1 %, en torno a los resultados obtenidos se puede establecer que los resultados de este estudio se encuentran dentro de los rangos establecidos. Estos valores podrían ser atribuidos a la adición de harinas en el yogur. Estudios presentados por **Hoyos & Montes (2018)** muestran que la humedad de un yogur tipo griego presenta una humedad de 74,9 %, por otro lado, **Siche & Hilario (2016)** menciona que en yogures comerciales se observa porcentajes de humedad de 66,39 %

hasta 83,62 %. Asimismo, un yogur endulzado presenta una humedad de 87,2 % (Narváez, 2015). Por otro lado, los porcentajes de humedad pueden estar relacionados a las formulaciones y tipo de tecnología que se emplea para su producción, es así que en aquellas formulaciones en los que se incorpora un componente rico en sólidos, este a su vez provoca el aumento de sólidos totales en el producto terminado y provoca la disminución de humedad (Pacheco et al., 2021).

Con relación al contenido de proteína, grasa, fibra y ceniza los resultados muestran diferencias significativas mínimas. El yogur que se incorporó harina de achira y oca roja son superiores a la muestra control, esta diferencia se asocia a los componentes de las harinas de cultivos andinos debido a la naturaleza misma de las harinas. En el caso de la proteína los resultados obtenidos presentan un comportamiento similar a estudios reportados en los que se incluyen diferentes tipos de harinas, según Esther et al. (2023) en yogures a base de harinas de soja reportan valores que oscilan de 3,50 a 3,61 %. Por otro lado, Vera (2022) menciona que en yogures a base de harina de tarwi el contenido de proteína es de 3,86 % y 3,93 %. En el caso de un yogur que contienen almidón se encuentran en el rango de 3,55 y 3,59 % (Torres et al., 2016) siendo similares a los observados en el estudio. Es importante señalar que en yogures que son enriquecidos con harinas se observa una mejora en las propiedades nutricionales (Hernandez et al., 2019). El porcentaje de proteína suele mostrar valores superiores en yogures con diferentes formulaciones en los que se adiciona harinas que poseen alto contenido de fibra y almidón obteniéndose valores que pueden oscilar entre 3,86 a 7,93 % (Pacheco et al., 2021).

Respecto al contenido de grasa y fibra los valores reportados en este estudio fueron mayores en los yogures con adición de harinas que el yogur control, esto se atribuye a la composición de las harinas. Según Vieira et al. (2022) en un yogur enriquecido con harina de chocho el contenido de grasa es de 1,9 % y fibra de 1,9 %. Por otro lado, un yogur con harina de camote con porcentajes (4-6 %) tuvieron el mismo comportamiento en cuanto a la grasa teniendo un promedio de 2,19 % (López et al., 2018). Mientras que Caicedo et al. (2019) reportó un contenido de fibra 5,54 % con la adición de harina de taro (*Colacasia Esculenta*), siendo estos valores cercanos a los registrados en el estudio. Las diferencias observadas entre los estudios es por el porcentaje de adición de harinas en el yogur, el

tipo de tratamiento y la composición de cada una de estas. El porcentaje de ceniza con la adición de harinas es mayor en cuanto al control, según **Vieira et al. (2022)** los yogures comerciales presentan 0,6 % de cenizas, mientras que **López et al. (2018)** utilizó un porcentaje de 4 % de harina de camote reportando un valor de 0,68 % de ceniza. Según la normativa técnica ecuatoriana **NTE INEN 2395 (2011)** menciona que el contenido mínimo de ceniza en un yogur es de 0,7 % en torno a los resultados obtenidos y estudios encontrados se puede decir que se encuentran dentro de los rangos establecidos.

En lo que concierne el contenido de carbohidratos indica que la muestra con harina de oca roja tiene el valor más alto, mientras que la muestra con harina de achira presenta un valor similar al control. En un estudio realizado por **Mendieta Romero (2020)** en un yogur con harina de Tarwi se encuentra 9,6 % de carbohidratos, y en un yogur artesanal 7 % de carbohidratos, por otro lado, según **Erazo et al. (2021)** un yogur con adición de harina de quinua y jalea de uvilla presenta un valor de 14,75 % de carbohidratos, observando que son valores altos del estudio realizado. La presencia de azúcares influye en el aumento de carbohidratos de un yogur, además **Mendieta Romero (2020)** menciona que la presencia de aminoácidos (tiamina, niacina, serina) presentes en la harina no son necesarios para los microorganismos presentes en el yogur, acumulándose las cantidades en el producto final y teniendo porcentajes altos. En el presente trabajo dado que se empleó harina de oca y achira que contienen cantidades significativas de aminoácidos (tiamina y niacina) se obtuvieron valores registrados en la Tabla 5 donde el yogur de oca roja presenta el valor más alto entre el yogur de harina de achira y el control.

En cuanto a las calorías según **Mileib et al. (2012)** detalla en estudios realizados en un control se reporta 32,9 (Kcal/100g) de calorías mientras que en yogur de harina de yacón con porcentajes de (1,58 %, 2,56 %, 3 % y 3,86 %) se reportaron valores de 31,7 (Kcal/100g), 33,5 (Kcal/100g), 34,8 (Kcal/100g) y 40,4 (Kcal/100g), en torno a los resultados obtenidos se puede decir que los resultados presentan un mayor valor de calorías, el contenido de calorías de un yogur desnatado se encuentra en 56 (Kcal/100g) evidenciando que el contenido calórico de los yogures estudiados y reportados se encuentran dentro de lo establecido.

En cuanto a la actividad de agua los valores obtenidos en el estudio realizado en las muestras de yogur fueron de 0,99 con diferencia significativa entre medias. **Parra (2015)** menciona que en muestras de yogur se encuentran por encima de 0,9, por otro lado, **Núñez & Saavedra (2019)** menciona que utilizando aditivos (estabilizantes) en el yogur presentan una actividad de agua de 0,99 – 0,98. Evidenciando que la actividad de agua de los yogures estudiados se encuentra dentro de lo establecido, según **Bush & Keener (2011)** menciona que los alimentos frescos como carne, productos lácteos tienen una actividad de agua mayor o igual a 0,98 evitando el crecimiento microbiano.

**Tabla 5.** Composición proximal del yogur desnatado con adición de harinas de cultivos andinos.

Parámetros	Muestras		
	Control	Achira	Oca Roja
<b>Humedad (%)</b>	87,76±0,03 <sup>a</sup>	87,47±0,19 <sup>ab</sup>	87,27±0,15 <sup>b</sup>
<b>Proteína (%)</b>	2,76±0,05 <sup>a</sup>	3,08±0,05 <sup>a</sup>	3,09±0,05 <sup>a</sup>
<b>Grasa (%)</b>	2,02±0,05 <sup>b</sup>	2,09±0,05 <sup>b</sup>	2,12±0,05 <sup>b</sup>
<b>Ceniza (%)</b>	0,60±0,04 <sup>b</sup>	0,68±0,02 <sup>a</sup>	0,64±0,02 <sup>ab</sup>
<b>Fibra (%)</b>	0,47±0,05 <sup>c</sup>	2,63±0,05 <sup>a</sup>	2,50±0,05 <sup>b</sup>
<b>Carbohidratos (%)</b>	4,02±0,10 <sup>a</sup>	4,05±0,14 <sup>c</sup>	4,38±0,13 <sup>b</sup>
<b>pH</b>	4,46±0,33 <sup>a</sup>	4,51±0,33 <sup>a</sup>	4,47±0,37 <sup>a</sup>
<b>Acidez (% ácido láctico)</b>	1,09±0,14 <sup>a</sup>	1,08±0,23 <sup>a</sup>	1,15±0,16 <sup>a</sup>
<b>Actividad de agua (aw)</b>	0,99±0,00 <sup>a</sup>	0,99±0,00 <sup>a</sup>	0,99±0,00 <sup>a</sup>
<b>Calorías (Kcal/100g)</b>	50,01±0,20 <sup>a</sup>	52,80±0,20 <sup>b</sup>	53,97±0,20 <sup>b</sup>
<b>Calorías grasas (%)</b>	20,34±0,45 <sup>a</sup>	18,81±0,45 <sup>b</sup>	19,08±0,45 <sup>b</sup>
<b>Calorías de carbohidratos y Grasa (%)</b>	44,10±0,57 <sup>a</sup>	35,22±0,44 <sup>c</sup>	36,61±0,54 <sup>b</sup>
<b>Calorías de la proteína (%)</b>	11,96±0,20 <sup>a</sup>	12,32±0,20 <sup>a</sup>	12,36±0,20 <sup>a</sup>

Los valores corresponden a las medias de las réplicas ± la desviación estándar. Los índices (a, b, c) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los yogures.

