



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**

CARRERA DE ALIMENTOS

Efecto del uso de harinas de cultivos andinos camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur desnatado.

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

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

Autora: Karol Lizeth Hidalgo Castro

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 Pérez, Ph.D

C.I. 1803321502

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Karol Lizeth Hidalgo Castro, 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.



Karol Lizeth Hidalgo Castro

C.I. 2350184996

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.



Karol Lizeth Hidalgo Castro

C.I. 2350184996

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para consistencia firman:

Presidente del Tribunal

Diego Manolo Salazar Gárces Ph.D.

C.I. 1803124294

Dr. Manuel Israel Guanoquiza Rivera

C.I. 0502966377

Ambato, 24 de agosto del 2023

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación en primer lugar a Dios quien ha sido mi guía y por darme la fuerza necesaria todo este tiempo para culminar mi carrera profesional.

A mis padres Ricardo y Rosa, por su confianza, amor incondicional y por creer en mi desde el primer día que empecé este caos llamado vida universitaria. Gracias por enseñarme a no rendirme y afrontar las dificultades con la cabeza en alto.

A mis hermanos Jeffrey y Brianna, fueron el principal motivo para seguir adelante, en especial a mi hermano, gracias por depositar su confianza en mí y brindarme su apoyo moral muchas veces cuando sentía que no podía. Mi pequeña Brianna, por cada sonrisa que me brindabas cuando me sentía cansada.

A Carlos, por su amor, apoyo incondicional y por estar a mi lado en los momentos de incertidumbre y cansancio. Gracias por creer en mi cuando ni yo lo hacía.

Finalmente, a Vero, Mary y Steffy, quienes vivieron de cerca todo este proceso, por estar presente tanto en los momentos felices y los más difíciles brindándome palabras de aliento.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a Dios quien me daba fuerzas para no desfallecer en el intento y por rodearme personas que han llegado a ser muy importantes en esta etapa.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por haberme dado la oportunidad de formarme académicamente como profesional.

Al grupo de investigación G+ Bioofood and Engineering por aceptarme como tesista para el desarrollo de la presente investigación.

A todos los docentes que me ayudaron a formarme como profesional, en especial a la Dra. Alejandra Sánchez, al director del grupo de investigación PhD. Diego Salazar y a mi tutor Esteban Fuentes Ph.D por su paciencia y guía ya que sin ello este trabajo no lo hubiese logrado.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|---|-------------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR | ii |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | iii |
| DERECHOS DEL AUTOR | iv |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| RESUMEN EJECUTIVO | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| CAPÍTULO I | 1 |
| MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1. Antecedentes investigativos | 1 |
| 1.1.2. Camote amarillo (<i>Ipomoea batata</i>)..... | 2 |
| 1.1.3. Oca amarilla (<i>Oxalis tuberosa</i>)..... | 3 |
| 1.1.4. Yogur..... | 5 |
| 1.2. Objetivo general..... | 6 |
| 1.3. Objetivos específicos..... | 6 |
| CAPÍTULO II | 8 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 8 |
| Materiales..... | 8 |
| 2.1. Materia prima | 8 |
| 2.1.2. Cultivos andinos | 8 |
| 2.2. Métodos..... | 8 |
| 2.2.2. Determinación de la concentración óptima de harina en yogur..... | 8 |
| 2.2.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas, composición proximal y propiedades reológicas del yogur desnatado | 8 |
| 2.2.4. Preparación de la leche | 8 |
| 2.2.5. Determinación de la composición proximal de la leche | 9 |
| 2.2.6. Obtención de harinas a partir de cultivos andinos | 9 |
| 2.2.7. Elaboración del yogur desnatado con adición de harina de camote y oca amarilla. . | 9 |
| 2.2.8. Análisis físico químico de las muestras de yogur desnatado | 9 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.9. Determinación de la composición proximal del yogur desnatado | 10 |
| 2.2.11. Color..... | 14 |
| 2.2.12. Análisis sensorial | 14 |
| 2.2.13. Análisis estadístico | 14 |
| 2.3. Hipótesis | 15 |
| CAPÍTULO III..... | 16 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 16 |
| 3.2. Análisis preliminar | 16 |
| 3.3. Análisis proximal | 16 |
| 3.4. Análisis fisicoquímicos | 18 |
| 3.5. Color | 21 |
| 3.6. Consistencia | 23 |
| 3.7. Viscosidad..... | 24 |
| 3.8. Análisis sensorial | 26 |
| CAPÍTULO IV | 28 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 28 |
| 4.2. CONCLUSIONES | 28 |
| 4.3. RECOMENDACIONES | 29 |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| 6. ANEXOS | 35 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Taxonomía del camote..... | 2 |
| Tabla 2. Capacidad de las harinas para formar un yogur estable | 16 |
| Tabla 3. Composición proximal, contenido calórico, pH y acidez de las muestras de yogur desnatado: yogur con harina de oca amarilla, yogur con harina de camote amarillo y control. | 18 |
| Tabla 4. Análisis de acidez titulable y pH del yogur desnatado control, yogur con harina de oca amarilla y yogur con harina de camote amarillo..... | 19 |
| Tabla 5. Consistencia de Bostwick de las muestras control, yogur con harina de oca amarilla y yogur con harina de camote amarillo..... | 24 |
| Tabla 6. Coeficientes de correlación de las muestras de yogur. | 26 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Taxonomía local de la oca. | 4 |
| Figura 3. pH de yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras ($p \leq 0.05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$) | 20 |
| Figura 4. Cambios en la acidez titulable (%ácido láctico) de yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$)..... | 20 |
| Figura 5. Luminosidad (L^*) del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras. Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$)..... | 22 |
| Figura 6. Rojos (a^*) del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras entre muestras ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$). .. | 22 |
| Figura 7. Amarillos (b^*) del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$)..... | 23 |

Figura 8. Viscosidad del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días.26

Figura 9. Evaluación sensorial del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo).27

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación de titulación presenta un estudio sobre el efecto del uso de harinas de cultivos andinos camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur desnatado. El objetivo del estudio es valorizar estos tubérculos andinos para obtener ingredientes alimentarios con componentes beneficiosos y evaluar su viabilidad por medio del análisis de las propiedades nutricionales, sensoriales y reológicas del yogur.

Se determinó la proporción óptima de harinas de cultivos andinos, se analizó las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogur, y se evaluó su calidad sensorial mediante una prueba de aceptación. Se encontró que las harinas de oca amarilla y camote amarillo con una adición del 0,9 por ciento formaron geles estables en el yogur sin problemas de viscosidad y sinéresis. Además, se observaron diferencias significativas en la composición proximal, con un aumento en el contenido de proteínas, grasa y fibra en los yogures con harinas de oca amarilla y camote amarillo. Estos análisis se realizaron durante 20 días a una temperatura de almacenamiento de 4 grados centígrados.

Finalmente, con los resultados obtenidos se determinó que la concentración óptima de harina es del 0,9 por ciento y que esto mejora la viscosidad y la formación de gel del yogur. El yogur con harina de camote amarillo fue preferido por los panelistas en términos de consistencia y viscosidad; por ende, se puede argumentar que la adición de las harinas es útil para enriquecer el yogur desnatado y otorga un valor nutricional como fuente de fibra dietética.