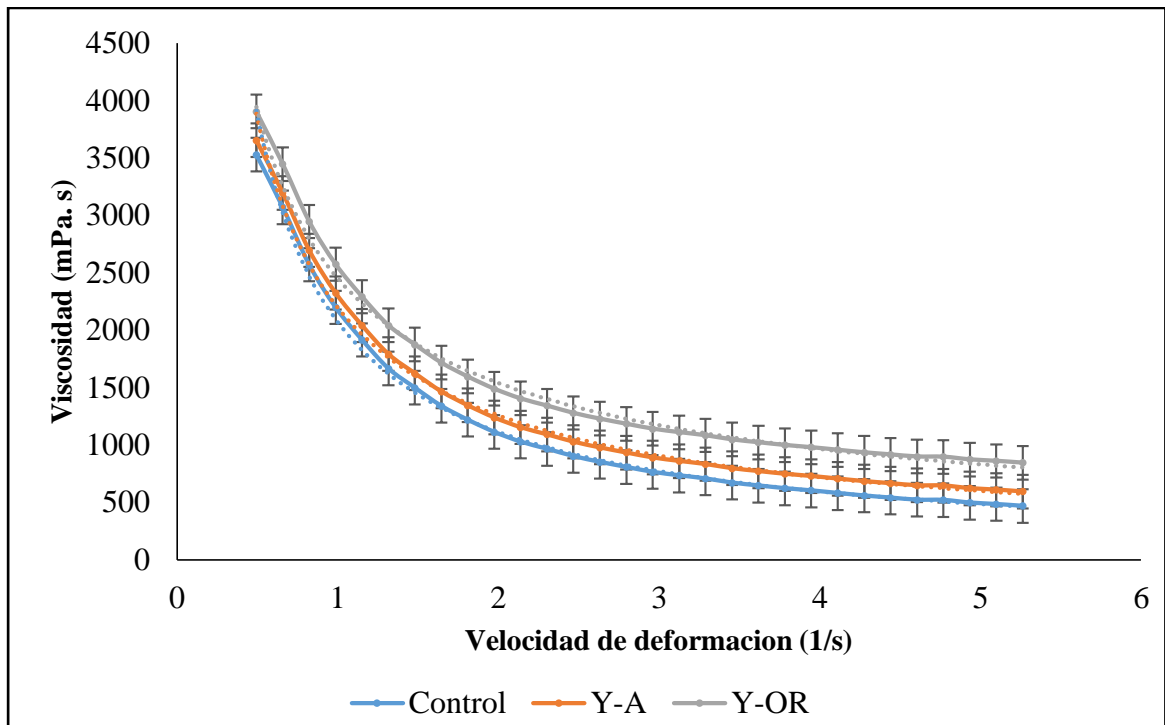
### 3.4. Viscosidad Aparente

En la figura 3 se muestra los valores de viscosidad de cada muestra, la viscosidad de la muestra de yogur con harina de oca roja presentó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en cuanto al control. Resultados parecidos se obtuvieron en la elaboración de un yogur con harina de patata donde la muestra suplementada con harina tienen mayor viscosidad y

elasticidad, obteniendo valores más altos que el control, esto podría deberse a la presencia de carbohidratos en la harina especialmente el almidón (Ahmad et al., 2023). Por otro lado, en un yogur con adición de 0,9 % de harina de melloco presentó una viscosidad aparente de 1121,63 mPas.s, asimismo en un yogur con almidón de oca reportó una viscosidad de 1065, 6 mPas.s y 1074,7 mPas.s (Castro, 2021; M. A. E. Sánchez, 2018). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este estudio, se atribuyen a la incorporación positiva de harinas de tubérculos que influyen en la viscosidad del yogur, es decir, que la presencia de un mayor contenido de sólidos totales y proteínas generan una viscosidad adecuada al yogur, además de la presencia de almidón pues este está constituido por amilosa y amilopectina, que al calentarse a ciertas temperaturas su gránulo se hincha aportando viscosidad (M. A. E. Sánchez, 2018).

Mientras que el yogur con harina de achira no presentó diferencia significativa con la muestra control, resultados similares se presentó en un yogur con 0,6 % de harina de ñame (*Dioscorea rotundata*) el cual alcanzó una viscosidad de 975,13 % mPa.s, la disminución de la viscosidad se debe al incremento de la acidez del yogur durante el almacenamiento, el cual provoca la formación de sinéresis en el yogur (M. A. E. Sánchez, 2018). Por otro lado la disminución de la viscosidad en el yogur con harina de achira puede deberse a la fuerza de corte aplicada a medida que se aumentaba la velocidad de cizallamiento, lo cual provoca el rompimiento de las hebras de caseína causando una red débil al yogur (Alkobeisi et al., 2022).

Por otro lado, los almidones son utilizados como espesantes en la producción de yogur, pues los gránulos de almidón tienden a aumentar la viscosidad a través de la solubilización de la amilosa, y el aumento de la concentración de proteínas, este proceso es conocido como el proceso de gelatinización (Alkobeisi et al., 2022), es así como el yogur que contiene harina de tubérculos presentan una buena viscosidad a diferencia de un yogur sin adición de harina, cabe mencionar que aumenta la viscosidad del yogur en función del volumen utilizado de almidón (Wong et al., 2020). Además, la amilosa presente en la oca es de 28,32 %, lo cual indica que pueden cumplir con la función de espesantes a menor temperatura; es más, los contenidos presentes como la proteína y lípidos también influyen en el proceso de gelatinización de un yogur (Arévalo, 2017).



**Figura 3.** Relación entre la velocidad de deformación (1/s) y viscosidad aparente (mPa.s) del yogur desnatado: Control; Y-A (Yogur con harina de achira), Y-OR (Yogur con harina de oca roja), durante 21 días en almacenamiento en cadena de frío.

Para determinar el comportamiento reológico de las muestras de yogur se aplicó el modelo de la ley de la potencia en la Tabla 6 se muestra el comportamiento reológico de las muestras estudiadas, estas presentan un comportamiento pseudoplástico debido a que el índice de comportamiento es  $\eta < 1$  (Pang et al., 2020). Estudios similares se reportó por (Huaripata & Luis, 2016) con adición de distintos porcentajes (1 %, 1,5 % y 2 %) de harinas de arveja teniendo un índice de comportamiento de 0,97; 0,98; 0,97; por otro lado, el índice de comportamiento de un yogur con adición de harina de yacón presentó valores de 0,94 y 0,99 (Mileib et al., 2012). Estos resultados coinciden con los expuestos en este estudio, presentando una buena relación entre las variables.

**Tabla 6.** Coeficiente de correlación de las muestras de yogur.

Muestras	Viscosidad	
	Ecuación	Coefficiente de correlación
Y. Control	$\eta = 2074,9 (\dot{\gamma})^{-0,898}$	0,9978
Y. Achira	$\eta = 2200,2 (\dot{\gamma})^{-0,805}$	0,9972
Y. Oca Roja	$\eta = 2455,3 (\dot{\gamma})^{-0,672}$	0,994

### 3.5. Consistencia

Un atributo importante en la calidad del yogur es su consistencia lo que permite determinar la aceptabilidad o el rechazo de los consumidores (**Villeda, 2015**). Los resultados obtenidos de consistencia de las muestras de yogur se presentan en la Tabla 7, el yogur con harina de oca roja presentó una consistencia más espesa (14 cm) a diferencia del yogur con harina de achira y el control (22 cm y 20 cm). Según los yogures fortificados se asocian con las micelas de caseína y se enlazan con la red de gel durante la acidificación de esa manera estabiliza el yogur y le da más consistencia presentando valores de 9,5 de consistencia en 30 s (**Aguilar & Filio, 2014**). En cuanto al yogur con harina de oca roja presentó una estructura más espesa y viscosa en comparación con la muestra de harina de achira y el control. Estudios similares reportado por **Pilataxi (2016)** en la elaboración de un yogur con harina de oca al 10 % presenta una mayor consistencia siendo este más espeso. **Castro Alvarado (2021)** detalla que, añadiendo 2,25 % de harina de oca en el yogur presentó en sus estudios una consistencia de 18,16 cm, con una diferencia significativa en cuanto a la muestra de yogur con harina de oca estudiado, considerando que mientras más porcentaje de harina se adicione menor será el desplazamiento del fluido y mayor su viscosidad.

**Tabla 7.** Consistencia de Bostwick de diferentes muestras.

<b>Muestras</b>	<b>Consistencia (cm)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Yogur Control	20,00±0,50	30	5
Yogur Achira	22,00±0,50	30	5,5
Yogur Oca Roja	14,00±0,50	30	6

### **3.6. Análisis Físicoquímicos**

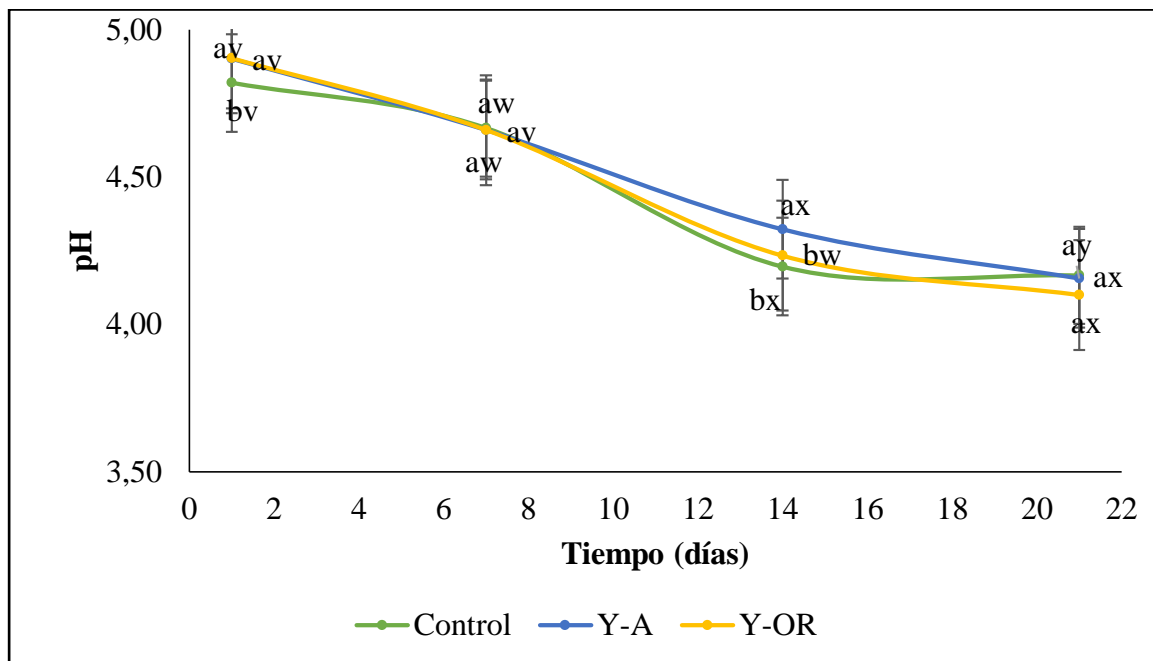
#### **3.6.1. Estabilidad de pH, acidez titulable y Color**

En la Figura 4 se observa la evolución del pH de las muestras de yogur: durante 21 días de almacenamiento, los resultados de pH mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). El pH tiende a decrecer en sus valores durante el almacenamiento, la disminución de pH se debe a la presencia de bacterias ácido-lácticas que continúan con su actividad metabólica, produciendo ácido láctico, de esa manera provoca la acidificación del producto lo cual, causa que el pH disminuya aún a temperaturas de 0 a 5 °C (**Mariangeles, 2021**).

El valor de pH al finalizar el almacenamiento es 4,46 en la muestra control, 4,51 con harina de achira y 4,47 con harina de oca roja, los resultados permiten establecer que el pH obtenido se encuentra dentro de los rangos establecidos para un yogur de buena calidad. Los resultados obtenidos en este estudio son similares debido a que en un yogur con harina de camote presentó un pH 4,4; además, valores de pH de 4,32 se reportaron en un yogur con harina de quinua y camote (**Mera et al., 2019; Z. Á. M. Zambrano & Romero, 2016**), asimismo datos similares se presentaron en un yogur fortificado de harina de arveja presentando pH de 4,37 a 4,49 (**Huaripata & Luis, 2016**). Tanto los valores obtenidos de las tres muestras de yogur como los valores referenciales coinciden con el rango requerido de pH para un yogur, notando que el descenso de pH se ve favorecido dependiendo el tipo de harina utilizada, del porcentaje de fortificación que se haya utilizado (**Ramirez et al., 2019**).



En cuanto a un yogur con adición de harina de yacón con porcentajes de 3 %, 3,86 % y 2,56 % presentó pH de 4,54; 4,68 y 4,69 (Mileib et al., 2012), evidenciando que los valores obtenidos se asemejan a los estudios realizados. La reducción de pH en las muestras de yogur estudiados se le atribuye a la actividad ácido láctica presente en el proceso fermentativo, donde el lactosuero presenta contenido alto de lactosa favoreciendo el crecimiento de las bacterias ácido lácticas provocando el descenso de pH (Z. Á. M. Zambrano & Romero, 2016). Cuando existe disminución de pH en el yogur se produce ácido láctico lo cual las fracciones de caseína se coagulan formando un gel (Huaripata & Luis, 2016).

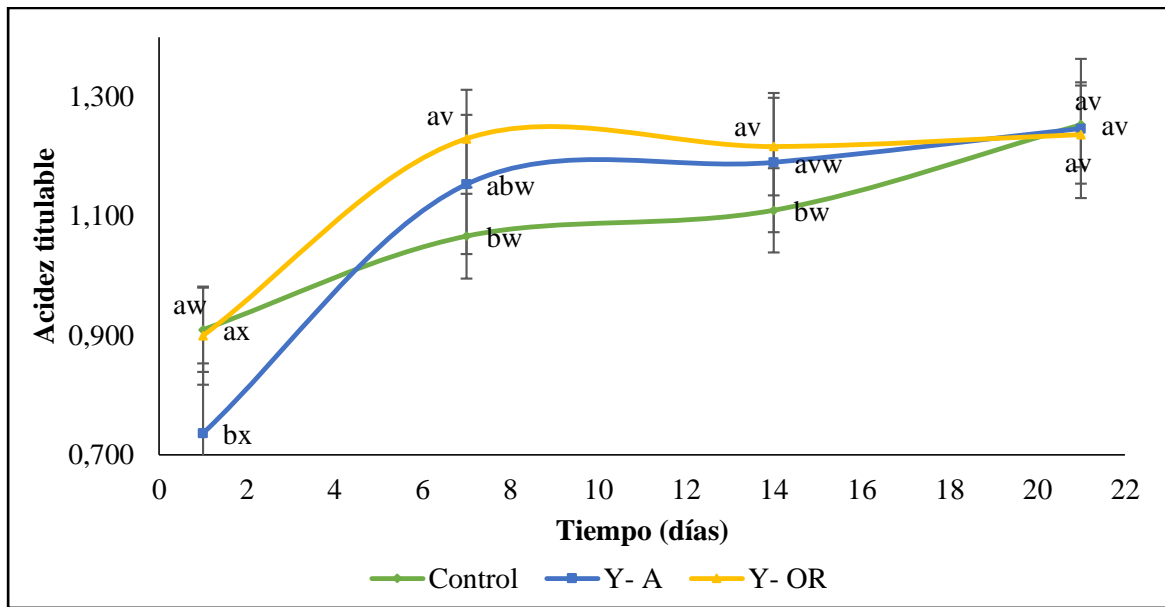


**Figura 4.** Evolución de pH en el yogur desnatado: Control; Y-A (yogur con harina de achira); Y-OR (yogur con harina de Oca Roja), durante 21 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos al mismo día de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes (v, w, x, y) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

La acidez está relacionada inversamente con el pH, por lo tanto, en una disminución de pH la acidez aumenta, entonces la acidez se expresa en ácido láctico siendo una característica importante del yogur (Aryana & Olson, 2017). El comportamiento de la acidez se muestra en la Figura 5, los valores reportados en porcentaje de ácido láctico

muestran que existe diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) durante el periodo de almacenamiento de 21 días. Es importante recalcar que las muestras de yogur se correlacionan negativamente entre el pH y acidez pues, mientras un valor sube el otro parámetro baja. Se observa en la Figura 5 que la acidez de las muestras de yogur aumentó al final del almacenamiento, sin tener una diferencia significativa entre las muestras encontrando valores como 1,25 % en el control, 1,24 % en el yogur con harina de achira y 1,23 % con harina de oca roja, los cambios provocados en la acidez es el resultado de las transformaciones bioquímicas que se desarrolla en el yogur durante su tiempo de almacenamiento.

Detallan que el porcentaje de ácido láctico presente en el yogur comercial varía de 0,8 a 1,8 % (**Siche & Hilario, 2016**), mientras tanto se obtiene valores de 0,81 % de ácido láctico en un yogur control estudiado por **Arias et al. (2019)**. Por otro lado, en un yogur con harina de yacón su acidez varia de 0,76 a 0,95 % (**Mileib et al., 2012**). En yogures comerciales se encontró valores de 1,20 % a 1,76 % de ácido láctico, además, detallan que la acidez de un yogur con harina de oca es 1,04 %, teniendo valores similares al estudio realizado. Por lo tanto, el incremento de ácido láctico se puede atribuir a la presencia de sólidos totales en el yogur (**Salcedo et al., 2018**). La acidez es un parámetro importante para la estabilidad del yogur, por lo tanto la acidez que se forma en el yogur proporciona ácido láctico formando coágulos de caseína brindando una consistencia adecuada para el yogur (**Pilataxi, 2016**).