Palabras clave: alimentos funcionales, camote amarillo, cultivos andinos, fibra dietética, nutrición, oca amarilla, tubérculos andinos.

ABSTRACT

This degree research presents a study on the effect of flours from Andean crops, yellow sweet potato (*Ipomoea batata*), and yellow oca (*Oxalis tuberosa*) in the production of skimmed yogurt. The study aims to valorize these Andean tubers to obtain food ingredients with beneficial components and evaluate their viability by analyzing yogurt's nutritional, sensory, and rheological properties.

The optimal proportion of Andean crop flours was determined, the physicochemical and rheological properties of the yogurt were analyzed, and its sensory quality was evaluated through an acceptance test. It was found that yellow oca and yellow sweet potato flours with an addition of 0,9 percent formed stable gels in the yogurt without viscosity and syneresis problems. In addition, significant differences in proximate composition were observed, with increased protein, fat, and fiber content in yogurts with yellow oca and yellow sweet potato flours. These analyses were carried out for 20 days at a storage temperature of 4 degrees Celsius.

Finally, with the results obtained, it was determined that the optimum flour concentration is 0,9 percent, improving the viscosity and gel formation of the yogurt. The panelists preferred yogurt with yellow sweet potato flour in terms of consistency and viscosity; therefore, it can be argued that adding flour helps improve the viscosity and gel formation of the yogurt.

Keywords: functional foods, yellow sweet potato, andean crops, fiber, nutrition, yellow oca, andean tubers.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

En los últimos años los alimentos funcionales han tomado mayor protagonismo, por lo que los mercados actuales se han visto inmiscuidos en la creación y desarrollo de nuevos alimentos tradicionales con características funcionales y componentes beneficiosos. Se conoce que el uso y consumo de harinas procesadas a partir de cultivos andinos permite obtener productos con un alto contenido nutricional de carbohidratos, vitaminas y minerales (Salazar, 2021).

Los diferentes estilos de vida que llevan los consumidores han generado controversia en consumir alimentos saludables, prefiriendo productos con alto valor nutricional, fortalecidos con antioxidantes y fibra que les permita proteger y mantener su salud integral (Yangilar, 2023). El uso de harinas obtenidas de cultivos andinos han originado un alto impacto en la producción de nuevos alimentos; yogures, embutidos y productos de panificación son los principales superalimentos desarrollados con harinas de cultivos andinos, permitiendo la innovación y la incorporación de nuevos ingredientes funcionales (Pérez et al., 2022).

En Ecuador, la Unión de Organizaciones Campesinas de San Juan (UCASAJ) de la ciudad de Riobamba está directamente involucrada con el cultivo de la mashua y su utilización en yogures. Este proceso lo realizan junto a las familias que viven en las zonas aledañas fomentando la producción local. La UCASAJ trabaja en rescatar local y regionalmente las especies andinas. Sin embargo, la falta de tecnificación de procesos no permite mejorar la calidad de los productos y por ende su comercialización (UCASAJ, 2017).

Con estos antecedentes, en este estudio se analizó el efecto del uso de harinas de cultivos andinos camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur desnatado.

1.1.2. Camote amarillo (*Ipomoea batata*)

El camote o también llamado batata es una planta de la familia de las Convolváceas oriundo del noroeste de América del Sur. Existen cinco mil variedades de tipos de camote según sea el color de la pulpa pueden ser blanca, amarilla, naranja o morado (Yáñez, 2015). Uno de ellos es el camote amarillo que tiene una apariencia alargada o redonde con una textura firme y fresca, ligeramente dulce y es una excelente fuente de beta-caroteno la cual es reflejada en el color anaranjado que presenta la pulpa, además contiene una fuente de vitaminas B y C. El camote se siembra en ambientes húmedos entre 20 y 2000 metros sobre el nivel del mar (Álvarez & Huamán, 2020).

El camote amarillo al poseer una gran cantidad de vitaminas se lo ha utilizado para tratar enfermedades que están relacionadas con la carencia de vitamina C que puede provocar hemorragias con un proceso lento de curación y cicatrización de las heridas. Varias investigaciones han llegado la conclusión que el consumo de camote fortificado con beta-carotenos ayuda a la desnutrición que existe en algunas zonas donde el consumo de carne es escaso dando por hecho una deficiencia de hierro, tanto en adultos como en adolescentes (Renee & Ramos, 2018).

Taxonomía del camote

El camote presenta la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 1. Taxonomía del camote

| | |
|--------------------|----------------|
| Reino | Viridiplantae |
| Subreino | Embryophyta |
| División | Magnoliophyta |
| Subdivisión | Angiospermae |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Asteridae |
| Orden | Solanales |
| Familia | Convolvulaceae |
| Género | Ipomoea |
| Sección | Batatas |

| | |
|----------------|---------------------------|
| Especie | Ipomoea batatas (L.) Lam. |
|----------------|---------------------------|

Fuente: (Brenes, 2021).

Usos del camote

En México el tubérculo es consumido como postre, helado, gelatinas, flanes, entre otros. Es conocido como dulce poblano y dulce cristalizado; además es consumido como puré con pasas, almendras, vainilla, canela y crema. En la industria alimentaria a nivel mundial el camote es usado para obtener almidón principalmente en China, Perú y Japón se obtiene harina para elaborar alimentos panificados y fideos. En Filipinas se extraen las antocianinas del tubérculo para añadirlas a las leches fermentadas por la bacteria *Lactobacillus acidophilus* para fortalecer el sistema inmune (Renee & Ramos, 2018).

Composición nutricional

La raíz tiene grandes proporciones de almidón, vitaminas, fibras y minerales. Posee cerca del 95 % de agua y alrededor de 25 % de almidón. El valor energético supera a las papas; mientras que en vitaminas se destaca la provitamina A (beta-caroteno) cuanto más amarillo es la raíz, mayor es la cantidad de beta-caroteno. Tiene un gusto dulce debido a la presencia de sacarosa, glucosa y fructosa. No posee contenido de proteínas, pero sí de lisina por lo cual es utilizado como complemento de algunas harinas de cereales. Bajo contenido lipídico y gran cantidad de fibra digerible, que ayuda a prevenir el cáncer de colon, controla el nivel de glucosa y reduce el nivel de colesterol (González, 2021).

1.1.3. Oca amarilla (*Oxalis tuberosa*)

La denominación de oca se deriva del idioma quechua de una planta nativa de los Andes, considerado como uno de los cultivos más antiguos, es cultivado en pequeñas parcelas junto la papa, melloco y la mashua, debido a que son parte de la dieta diaria del agricultor. La oca es un tubérculo que pertenece a la familia Oxalidaceae y del género *Oxalis* con más de 800 especies. Se las puede encontrar en gran diversidad tanto en formas como en colores en Sudamérica. Entre las diferentes variedades oca se encuentra la oca amarilla que también son conocidas como el grupo Flavas con pigmentos amarillos o flavonas. Son tubérculos alargados, cilíndricos con pulpa de color blanco amarillento tiene una altura de 30 cm con un sabor ligeramente ácido. Se plantan a una altitud de 3 000 a 3 600 metros

sobre el nivel del mar con un rendimiento de 0,63 kg de oca por planta (Meza & Cardeña, 2022).