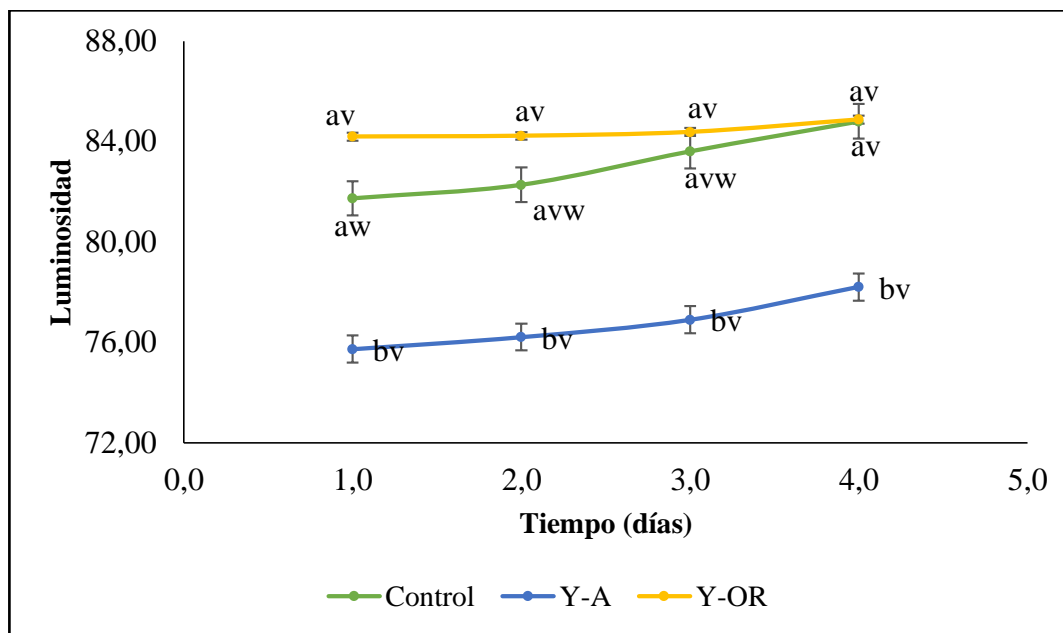


**Figura 5.** Evolución de acidez (% ácido láctico) en el yogur desnatado: Control; Y-A (yogur con harina de achira); Y-OR (yogur con harina de oca roja), durante 21 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.6.2. Color

El color de los yogures es un parámetro importante en cuanto a la aceptabilidad de los consumidores (**HunterLab, 2023**). El comportamiento del yogur con adición de harina de achira y oca roja en cuanto al color tanto en  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (rojos) y  $b^*$  (amarillos) se muestran en las figuras 6, 7 y 8 respectivamente. Por lo cual, en la  $L^*$  (luminosidad) de las muestras de yogur tanto del control y el yogur con harina de oca estuvieron en un rango de 83,11 y 84,41 indicando que presentaron colores claros durante los 21 días de almacenamiento relacionándolos con el color blanco natural característico del producto (**Lange et al., 2020**). En el caso del yogur con harina de achira presentó un valor 76,76 inferior a los otros yogures, la luminosidad en este yogur a diferencia de control se debe a los pigmentos café claro que presenta el yogur, debido probablemente al color original de la harina, **Medina et al. (2023)** detalla que un yogur con adición de carao (*Cassia grandis*) disminuyeron los valores de  $L^*$  por la presencia de pigmentos cafés pero **Macedo y Ramírez & Vélez-Ruíz (2015)** menciona que mientras  $L^*$  se encuentre con

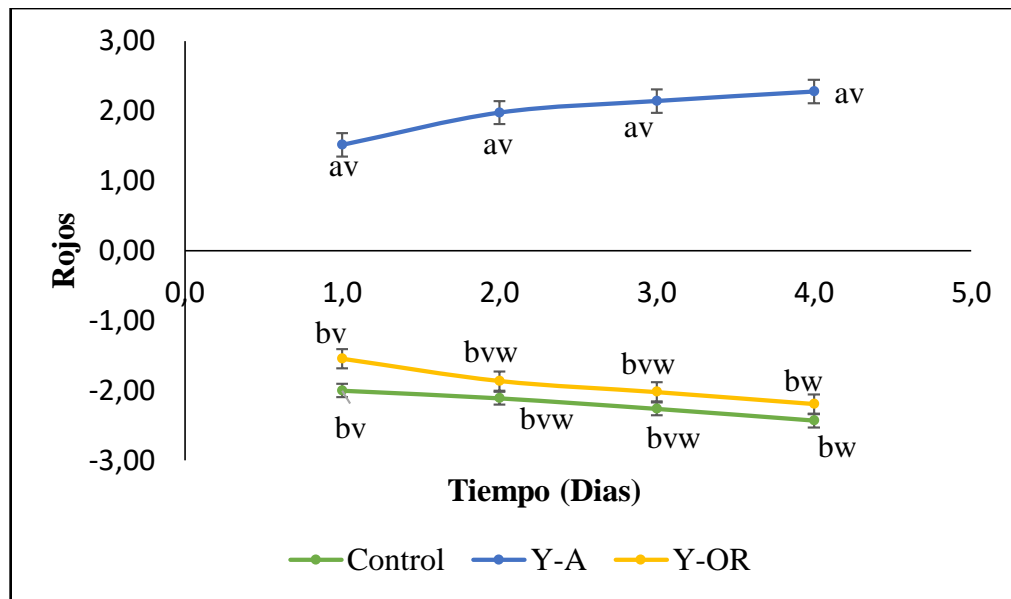
valores superiores a 70 los parámetros están dentro de los blancos y brillantes característicos del yogur.



**Figura 6.** Evolución de Luminosidad ( $L^*$ ) del yogur desnatado: Control; Y-A (yogur con harina de achira); Y-OR (yogur con harina de oca roja), durante 21 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, y) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

En el parámetro de tendencia a los rojos  $a^*$  los resultados se muestra en la Figura 7, se observa que el yogur con harina de oca roja y el control muestra valores negativos, lo que evidencia una tendencia hacia los tonos verdes desde el 1 al día 21 probablemente por la presencia de sinéresis y suero cuyo color característica es verde amarillo (**Hernández & Salazar, 2017**), otro factor que puede ocasionar que el parámetro  $a^*$  tienda a los verdes es la oxidación de los ácidos grasos y la actividad proteolítica que ocurre en los yogures (**Herrera, 2021**) por otro lado el bajo contenido de grasa en el yogur provoca la separación en dos fases, formando un coágulo débil y formación de suero al yogur en el transcurso del almacenamiento de esa manera tienden a valores negativos en el parámetro  $a^*$  (**Vieira et al., 2022**). Otro factor que provoco valores negativos en cuanto al yogur con harina de oca roja es debido a la presencia de riboflavina, esta vitamina provoca que el producto tenga una coloración verdosa (**Alkobeisi et al., 2022**). En cuanto al yogur con harina de

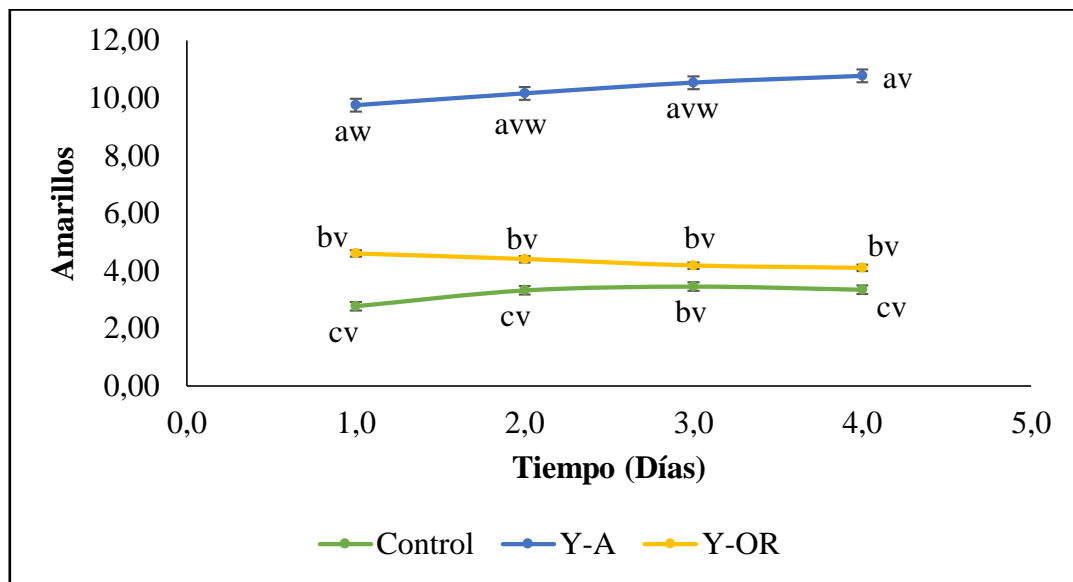
achira se observa que se mantienen valores positivos y tiende hacia los rojos probablemente atribuidos a la presencia de compuestos como carotenoides, también se debe a la presencia de antocianinas y otros parámetro como el color que se encuentra presente en la oca como también en la achira **Medina et al. (2023)** menciona el aumento del parámetro  $a^*$  se puede explicar por la presencia de pigmentación pardusca que tiende a estar relacionado con el yogur elaborado con harina de achira.



**Figura 7.** Evolución de los rojos ( $a^*$ ) del yogur desnatado: Control; Y-A (yogur con harina de achira); Y-OR (yogur con harina de oca roja), durante 21 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

En cuanto al parámetro  $b^*$  el yogur con harina de achira muestra una tendencia hacia los colores amarillos, esto podría deberse a los carotenoides presentes en la materia prima (leche). **Ahmad et al. (2023)** menciona que la tendencia y el aumento de  $b^*$  puede ser asociado a la presencia de antocianinas y carotenos característico de las harinas.. El aumento del parámetro  $b^*$  según **Medina et al. (2023)** se puede atribuir al tiempo de almacenamiento, los niveles de carotenoides presentes, a la oxidación de los lípidos, y al proceso de sinéresis durante el almacenamiento, probablemente este podría ser el efecto

que en el día 21 de almacenamiento la muestra de yogur con harina de achira y control aumentaron significativamente en el parámetro  $b^*$ . en cuanto al yogur con harina de oca roja el parámetro  $b^*$  tiende a los negativos por lo cual, **Santillan & Ruiz (2019)** menciona que la presencia de minerales provoca la oxidación de lípidos en el yogur durante el transcurso del almacenamiento causando la disminución del parámetro  $b^*$ . Estudio realizado por **Arias et al. (2019)** detalla que, en yogures fortificados con harina de trigo, harina de lenteja los amarillos  $b^*$  obtuvieron un comportamiento similar durante 28 días de almacenamiento. Además, en un yogur con harina de patata presentó una tendencia hacia los amarillos esto se debe al color característico de la harina (**Ahmad et al., 2023**).



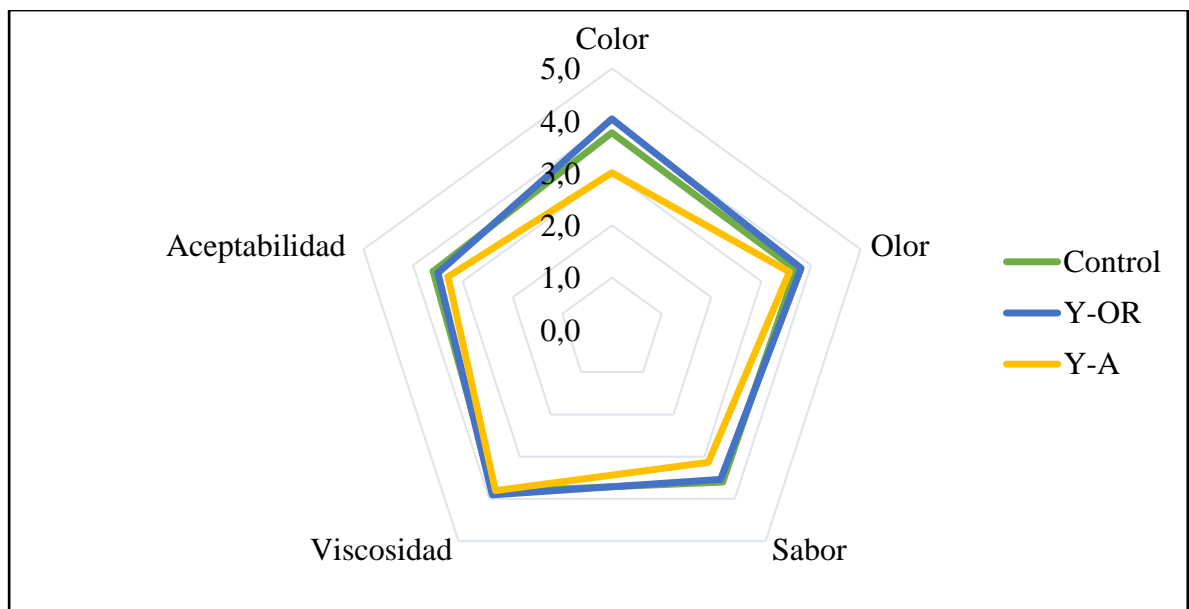
**Figura 8.** Evolución de los amarillos ( $b^*$ ) del yogur desnatado: Control; Y-A (yogur con harina de achira); Y-OR (yogur con harina de oca roja), durante 21 días en almacenamiento en cadena de frío. Medias con letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ( $p \leq 0,05$ ).

Los valores en los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  obtenidos en este estudio respecto al yogur con harina de achira son similares a los observados con la adición de harina de yacón, en el parámetro  $L^*$  presentó una tendencia menor a claros con el aumento de harina, causando menos brillo en el yogur, este factor se puede deber a la coloración de la harina, en cuanto a los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  se encontraban tanto en tendencia a rojos y amarillos dando como resultado un color marrón (**Mileib et al., 2012**).

### 3.7. Análisis Sensorial

El análisis sensorial es un parámetro importante al momento de elaborar un producto alimenticio para que un yogur sea aceptado por los consumidores debe ser analizado sensorialmente en todos sus parámetros como olor, sabor, color, viscosidad, textura (Avalos et al., 2022). Los resultados de la evaluación sensorial se presentan en la Figura 9 en cuanto al yogur con mayor aceptabilidad al ser comparado con el yogur control fue el yogur con harina de oca roja. Además, en los parámetros de viscosidad los yogures con adición de harina de achira como de oca roja presentaron aceptabilidad. Por otro lado, considerado el parámetro de olor, los dos yogures presentaron similitud al control, en cuanto al parámetro de sabor el yogur con harina de oca roja presenta similitud con la muestra control y es aceptado por los consumidores debido a su sabor dulce característico de la oca después de ser expuestas al sol durante 5 días.

En estudios realizados por (Z. Á. M. Zambrano & Romero, 2016) menciona que un yogur con adición del 6 % de harina de camote presentó mayor puntuación en los atributos (aceptabilidad, olor, sabor y viscosidad). Por otro lado, en un yogur con adición de 10 y 20 % de harina de oca presentó, mayor aceptabilidad en los parámetros (color, olor, viscosidad), presentando valores similares al estudio realizado.



**Figura 9.** Análisis del perfil sensorial del yogur desnatado: Control; Y-A (Yogur con harina de achira), Y-OR (Yogur con harina de oca roja), durante 21 días en almacenamiento en cadena de frío.

### **3.8. Verificación de hipótesis**

Una vez realizado el análisis estadístico mediante Tukey y ANOVA en todos los resultados con un nivel de significancia de ( $p \leq 0,05$ ), en donde se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa por lo cual la adición de harina de oca roja (*Oxalis tuberosa*) y achira (*Canna indica*) contribuye a las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y reológicas del yogur desnatado.



## **CAPITULO 4**

### **CONCLUSIONES**

- Los almidones presentes en las harinas de tubérculos actúan de manera positiva en cuanto a la formación de geles en un yogur, además que evita la formación rápida de sinéresis. El presente estudio mostró que en cuanto más cantidad de harina se añade al yogur, más espeso será este, debido a la presencia de amilasas que provocan un efecto espesante de alta calidad, pues al yogur desnatado se agregó 0,9 % de harina tanto de achira como de oca roja donde se observó efectos positivos.
- La harina de achica y oca roja en el yogur desnatado provocó efectos positivos en las propiedades fisicoquímicas el cual, mejoró el proceso de acidificación en menor tiempo de fermentación, alcanzando un pH 4,6 óptimo para el yogur. En cuanto a las propiedades reológicas se presentó una buena formación de gel. Además, en la composición proximal se pudo observar que aumenta el contenido de proteínas y fibra, sobre todo proporcionó valores mínimos de grasa; por estas características mencionadas las harinas constituyen una alternativa para la elaboración de productos proporcionando propiedades nutritivas y funcionales para la salud de los consumidores.
- En una evaluación sensorial se observó que el yogur con adición de harina de oca roja tuvo mayor aceptación en los parámetros olor, sabor, color y viscosidad, similar al yogur desnatado natural en cuanto al yogur con harina de achira, de hecho, la harina de oca roja en el yogur no genera efectos negativos en cuanto a los parámetros sensoriales esto se debe a la presencia de un buen color y sabor característicos de una oca dulce, en cuanto al yogur con harina de achira su color no fue agradable a la vista por la pigmentación característica de lo harina.

### **RECOMENDACIONES**

- Realizar un análisis microbiológico del yogur con harinas de cultivos andinos para establecer su vida útil.

- Utilizar las harinas de cultivos andinos en la elaboración de otros productos por las propiedades nutricionales que estas presentan.