Taxonomía local

El conocimiento local sobre el cultivo de *Oxalis tuberosa* es restringido ya que muchas especies se han ido perdiendo con el pasar del tiempo, sin embargo, la clasificación actual incluye dos variables: color y textura.

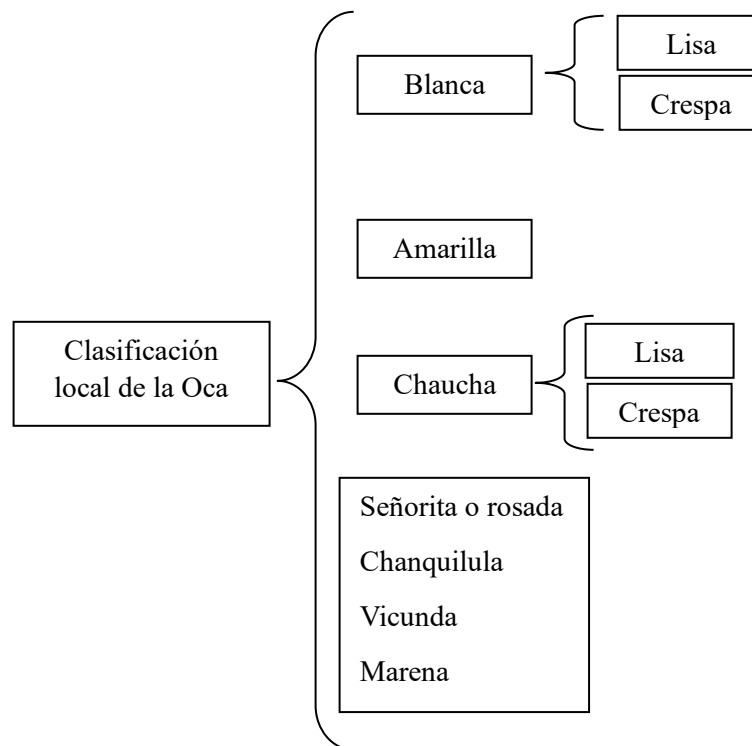


Figura 1. Taxonomía local de la oca.

Fuente:(Espinoza et al., 1996)

Localización geográfica de las variedades de la oca

En la zona de San Gabriel en la provincia del Carchi se han identificado variedades de oca blanca, chaucha y señorita. En zonas de mayor altura el rendimiento de la oca blanca es mayor y el tiempo de conservación es mayor que la oca chaucha. La oca chaucha se adapta en zonas bajas, su característica más visible es el color amarillo-crema con manchas de color rosado sobre los ojos. Es una variedad que se debe tener mayor cuidado ya que al golpearse puede dañarse o podrirse rápidamente.

Por otro lado, las variedades amarillas, chaquilula, crespa, mareña y vicunda se los encuentra en los montes debido a que tiene factores favorables como humedad y la cobertura de los árboles (Espinoza et al., 1996).

Composición nutricional

La oca es una fuente de energía y de vitamina C, sin embargo, la cantidad de proteína es baja y el contenido de grasa es nulo. El valor nutricional de la oca es similar o mayor que el de la papa. Contiene un 80 % de contenido de agua, 1,1 % de proteína y 13 % de carbohidrato entre almidones y azúcares. Puede tener cantidades significativas de vitamina A (retinol) y el contenido proteico de la oca deshidratada puede alcanzar hasta el 11%. Su aporte de energía es entre 20 - 60 kilocalorías por 100 gramos (Gualoto, 2021).

1.1.4. Yogur

El yogur se define como producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche con la acción de cultivos simbióticos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus*) (Codex Alimentarius, 2011).

El yogur es uno de los alimentos tradicionales que se han consumido desde hace miles de años ganando una amplia aceptación de los consumidores como un alimento saludable, se cree que el consumo de productos lácteos se incorporó en la dieta humana a mediados del 10000 a 5000 AC, con la domesticación de vacas, ovejas y cabras. En el medio Oriente se llevaba la leche en bolsas hechas de intestino, donde se descubrió que gracias a estas bolsas se producía que la leche se cuajara y les permitía una conservación prolongada.

La materia grasa en el yogur ayuda la formación de emulsiones, desarrollo de aromas y una textura adecuada de los geles. Sin embargo, la industria láctea se ha visto obligada a crear productos bajos en grasa que conserven su textura y el aroma que caracteriza al yogur para lo cual se han utilizado diversos métodos que ayuden a mejorar estas propiedades como por ejemplo la adición de proteínas de suero, aumento de sólidos totales, uso de espesantes y modificación en algunos parámetros de la elaboración (Tarrío, 2021)

Yogur desnatado

Actualmente las tendencias de consumo de productos lácteos bajos en grasa o desnatados ha ganado espacio en el mercado debido a la creciente demanda de productos de bajo contenido calórico. Para la elaboración de yogur desnatado se puede emplear leche desnatada o leche entera que previamente haya sido sometida a un proceso de centrifugación. El Real Decreto 271/2014 menciona que el yogur desnatado debe poseer un contenido de materia grasa menor o igual del 0,5 % m/m.

La materia grasa en el yogur ayuda la formación de emulsiones, desarrollo de aromas y una textura adecuada de los geles. Sin embargo, la industria láctea se ha visto obligada a crear productos bajos en grasa que conserven su textura y el aroma que caracteriza al yogur para lo cual se han utilizado diversos métodos que ayuden a mejorar estas propiedades como por ejemplo la adición de proteínas de suero, aumento de sólidos totales, uso de espesantes y modificación en algunos parámetros de la elaboración.

Propiedades organolépticas del yogur

El yogur debe tener un sabor y aromas típicos agradables que son atribuidos por la presencia mínima de acetaldehído, ácidos grasos volátiles y diacetilo. La fermentación láctica además de producir ácido láctico genera etanol, diacetilo, butanona, acetaldehído y algunos ácidos orgánicos, mientras que el sabor ácido se da por el ácido láctico que se forma en la fermentación. El yogur debe tener una consistencia cuajado similar a un flan sin presencia de burbujas de gas, debe ser suave y sin terrones. El yogur batido debe tener una viscosidad muy alta de lo contrario se denominaría un yogur de mala calidad (Tarrío, 2021).

1.2. Objetivo general

- Evaluar el efecto del uso de harinas de camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur desnatado.

1.3. Objetivos específicos

- Determinar la proporción 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 del yogur desnatado.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

2.1. Materia prima

La Leche cruda se obtuvo de la parroquia Santa Rosa de la Provincia de Tungurahua. La leche entera fue analizada cumpliendo con lo establecido de la norma NTE INEN 9 (2012) y se almacenó a 4 °C hasta su posterior uso.

2.1.2. Cultivos andinos

Los cultivos andinos camote amarillo (*Ipomoea batata*) y la oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) fueron obtenidos del Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua-Ecuador. La oca amarilla se sometió a un tratamiento previo para eliminar toxinas que generan el amargor; se lo expuso al sol unos 7 días para reducir el ácido oxálico por medio de la fotoluminiscencia y así aumentar el dulzor.

2.2. Métodos

2.2.2. Determinación de la concentración óptima de harina en yogur

Para establecer la concentración óptima de harina de camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis Tuberosa*) que defina una formulación aceptable se empleó la metodología descrita por Salazar et al. (2021) y Sánchez (2018) se añadieron diferentes concentraciones de harinas de 0,3 %, 0,6 % y 0,9 % para evaluar cualitativamente la formación de gel característico de las leches fermentadas, sinéresis y viscosidad. Los resultados se expresaron de manera arbitraria como baja (-), moderada (+) o buena (++) .

2.2.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas, composición proximal y propiedades reológicas del yogur desnatado

2.2.4. Preparación de la leche

Se realizó el análisis de grasa con en el analizador de leche (LACTOSCAN) donde se estandarizó la leche y se verificó que el contenido de materia grasa sea < 1 %.

2.2.5. Determinación de la composición proximal de la leche

Para determinar la cantidad de grasa total se determinará aplicando el método Gerber descrito en la NTE INEN-ISO 2446 (2013).

2.2.6. Obtención de harinas a partir de cultivos andinos

La obtención de las harinas se realizó en la planta piloto y en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Se inició con un proceso previo de lavado con abundante agua. Luego se eliminó la piel de los cultivos para ser cortados en rodajas de 0,3 cm de espesor aproximadamente, se sometieron a un tratamiento previo para evitar el pardeamiento donde las láminas fueron calentadas en un microondas durante 20 segundos y se las pasó por agua fría durante 20 segundos. Seguidamente se les colocó en un secador de bandejas con circulación de aire caliente (Gander MTN-CD 160) para empezar con la deshidratación a 65 °C por 24 horas. Pasado el tiempo mencionado el producto seco pasó por un proceso de molienda con la finalidad de obtener un polvo fino. El producto final se almacenó en bolsas de plástico con cierre hermético y se almacenaron a temperatura ambiente.

2.2.7. Elaboración del yogur desnatado con adición de harina de camote y oca amarilla.

El yogur desnatado se preparó añadiendo harina de camote amarillo y oca amarilla en concentración de 0,9 %. La mezcla de leche desnatada y harinas fueron pasteurizadas a 89 °C durante 5 minutos y se enfrió a una temperatura de 42 °C. Una vez enfriado se inoculó con un cultivo liofilizado (DANISCO) con *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* en proporción al volumen de leche utilizada. Seguidamente, se pasó la mezcla a unos recipientes de vidrio hermético con un pH de 4,4 – 4,6 (60 - 70 °D) y se almacenó en refrigeración a 4 °C. La muestra de yogur control se preparó de la misma manera con la excepción de que no tiene añadido harinas.

2.2.8. Análisis físico químico de las muestras de yogur desnatado pH del yogur desnatado

Se determinó el pH mediante el método que rige la norma NTE INEN 1500 (2011) la cual menciona que el valor igual o inferior a 4,6. Se colocó 10 gramos de muestra en diferentes

vasos de precipitación de 100 ml y se insertó el electrodo previamente calibrado del potenciómetro dando lecturas directas y la determinación se efectuó por triplicado.

Acidez titulable

Se utilizó el método descrito según la norma NTE INEN 13 (2012) el cual menciona que debe estar en un rango entre 0,85 % - 0,95 % de ácido láctico. Se añadió 10 ml de la muestra de yogur en un matraz Erlenmeyer, donde se agregará hidróxido de sodio 0,1 N (NaOH) y fenolftaleína hasta que la muestra se cambie a un color rosado por 30 segundos. La acidez titulable se calculó con la siguiente ecuación:

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

Ecuación 1.

Donde:

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

V: Volumen empleado de hidróxido de sodio (cm³)

N: Normalidad del hidróxido de sodio

m: Masa del matraz vacío (g)

m₁: Masa del matraz con la muestra de leche (g)

Actividad de agua

Para determinar la actividad de agua en el yogur se utilizó el equipo AquaLab-4TE-USA, se colocaron las muestras en la cápsula por triplicado hasta una línea límite indicado en la cápsula.

2.2.9. Determinación de la composición proximal del yogur desnatado

Proteína

La determinación de proteína de las muestras de yogur desnatado fue realizada bajo en método de la AOAC 985.29 (2019) el cual describe que el rango mínimo en yogur descremado es 2,7 en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). Se

pesó 1 g de la muestra por triplicado y se colocó en un tubo Kjeldahl, se agregó una tableta Kjeldahl (sulfato de cobre y sulfato de potasio) y seguidamente se añadió 15 ml de ácido sulfúrico con una concentración de 95 - 97 %. Posteriormente se lo ubicó en el digestor y se diluyó con 70 ml de agua destilada. Luego, se realizó la destilación y se procedió a la titulación.

Grasa

La determinación de grasa de las muestras de yogur desnatado fue realizada bajo en método de la NTE INEN 488 (2014) en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). Se utilizó el butirómetro de Gerber, se añadió 10 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4), 11 ml de muestra de 1 ml de alcohol amílico. Se tapó el butirómetro y se agitó lentamente de dos a tres veces hasta eliminar las partículas en la muestra. Finalmente, se colocó el butirómetro en la centrifuga y se registraron los valores de la grasa obtenida.

Fibra dietética total

La determinación de fibra dietética total de las muestras de yogur desnatado fue realizada bajo en método de la AOAC 985.29 (2019) en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). Se empezó con tomar el peso 1 g de muestra por triplicado, se adicionó 500 ml de solución buffer, para equilibrar el pH, luego se añadió 50 μ l de la enzima α -amilasa y se colocó en un baño termostático a 93 °C por 30 minutos. Después, se añadió NaOH para equilibrar a un pH de $7,5 \pm 2$. Se adicionó 100 μ l de la enzima proteasa. Para el proceso de acidificación se agregó ácido clorhídrico y se colocó 200 μ l de la enzima Amiloglucosidasa. Seguidamente, se agregó 150 ml de alcohol hasta que los sólidos precipiten. Por otro lado, se pesó 0,5 g de celite y se calcinó por 1 hora. La muestra junto con el celite calcinado se colocaron en un vaso y se llevó a una estufa al vacío a 105 °C durante un tiempo de 6 horas. Finalmente, se lavó el residuo con 10 ml de alcohol al 95 %, se secó y se registró el peso.

Humedad

La determinación de contenido de humedad se evaluó por triplicado siguiendo el método descrito de la AOAC 711.02.023 (2015). Se colocó 3 g de muestra en una cápsula de porcelana y se llevó a estufa (BINDER) a 120 ± 3 °C durante 2 horas aproximadamente.

Pasado ese tiempo se procedió a retirar las muestras para colocarlos en un desecador durante 30 minutos y se anotó el peso. La humedad se calculó mediante la siguiente ecuación descrita:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m} * 100$$

Ecuación 2.

Donde:

m_1 : masa de la cápsula con la muestra antes de ingresar a la estufa (g)

m_2 : masa de la cápsula con la muestra después de ingresar a la estufa (g)

m : masa de la muestra (g)

Cenizas

Para determinar cenizas se utilizó el método de calcinación de la norma AOAC 945.46 (2020) por triplicado donde el valor mínimo de cenizas es 0,7%. Se inició el proceso pesando 3 g de muestra de yogur desnatado en crisoles de porcelana, se colocaron en la mufla a una temperatura de 550 °C durante 2 horas y 30 minutos hasta que se obtenga cenizas libres de partículas de carbón. Finalizado ese tiempo las muestras pasaron a enfriarse en un desecador y se pesaron los crisoles de porcelana. El porcentaje de ceniza se calculó mediante la ecuación 3.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100$$

Ecuación 3.