## MATERIAL DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas

- Aguilar, A. M., & Filio, H. S. R. (2014). *Evaluación del concentrado de lactosuero, en el desarrollo de un yogurt batido, parcialmente deslactosado y bajo en calorías*
- Ahmad, I., Xiong, Z., Xiong, H., Aadil, R. M., Khalid, N., Lakhoo, A. B. J., . . . Khan, R. S. (2023). *Physicochemical, rheological and antioxidant profiling of yogurt prepared from non-enzymatically and enzymatically hydrolyzed potato powder under refrigeration. Food Science and Human Wellness, 12(1), 69-78. doi:https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.024*
- Akintayo, O. A., Dudu, O. E., Awoyale, W., Gerrano, A. S., Odunlade, T. V., Njobeh, P. B., & Oyeyinka, S. A. (2023). Chapter 16 - *African fermented root and tuber-based products*. In O. A. Adebo, C. E. Chinma, A. O. Obadina, A. G. Soares, S. K. Panda, & R.-Y. Gan (Eds.), *Indigenous Fermented Foods for the Tropics* (pp. 265-283): Academic Press.
- Alkobeisi, F., Varidi, M. J., Varidi, M., Nooshkam, M. J. F. S., & Nutrition. (2022). *Quinoa flour as a skim milk powder replacer in concentrated yogurts: Effect on their physicochemical, technological, and sensory properties. 10(4), 1113-1125.*
- AOAC 711.02.023. (2015). *Determinación de humedad en los alimentos* [https://www.academia.edu/9336577/PRT\\_711\\_02\\_023\\_Rev\\_1\\_Humedad\\_en\\_alimentos](https://www.academia.edu/9336577/PRT_711_02_023_Rev_1_Humedad_en_alimentos).
- AOAC 930.30. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International (20th Edition)*.
- Ardiles, M. (2019). *Virtudes nutricionales y terapéuticas de la oca y el olluco. Alimentación y salud.*
- Arévalo, M. A. (2017). *Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y térmicas de almidón de oca (Oxalis tuberosa).*

- Arias, L. D., Molina, H. J. B., & Andrade, M. M. M. (2019). *Evaluación del potencial de uso de epicarpio de maracuyá deshidratado (Passiflora edulis f. flavicarpa O. Deg.) en la formulación de yogurt. Revista UDCA Actualidad Divulgación Científica* 22(1).
- Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2017). A 100-Year Review: *Yogurt and other cultured dairy products. Journal of Dairy Science*, 100(12), 9987-10013. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2017-12981>
- Avalos, G. C., Daza, G. J., Delfín, A. L., Gamboa, Z. J., & Health, P. (2022). *Evaluación de la aceptación de yogurt de fresa, aplicando mapeo de preferencias. %J Journal of Neuroscience*, 2(2), 225-234.
- Barrera, V. H. (2003). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* (Vol. 4): International Potato Center.
- Basantes Vizcaíno, T. F., Aragón Suárez, J. P., & Albuja Illescas, L. M. (2022). *Cultivos Andinos de importancia agro productiva y comercial en la Zona 1 del Ecuador*. In.
- Bhardwaj, A., Purohit, S., & Sharma, V. (2023). Chapter 17 - *Asian fermented root and tuber-based products*. In O. A. Adebo, C. E. Chinma, A. O. Obadina, A. G. Soares, S. K. Panda, & R.-Y. Gan (Eds.), *Indigenous Fermented Foods for the Tropics* (pp. 285-296): Academic Press.
- Borbón, J. (2019). *La historia de las plantas Severaflor*.
- Bush, D., & Keener, K. (2011). *Tecnologías de la conservación y el procesamiento de los alimentos. Department of Food Science 745 Agriculture Mall Drive West Lafayette, IN 47907*.
- Bustillo, M. V., & Zelaya, M. V. V. J. R. C. y. T. E. H. (2019). *Yogurt natural a partir de leche con suero lácteo a escala de laboratorio*, Universidad Nacional de Ingeniería, Sede Regional del Norte, Estelí Nicaragua. 9(1), 59-68.
- Cabezas, N. M., Cuadrado, A. Z., Maigua, I. S., & Hernández, P. A. J. R. (2021). *Composición Química, Morfología Y Propiedades Tecnológicas De Los Almidones Nativos De Origen Andino: Una Revisión Sistemática*. 1(2), 45-57.

- Caicedo, W., Moya, C., Tapuy, A., Caicedo, M., & Perez, M. J. R. d. I. V. d. P. (2019). *Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento*. 30(2), 580-589.
- Capilla. (2022). *La Achira un alimento desconocido*. CódigoCBA.
- Cartay, R. (2020). *Achira (Canna indica) sagú, bijao o capacho: alimento y medicina*. *Enciclopedia amazónica*.
- Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, J. M. J. R. B. d. Q. (2022). *Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de oxalis tuberosa, "oca" cultivados en Bolivia*. 39(2), 18-29.
- Castro, A. C. A. (2021). *Determinación de las propiedades reológicas, texturales y físicas de las semillas de chía (salvia hispánica) y almidón de oca (oxalis tuberosa) modificado en un yogurt batido*.
- Castro Alvarado, C. A. (2021). *Determinación de las propiedades reológicas, texturales y físicas de las semillas de chía (salvia hispánica) y almidón de oca (oxalis tuberosa) modificado en un yogurt batido*.
- Chandan, R. C. (2017). Chapter 2 - *An Overview of Yogurt Production and Composition*. In N. P. Shah (Ed.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (pp. 31-47): Academic Press.
- Chandan, R. C., Gandhi, A., & Shah, N. P. (2017). Chapter 1 - *Yogurt: Historical Background, Health Benefits, and Global Trade*. In N. P. Shah (Ed.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (pp. 3-29): Academic Press.
- Chero, M. J. S., Chero, J. A. S., & Zamora, W. M. (2019). *Consistencia de algunas pastas de tomate (Lycopersicum esculentum Miller) del mercado de Piura*. UCV-HACER. *Revista de Investigación y Cultura*, 8(3), 11-16.
- CIL. (2020). *La canasta básica de lácteos*. Centro de la Industria Láctea del Ecuador.
- CIL. (2021). *Industria láctea nacional, con buen pronóstico para segundo trimestre de 2021*. CIL Ecuador.
- Cuéllar, J. (2022). *Medición e importancia de los parámetros de calidad en la leche*. Veterinaria Digital.

- Dereje, B. (2021). *Composition, morphology and physicochemical properties of starches derived from indigenous Ethiopian tuber crops: A review. International Journal of Biological Macromolecules*, 187, 911-921. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.07.188>
- Erazo, F. M. E., Lucas, M. Á. A., & Vallejo, W. J. Y. J. S. (2021). *Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico bifidobacterium spp. formulado con jalea de uvilla y harina de quinua*. 16(2), 108-121.
- Esther, O. T., Awolu, O. O., & Ayo-Omogie, H. N. (2023). *Quality Characterization of Functional Soy-Based Yoghurt Incorporated with Scent Leaf (Ocimum gratissimum) Essential Oil Microcapsules. Food Chemistry Advances*, 100336. doi:<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100336>
- Estrada, R. K. D. (2020). *Producción y obtención de almidón de achira Canna edulis con fines comerciales en el municipio de Algeciras Huila*.
- Flórez, E., Castro, Y., Altamar, T., & Machacón, A. (2019). *Obtención de una mezcla de harinas panificable a partir de tubérculos yuca (Arizona) y ñame (Dioscorea Alta) cultivados en el departamento del Atlántico. GIPAMA*.
- Hernández, G. P., & Salazar, M. B. (2017). *Efecto de las betalaínas y fenoles solubles totales de pitahaya (Hylocereus polyrhizus) como antioxidantes en yogur*.
- Hernandez, S. A., Ralda, C. I., Godoy, A. J., Polanco, E. A., & Pérez, H. R. J. C., Tecnología y Salud. (2019). *Evaluación de dos fórmulas de yogurt enriquecido con harina de Acheta domesticus y harina de Brosimum alicastrum Swartz, como alimentos complementarios*. 6(1), 43-52.
- Herrera, M. D. (2021). *Efecto del uso de endulzantes en las características fisicoquímicas y sensoriales en el yogur griego*.
- Hoyos, O. C. Y., & Montes, M. J. d. C. (2018). *Desarrollo de un yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera (aloe barbadensis)*.
- Huaripata, C. J. J., & Luis, B. R. A. (2016). *Efecto de la adición de fibra dietaria de arveja (Pisum Sativum) en las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt simbiótico*.
- HunterLab. (2023). *Medicion del color del yogur. HUNTERLAB*.

- Hussein, Z. E. H., Silva, J. M., Alves, E. S., Castro, M. C., Ferreira, C. S. R., Chaves, M. L. C., . . . Development. (2021). *Technological advances in probiotic stability in yogurt: a review*. 10(12), e449101220646-e449101220646.
- Juarez, C. (2020). *Cultivos andinos: Protagonistas funcionales. The food Tech*.
- Juárez, E. M., E, López, G., & León, M. (2017). *Evaluación de la actividad y estabilidad antioxidante de un yogur funcional a base de proteína de nuez (Carya illinoensis) durante su vida de anaquel en refrigeración. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2.
- Lange, I., Mleko, S., Tomczynska-Mleko, M., Polishchuk, G., Janas, P., & Ozimek, L. (2020). *Technology and factors influencing Greek-style yogurt—a Review*.
- Lobo, A. M., Medina, C. C. I., Grisales, A. J. D., Yepes, A. A. F., & Álvarez, G. J. A. (2017). *Caracterización y evaluación morfológicas de la colección colombiana de achira, Canna edulis Ker Gawl.(Cannaceae)*. 18(1), 47-73.
- López, P. I. G., Zambrano, Á. M. Z., Rosado, C. F. R., & Peña, A. M. J. L. T. (2018). *Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote*. (19), 47-60.
- Luziatelli, G., Sørensen, M., & Jacobsen, S.-E. (2020). *Current uses of Andean Roots and Tuber Crops in South American gourmet restaurants. International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100270. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100270>
- Macedo y Ramírez, R. C., & Vélez-Ruíz, J. F. J. I. t. (2015). *Propiedades fisicoquímicas y de flujo de un yogur asentado enriquecido con microcápsulas que contienen ácidos grasos omega 3*. 26(5), 87-96.
- MAGNESOL. (2020). *La oca, un tubérculo nutritivo que brinda grandes beneficios Nutrición*.
- Mambuscay, B. V., Rendón, J. F. L., & Borray, G. A. R. J. A. M. (2022). *Effect of fertilization on rhizome and starch yield of achira (Canna edulis, Ker) in Nariño, Colombia*. 33(3), 17.
- Mariangeles. (2021). *Importancia del pH en la elaboración del yogur. GIMIN*.
- Medina, L., Aleman, R. S., Cedillos, R., Aryana, K., Olson, D. W., Marcia, J., & Boeneke, C. (2023). *Effects of carao (Cassia grandis L.) on physico-chemical,*

- microbiological and rheological characteristics of yogurt. LWT, 183, 114891.*  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114891>
- Mendieta Romero, Y. M. (2020). *Análisis comparativo de macronutrientes entre el yogurt elaborado con extracto de Lupinus Mutabilis “Tarwi”, con el yogurt artesanal e industrializado.*
- Mendoza, R., Guerrero, S., & Herrera-Chávez, B. J. R. D. N. (2021). *Reología del yogurt: efectos de las operaciones unitarias en el procesamiento y uso de aditivos. 4(1), 151-163.*
- Mera, J. A. B., Verduga, G. C. V., Andrade, V. V. A., Muñoz, W. A. G., & Mendoza, J. G. J. L. T. (2019). *Evaluación de parámetros físico-químicos y organolépticos de una leche fermentada enriquecida con quinua (Chenopodium quinoa). (22), 35-46.*
- Mileib, V. C., Rodrigues, M. V. P., & Paes, C. J. B. (2012). *Yogur bajo en calorías añadido con harina de yacón: desarrollo y evaluación físico-química. %J Revista chilena de nutrición 39(3), 65-71.*
- Morillo, A. C., Morillo, C., & Leguizamo, M. (2019). *Caracterización morfológica y molecular de Oxalis tuberosa Mol. en el departamento de Boyacá. Revista Colombiana de Biotecnología, 21(1), 18-28.*
- Muimba, K. A. (2018). Chapter 9 - *Root and Tuber Crops. In A. Muimba-Kankolongo (Ed.), Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa (pp. 123-172): Academic Press.*
- Narváez, A. (2015). *Caracterización bromatológica y microbiológica de yogurt con diferentes dosificaciones de edulcorante natural estevia (Stevia rebaudiana bertonii).* In: Obtenido de Universidad Nacional de Loja: <http://dspace.unl.edu.ec>.
- NTE-INEN-ISO 488. (2014). *Leche. Determinacion del contenido de grasa. Butirometros Gerber.*
- NTE-INEN 013. (2012). *Leche. Determinacion de la acidez titulable.*
- NTE INEN 09. (2012). *Leche cruda. Requisitos.*

- NTE INEN 16. (2015). *Leche y productos lácteos. Determinación de contenido de nitrógeno. Método Kjeldahl.*
- NTE INEN 522. (2013). *Determinación de Fibra.* Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN 2395. (2011). *Leches fermentadas. Requisitos,* Pub. L. No.
- Núñez, C. L. M., & Saavedra, C. N. (2019). *Efecto de la carragenina y la sacarosa en la actividad de agua del yogur.* Paper presented at the Anales Científicos.
- Ore, A. F., Muñoz, C. R. V., Ruiz, R. A., & Corilla, F. D. D. (2022). *Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de Oxalis tuberosa Mol. y jugo de Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer tratado térmicamente.* Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 6(18), 545-556.
- Ore, F., Aguirre, L., & Ticsihua, J. (2020). *Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (Oxalis Tuberosa) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina.* Revista de investigación en Ciencias Agronomicas y Veterinarias.
- Ortega, M. C., Mojica, R. S. L., Vergara, N. E. V., & Sotelo, C. P. (2020). *Entomofauna asociada al cultivo de achira Canna indica (Cannaceae) en tres zonas de Colombia.* Revista Colombiana de Entomología, 46(1).
- Pacheco, Y. E. G., Stand, L. I. M., Pinto, N. G. M., Obeso, M. A. C., & Botero, L. A. J. I. C. (2021). *Efecto de la inclusión de hojas de amaranto (Amaranthus dubius) en las propiedades de un yogurt frutado.* 17(1).
- Pang, B., Wang, S., Chen, W., Hassan, M., & Lu, H. (2020). *Effects of flow behavior index and consistency coefficient on hydrodynamics of power-law fluids and particles in fluidized beds.* Powder Technology, 366, 249-260. doi:<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.01.061>
- Parra, H. (2015). *Evaluation of starfruit, stevia, and inulin adding in yogurt.* %J Cultura Científica(13), 58-67.
- Pérez, Y. B., Garzón, M. A. B., Leal, I. C. P., Vásquez, S. T. Q., & Vargas, J. V. J. R. V. I. (2017). *Caracterización y potencial uso de la raíz achira (Canna Edulis Ker).* 4(1), 89-97.
- Pilatáxi, C. A. (2016). *Utilización de la Oca (Oxalis Tuberosa) para la elaboración de yogurt.*



- Ramirez, N., Cerón, A., Gómez, J., & Sosa, M. (2019). *Propiedades fisicoquímicas de kéfir elaborado a partir de leche fortificada con harina de arroz y quinua. Investigacion y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 4.*
- Ramos, J., Barazarte, H., & Pernalete, M. J. A., Sociedad y Ambiente. (2019). *Evaluación sensorial de un yogurt probiótico aplicando pruebas de consumidores. 2(13), 48-67.*
- Reyes, R. D. R., Cosío, E. C., del Villar, L. A. S., & Valero, E. C. J. R. C. C. y. T. (2021). *Elaboración de yogur con almidón de sagú (Maranta arundinacea L.) como sustituto lácteo. 21(32).*
- Salazar Garcés, D. M. (2022). *Caracterización y aptitud tecnológica de residuos agroindustriales y cultivos andinos para el diseño y desarrollo de alimentos.*
- Salcedo, S. A. S., Vanegas, L. P. M., Castillo, M., & Huertas, R. A. P. (2018). *Características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur con almíbar y pétalos de rosas en refrigeración. Alimentos Hoy, 26(44), 2-17.*
- Sánchez, M. A. E. (2018). *Efecto de la adición de harina de melloco (Ullucus Tuberosus) variedad amarillo (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...,*
- Sánchez, S. S. C., López, W. E. R., & Rojas, M. P. R. J. R. S. d. p. a. (2020). *Caracterización del almidón de sagú (Canna indica) fermentado para la implementación de procesos agroindustriales. 11(2), 23-51.*
- Santillan, E., & Ruiz, J. F. V. J. R. C. d. I. A. (2019). *Evaluación de propiedades fisicoquímicas y físicas de dos alimentos lácteos (yogur y queso) enriquecidos con nanopartículas de Ca, Fe y Zn. 6(1), 52-80.*
- Saranraj, P., Behera, S. S., & Ray, R. C. (2019). Chapter 7 - *Traditional Foods From Tropical Root and Tuber Crops: Innovations and Challenges.* In C. M. Galanakis (Ed.), *Innovations in Traditional Foods* (pp. 159-191): Woodhead Publishing.
- Siche, N. H. R., & Hilario, C. B. C. J. I. (2016). *Comparación de las características de calidad de los yogures artesanales y de marca expendidos en Chimbote, 2016. 2(2), 408-423.*