Donde:

m_1 : masa del crisol vacío (g)

m_2 : masa del crisol con las cenizas después de ingresar a la mufla (g)

m : masa de la muestra (g)

Valor energético

El valor energético se determinó con la ayuda del sistema Atwater en el programa informático Excel. El contenido calórico se estimó por 100 g, debido a que la suma total de las calorías de los componentes individuales es el valor energético de cada componente: grasa ($\times 9$ kcal/g), proteína ($\times 4$ kcal/g), carbohidratos ($\times 4$ kcal/g) y contenido de fibra ($\times 2$ kcal/g). mientras que, el contenido de carbohidratos se estimó por diferencia.

2.2.10. Análisis de las propiedades reológicas

Viscosidad

El análisis de la viscosidad se lo realizó por triplicado mediante el uso del viscosímetro rotativo Quimis-Q860M21-Brasil. Se colocó 250 ml de la muestra a 20 °C en un vaso de precipitación utilizando un rotor #2 con un intervalo de torque de 30 - 70 %. Los datos obtenidos se ajustan a la ecuación 4.

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

Ecuación 4.

Donde:

η_a : viscosidad aparente (mPas)

K: constante de la ley de la potencia

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

n: velocidad de la ley de la potencia

Consistencia

La determinación de la consistencia de las muestras de yogur se lo realizó usando un consistómetro Bostwick (CSC Scientific). Se colocó 50 ml de muestra de yogur a 4 °C en la cámara de muestra hasta el nivel completo, luego se abrió la compuerta del consistómetro aplicando presión sobre la palanca y se tomó medición de la distancia máxima recorrida en un intervalo de 30 segundos.

2.2.11. Color

El color de las muestras de yogur se midió con la ayuda de un colorímetro (Lovibond RM200). Las muestras se colocaron en pequeñas placas Petri para que exista mayor distribución. Se realizaron 10 mediciones en diferentes zonas de la placa. Mediante el uso de la escala de colores CIELAB® con los siguientes parámetros: L* (luminosidad), a* (rojo/verde), b* (amarillo/azul) y el nivel de saturación está representado por el croma (C*) y el ángulo de tonalidad (°H) por tonalidad de color. Los mismos se calcularon con las ecuaciones 5 y 6.

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

Ecuación 5.

$$H^\circ = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Ecuación 6.

2.2.12. Análisis sensorial

La determinación de las propiedades sensoriales se realizó con la ayuda de 15 panelistas semientrenados utilizando una escala hedónica de cinco puntos (5 - me gustó mucho, 4 - me gustó moderadamente, 3 - ni me gustó ni me disgustó, 2 - me disgustó moderadamente, 1 - me disgustó mucho) en la que se colocó los parámetros sensoriales como el color, olor, sabor y textura. Se presentó de manera individual a los panelistas una cantidad de 25 ml de 3 muestra que estarán codificadas con tres dígitos de manera aleatoria (NTE INEN-ISO 13301, 2014).

2.2.13. Análisis estadístico

Para el estudio del efecto del uso de harinas del camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) se evaluó con un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Además, se realizó un análisis de comparaciones mediante la prueba de Tukey. Los datos se procesarán con el programa Infostat, donde se analizarán variables de respuesta con la finalidad de conocer el mejor tratamiento considerando diferencias significativas para un valor de $p \leq 0,05$.

2.3. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀)

La presencia de harinas de camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) no afecta las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales en el yogur desnatado.

Hipótesis alternativa (H_a)

La presencia de harinas de camote amarillo (*Ipomoea batata*) y oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) afecta a las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales en el yogur desnatado.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis preliminar

En esta investigación se realizaron pruebas preliminares para evaluar cualitativamente la capacidad de las harinas de cultivos andinos para la formación de geles estables en el yogur desnatado (Tabla 2) y así seleccionar la dosis adecuada. Se determinaron parámetros como la sinéresis, la formación de gel, viscosidad y características sensoriales. En función a estos parámetros se clasificaron de manera arbitraria: (-) baja capacidad, (+) capacidad moderada y (+++) buena capacidad. Se obtuvo como resultado que las harinas de oca amarilla y camote amarillo con un 0,9 % de adición se forman geles estables sin problemas de viscosidad y sinéresis.

Tabla 2. Capacidad de las harinas para formar un yogur estable

| Dosis de harina adicionada | Capacidad de gelificación | Sinéresis | Viscosidad |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| Camote amarillo (0,3 % p/v) | (-) | (-) | (-) |
| Camote amarillo (0,6 % p/v) | (+) | (-) | (+) |
| Camote amarillo (0,9 % p/v) | (++) | (-) | (++) |
| Oca amarilla (0,3 % p/v) | (-) | (-) | (-) |
| Oca amarilla (0,6 % p/v) | (+) | (-) | (+) |
| Oca amarilla (0,9 % p/v) | (++) | (-) | (++) |

3.2. Análisis proximal

En la tabla 3 se evidencia la composición proximal y el contenido calórico de las diferentes muestras de yogur desnatado con harinas de cultivos andinos con diferencias significativas entre muestras ($p > 0,05$). Los valores de humedad de los yogures muestran variaciones entre $86,73 \pm 0,69$ % y $88,71 \pm 0,19$ %. National Nutrient Database for Standard Reference infiere en que la humedad de yogur natural debe ser 87,90 % teniendo como resultado similar a la de la tabla 3. Sin embargo, en los yogures con harina de oca amarilla y camote amarillo dieron resultados inferiores a la muestra control debido a que se incluyeron

harinas provocando un aumento de contenido de sólidos y así una reducción de humedad. Resultados similares se han encontrado en investigaciones con una formulación de un yogur funcional de zanahoria Santillán et al. (2011) mencionan que se reportaron valores inferiores en yogures comerciales con 84 % de humedad que puede atribuirse a la incorporación de fibra. Otra indagación afirma que se ha reportado un contenido de humedad de 7,4 % y 82,6 % en un yogur suplementado con harina de quinua en porcentajes de 1,3 y 5 % (Pacheco et al., 2021).

Los valores de cenizas del yogur con harina de oca amarilla y camote amarillo presentan valores de $0,57 \pm 0,04$ % y $0,58 \pm 0,09$ % respectivamente, mientras que la muestra control tiene un valor inferior, Banin et al. (2022) argumentan que el contenido de cenizas de un producto alimentario indica el contenido mineral, dicho contenido presenta propiedades que no se incineran. El contenido de cenizas aumentó en las muestras de yogur con harinas de oca amarilla y camote amarillo Ahmad et al. (2022) en su investigación sobre un yogur preparado con polvo de patata hidrolizada y leche entera en polvo dio como resultado un aumento de contenido de cenizas en las muestras con polvo de patata hidrolizado debido a que el polvo de patata tiene más minerales que la leche en polvo.

Por otro lado, el contenido de proteína, grasa y fibra del yogur con harina de oca amarilla y camote amarillo presentaron altos valores a diferencia de la muestra control. Kunfu (2023) considera que se hicieron estudios sobre un yogur de leche y batata o calabaza mostrando un aumento de ácido láctico son altamente nutritivos ayudan a problemas del síndrome de deficiencia de vitamina A. Soria-Chico et al. (2017) realizaron múltiples formulaciones de yogur de soya enriquecido con harina de quinua y camote, dando como resultado un incremento en sólidos solubles, almidones y proteínas, dado por la presencia de una estructura mejorada de geles en el yogur que ocasionan interacciones fisicoquímicas incrementando su capacidad para ligar agua a su matriz. En otra investigación la composición química de los yogures suplementados obtuvo diferencias significativas con la muestra control probablemente debido a la capacidad de retención de agua del almidón de quinua Alkobeis et al. (2022) explica que el almidón se gelatiniza durante la pasteurización de la leche provocando una retención del agua unida evitando la evaporación del agua.

En cuanto al contenido calórico, la energía en el yogur tanto con oca amarilla como el camote amarillo fue mayor en contraste con la muestra control; Pérez et al. (2022) difiere que en el yogur donde se adicionó harina de melloco presentó alta cantidad de energía ($P < 0,05$) con una proporción alrededor de $\sim 12\%$ que la muestra control, el cual podría atribuirse que la composición de proteínas, lípidos y carbohidratos es mayor en los yogures con harina de oca amarilla y camote amarillo.

Tabla 3. Composición proximal, contenido calórico, pH y acidez de las muestras de yogur desnatado: yogur con harina de oca amarilla, yogur con harina de camote amarillo y control.

| Componente | Muestras | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | Control | Yogur oca amarilla | Yogur camote amarillo |
| Humedad | 88,71 \pm 0,19 ^a | 86,73 \pm 0,69 ^b | 87,01 \pm 0,24 ^b |
| Cenizas | 0,55 \pm 0,02 ^a | 0,57 \pm 0,04 ^a | 0,58 \pm 0,09 ^a |
| Proteínas | 2,84 \pm 0,05 ^b | 3,44 \pm 0,05 ^a | 4,25 \pm 0,05 ^a |
| Carbohidratos | 2,01 \pm 0,35 ^a | 4,60 \pm 0,76 ^a | 4,96 \pm 0,45 ^a |
| Grasa | 1,03 \pm 0,05 ^a | 1,69 \pm 0,05 ^{ab} | 1,76 \pm 0,05 ^b |
| Fibra | 2,19 \pm 0,05 ^c | 2,68 \pm 0,05 ^a | 2,20 \pm 0,05 ^b |
| pH | 4,48 \pm 0,35 ^a | 4,46 \pm 0,35 ^a | 4,51 \pm 0,29 ^a |
| Acidez titulable | 1,04 \pm 0,13 ^a | 1,02 \pm 0,16 ^a | 1,09 \pm 0,13 ^a |
| Calorías (Kcal/100g) | 53,30 \pm 0,67 ^a | 56,23 \pm 3,28 ^a | 56,12 \pm 1,32 ^a |
| Calorías de la grasa (%) | 20,34 \pm 0,45 ^a | 19,62 \pm 0,45 ^{ab} | 19,26 \pm 0,24 ^b |
| Calorías de carbohidratos y grasa (%) | 21,00 \pm 0,10 ^a | 23,89 \pm 0,10 ^a | 24,19 \pm 0,10 ^a |
| Calorías de la proteína (%) | 11,96 \pm 0,20 ^b | 12,72 \pm 0,20 ^a | 12,67 \pm 0,20 ^a |

Los valores de los componentes corresponden a los resultados de las medias \pm desviación estándar. Los subíndices indican diferencias significativas entre muestras ($p > 0,05$).

3.3. Análisis fisicoquímicos

En la tabla 4 se muestran los resultados de pH y acidez titulable durante 21 días de yogur desnatado con harinas de cultivos andinos y muestra control. Los valores tanto de pH y acidez titulable son consideradas inversamente proporcional en comparación con los dos tratamientos; es decir, mientras los valores de pH suben los valores de acidez titulables bajan tal y como se muestra en la figura 1 y 2. Un comportamiento similar de aumento de acidez y disminución de pH en su almacenamiento se evidenció por Sánchez (2018), quien

informó valores durante 20 días de almacenamiento en yogur con harina de *Ullucus Tuberosus*, esto se debió al incremento de actividad microbiana de bacterias ácido lácticas (BAL) y por consecuencia de las transformaciones bioquímicas durante su tiempo de almacenamiento en refrigeración.

En este caso, la incorporación de harinas de cultivos andinos durante la elaboración del yogurt no influye durante el proceso de fermentación, alcanzando valores de pH final entre $4,84 \pm 0,02$ ($0,75 \pm 0,00$ % de ácido láctico) y $4,87 \pm 0,01$ ($0,87 \pm 0,01$ % de ácido láctico) de oca y camote amarillo respectivamente. El Codex alimentario (2011), establece que el rango mínimo contenido de acidez es del 0,6 % expresado en ácido láctico; es decir que, los valores de acidez titulable de los tratamientos previamente desarrollados se encuentran dentro del rango establecido por normativa.

Tabla 4. Análisis de acidez titulable y pH del yogur desnatado control, yogur con harina de oca amarilla y yogur con harina de camote amarillo

| Días | Control | | Yogur 0,9% H. Oca Amarilla | | Yogur 0,9% H. Camote amarillo | |
|------|-------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| | pH | Acidez titulable % | pH | Acidez titulable % | pH | Acidez titulable % |
| 1 | $4,85 \pm 0,10^b$ | $0,91 \pm 0,01^a$ | $4,84 \pm 0,02^b$ | $0,75 \pm 0,00^b$ | $4,87 \pm 0,01^a$ | $0,87 \pm 0,01^b$ |
| 7 | $4,69 \pm 0,05^b$ | $1,01 \pm 0,01^a$ | $4,67 \pm 0,02^b$ | $1,03 \pm 0,01^b$ | $4,71 \pm 0,01^a$ | $1,18 \pm 0,01^b$ |
| 14 | $4,20 \pm 0,01^b$ | $1,01 \pm 0,01^a$ | $4,17 \pm 0,02^b$ | $1,13 \pm 0,01^b$ | $4,21 \pm 0,02^a$ | $1,14 \pm 0,01^b$ |
| 21 | $4,17 \pm 0,02^b$ | $1,23 \pm 0,01^a$ | $4,15 \pm 0,01^b$ | $1,17 \pm 0,01^b$ | $4,23 \pm 0,01^a$ | $1,17 \pm 0,01^b$ |

Los valores encontrados corresponden al promedio de tres mediciones \pm la desviación estándar.