- Torres, A., Dzul, J., García, M., Lobato, C., & Herrera, C. J. I. y. D. e. C. y. T. d. A. (2016). *Efecto de almidones nativos sobre las propiedades del yogurt de leche de cabra*. 1(2), 459-464.
- Vera, J. C. I. (2022). *Elaboración de bebida tipo yogur a base de leche de vaca y leche de arroz (Oryza sativa) Enriquecido Con Harina De Cáscara De Chocho (Lupinus mutabilis) como fuente de calcio y fibra y edulcorado con yacón (Smallanthus*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Verruck, S., Balthazar, C. F., Rocha, R. S., Silva, R., Esmerino, E. A., Pimentel, T. C., . . . Prudencio, E. S. (2019). *Chapter Three - Dairy foods and positive impact on the consumer's health*. In F. Toldrá (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 89, pp. 95-164): Academic Press.
- Vieira, E. D. F., Styles, D., Sousa, S., Santos, C., Gil, A. M., Gomes, A. M., & Vasconcelos, M. W. (2022). *Nutritional, rheological, sensory characteristics and environmental impact of a yogurt-like dairy drink for children enriched with lupin flour*. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 100617. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100617>
- Vilarrasa, A. (2022). *Propiedades de la Oca Mejor con Salud*.
- Villeda, C. M. (2015). *Elaboración de yogur estilo griego con diferentes porcentajes de ATECAL, leche en polvo y horas de desuerado*.
- Wong, S.-S., Wicklund, R., Bridges, J., Whaley, J., & Koh, Y. B. (2020). *Starch swelling behavior and texture development in stirred yogurt*. *Food Hydrocolloids*, 98, 105274. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105274>
- Yana, G. (2020). *Group of yam oca roots*. Shutterstock.
- Yapias, R. J. M., Astete, J. M. A., Uscuchagua, Y. Y. C., & Sánchez, M. C. R. J. R. T.-E. (2022). *Características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón): Una revisión*. 34(2), 41-51.
- Zambrano, L. (2021). *El preferido del paladar y el bolsillo*. *Diario Expreso*.
- Zambrano, Z. Á. M., & Romero, R. C. F. (2016). *Influencia del lactosuero dulce y harina de camote (Ipomoea batatas) en la calidad fisicoquímica y sensorial de una bebida láctea fermentada*. Calceta: ESPAM,

- Zhu, F., & Cui, R. (2019). *Comparison of molecular structure of oca (Oxalis tuberosa), potato, and maize starches. Food Chemistry, 296, 116-122.*  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.192>
- Zhu, F., & Cui, R. (2020). *Comparison of physicochemical properties of oca (Oxalis tuberosa), potato, and maize starches. International Journal of Biological Macromolecules, 148, 601-607.*  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028>

## ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de análisis de proteína, fibra y grasa (LACONAL).



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

### CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01005  
R01-7.8.01  
Pág.: 1 de 1

<b>Certificado No: 23-078</b>						
Solicitud N°: 23-078	<small>R01-7.8.01</small>					
Fecha recepción: 17 de Mayo de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 18 al 24 de Mayo de 2023					
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	C.I./RUC: 1804393310					
Representante: ANGELA GABRIELA MORENO TUBON	Tlf: 0990800625					
Dirección: PILLARO	E mail: amoreno3310@uta.edu.ec					
Ciudad: PILLARO						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Yogur desnatado con achira; Yogur desnatado con oca roja	Peso: 200g cada muestra					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Envase plástico					
Lote: n/a	No de muestras: dos					
F. Eib.: 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					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Yogur desnatado con Achira	07823171	Ninguna	Proteína, Kjeldhal	AOAC 991.2. Ed. 21, 2019	% (Nx6,25)	3,08
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	2,09
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	2,63
Yogur desnatado con Oca Roja	07823172	Ninguna	Proteína, Kjeldhal	AOAC 991.2. Ed. 21, 2019	% (Nx6,25)	3,09
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	2,12
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 21, 2019	%	2,50

**Anexo 2.** Modelo de hoja de cata para tres muestras control y con harinas (achira y oca roja).

**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.
- sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continúe con la siguiente muestra.

Característica	Alternativa	Muestras		
		Muestra 1 (YDC0)	Muestra 2 (YDOR)	Muestra 3 (YDA2)
<b>COLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>OLOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>SABOR</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>TEXTURA</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			
<b>ACEPTABILIDAD</b>	1. Me disgusta mucho			
	2. Me disgusta			
	3. Ni me gusta ni me disgusta			
	4. Me gusta			
	5. Me gusta mucho			

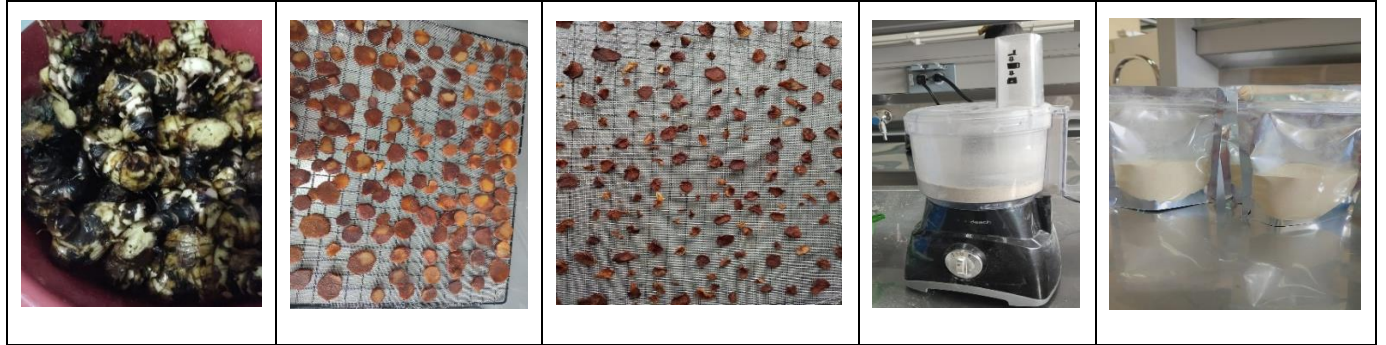
**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**



**Anexo 3.** Obtención de la harina de achira (Canna Indica).



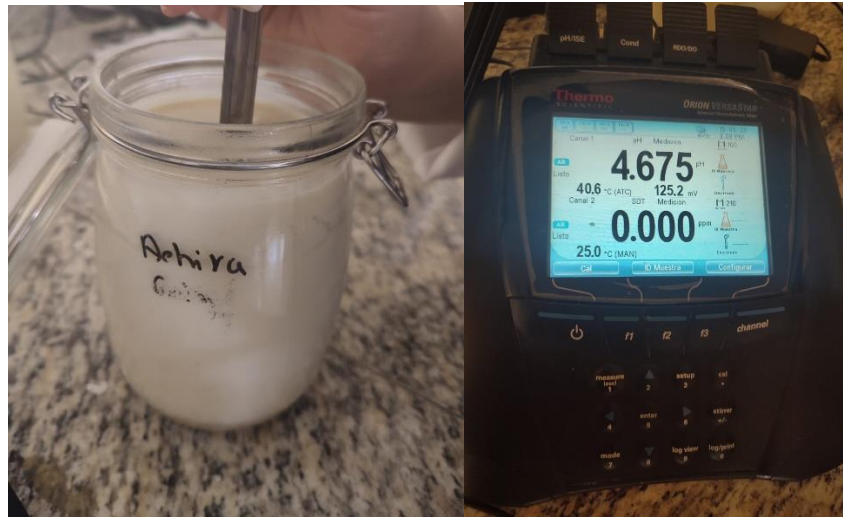
**Anexo 4.** Obtención de la harina de oca roja (Oxalis tuberosa).



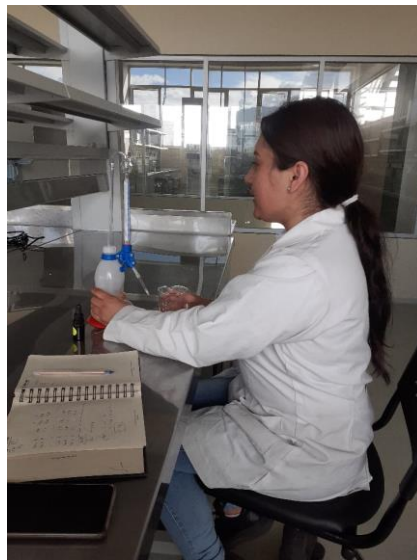
**Anexo 5.** Elaboración del yogur desnatado con adición del 0,9% de harinas de cultivos andinos.



**Anexo 6.** Medición del pH del yogur con harina de achira (*Canna Indica*).



**Anexo 7.** Análisis de la acidez titulable del yogur con harinas.



**Anexo 8.** Determinación de la viscosidad del yogur con harinas.



**Anexo 9.** Determinación de cenizas del yogur con harinas.



**Anexo 10.** Determinación de la consistencia del yogur con harinas.



**Anexo 11.** Peso de muestra de yogur en gramos.