Letras minúsculas diferentes indican, para cada tratamiento, diferencias significativas ($p < 0,05$) entre días de evaluación

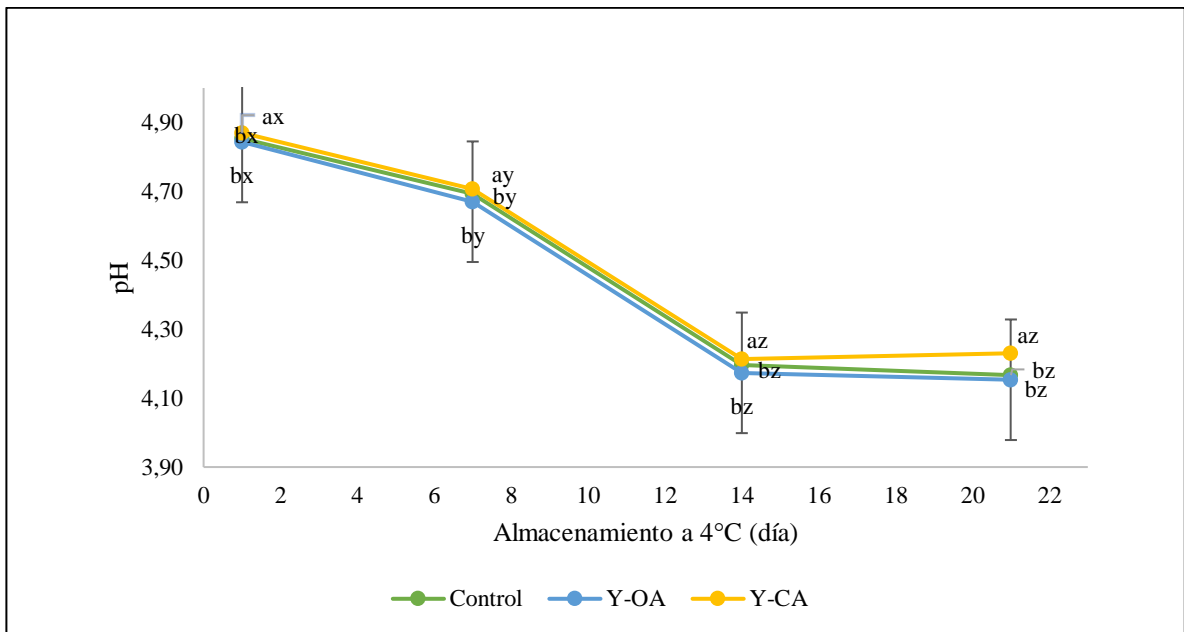


Figura 2. pH de yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras ($p \leq 0.05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$)

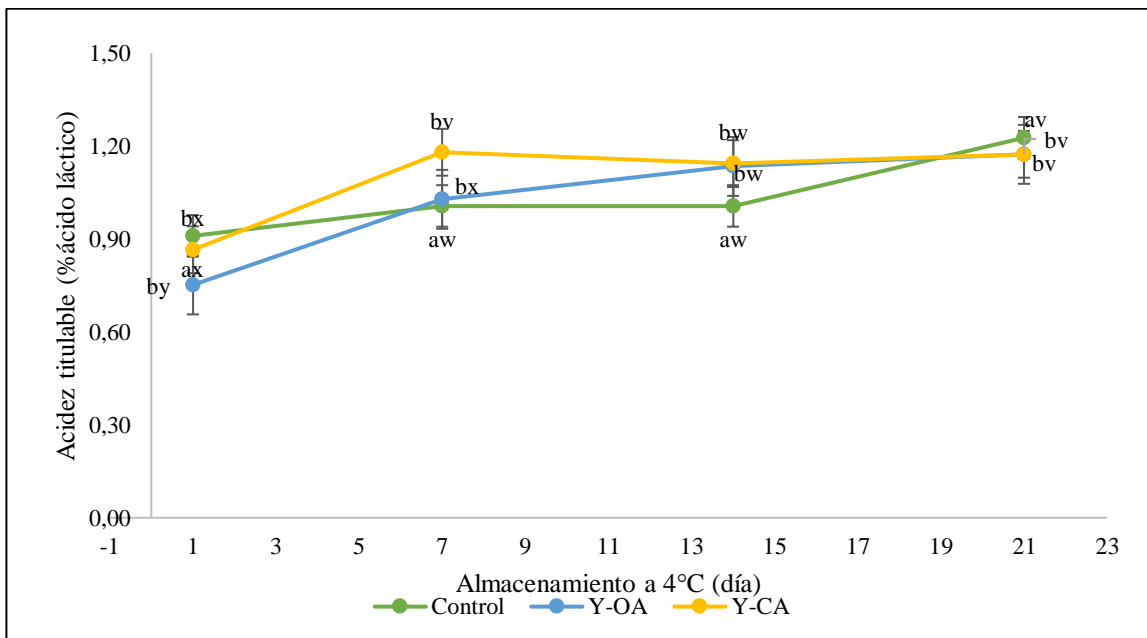


Figura 3. Cambios en la acidez titulable (%ácido láctico) de yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican

diferencias significativas entre muestras ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$)

3.4. Color

La evolución de color, luminosidad (L^*), rojos (a^*) y amarillos (b^*) en el tiempo de almacenamiento se pueden observar en las figuras 5, 6 y 7 respectivamente. El color de un producto o muestra es importante que coincida con el estándar, ya que muestra una aceptación por parte el consumidor, es por ello que, el color debe identificarse al inicio de su elaboración (Kunfu, 2023). En la figura 5 los valores de L^* se encontraron en un rango de $81,78 \pm 1,92$ a $84,39 \pm 0,53$ entre la muestra control, yogur de oca amarilla y camote amarillo. El yogur de camote amarillo presentó el valor de luminosidad más alto por mayor presencia de partículas grasas. Resultados similares se mostraron en la sustitución de sólidos lácteos por harina de garbanzo donde en los parámetros de color, como luminosidad L^* , no se observaron cambios independientemente del tiempo de almacenamiento mostrando un brillo y una coloración blanca. (Cabrera-Ramírez et al., 2021).

Por otra parte, El-Attar et al. (2022) encontraron resultados adversos donde se observó que los valores de luminosidad (L^*) en el yogur suplementado con harina de camote deshidratado se redujeron con un 2 % en comparación con el yogur control, podría estar relacionado con la alta concentración de harina de camote deshidratado añadido al yogur.

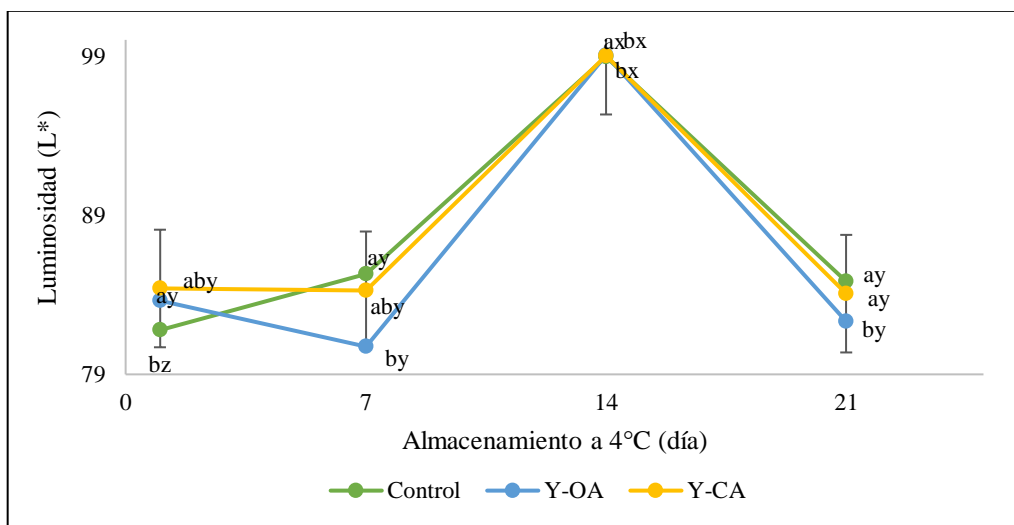


Figura 4. Luminosidad (L^*) del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras. Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

En la figura 6 respecto al parámetro a^* los valores tanto en el yogur de oca amarilla ($-2,15 \pm 0,04$) como el camote amarillo ($-1,99 \pm 0,16$) presentan resultados negativos bajos a diferencia del control (-1.91 ± 0.41) con tendencia a color verde (a^* negativo). Esto se debió a la sinéresis que tenía la muestra en ese tiempo provocado por un pH y acidez alto durante el almacenamiento.

De la misma manera Suwannaphan (2022) informa en su reciente investigación que los valores de L^* y b^* del yogur de leche de cabra sin grasa con 1 % de harina de camote morado disminuyeron y el valor de a^* aumentó al agregarse harina de boniato morado por efecto del color púrpura de antocianina en la harina. El valor de a^* de yogur de leche de cabra sin grasa con 1 % disminuyó, pero en la muestra de yogur sin harina de boniato se mantuvo constante estos resultados se dieron por efecto de la antocianina que es sensible a la luz y al oxígeno.

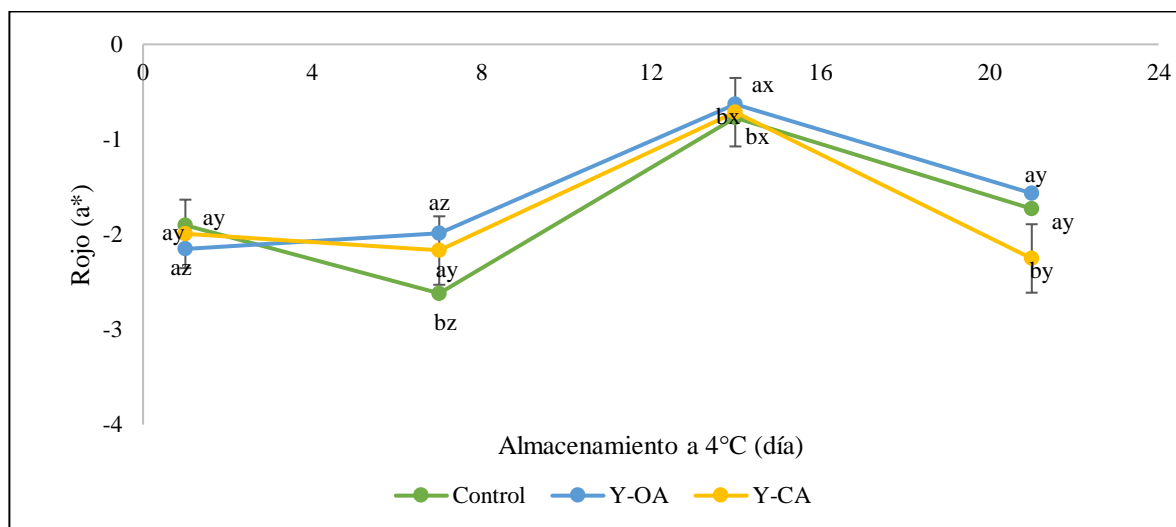


Figura 5. Rojos (a^*) del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras entre muestras ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

El parámetro b^* observado en la figura 7 a partir del día cero a los 21 días de almacenamiento presentó valores de $6,86 \pm 0,20$ y $4,63 \pm 0,09$ del yogur de oca amarilla y camote amarillo respectivamente. Estos resultados son mayores que la muestra control profundizando significativamente a los amarillos. La tonalidad amarilla se debe a la presencia de β -caroteno, un pigmento natural que se encuentra en el camote amarillo. Similares observaciones se han reportado donde se asocia el color con los pigmentos, debido a que el camote es una rica fuente de fitoquímicos, incluidos carotenoides, flavonoides y otros compuestos fenólicos. Dicho resultado es corroborado por Qin et al. (2021) en su reciente estudio sobre la influencia de la harina de ajonjolí en bebidas de leche agria, el parámetro b^* aumentó en comparación con las muestra sin harina de ajonjolí dando tendencia al color amarillo, color propia de la bebida de leche fermentada.

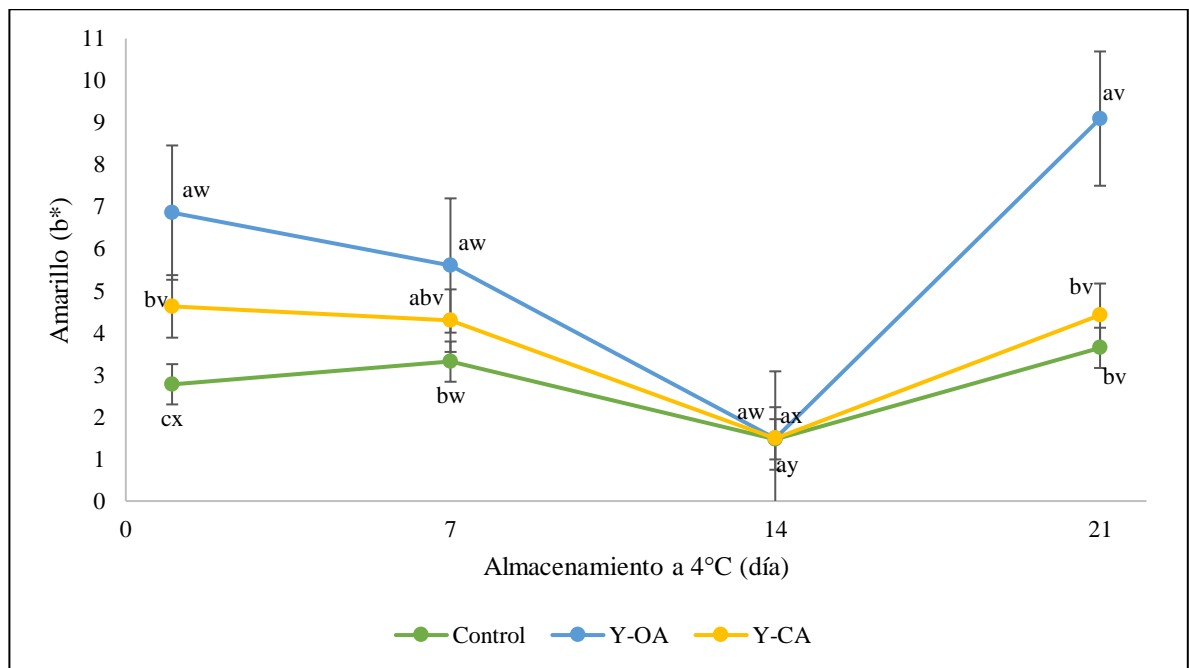


Figura 6. Amarillos (b^*) del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los subíndices (a, b, c) indican diferencias significativas entre muestras ($p \leq 0,05$). Medias con letras diferentes en cada tratamiento (v, w, x, y, z) indican diferencias significativas entre días de almacenamiento ($p \leq 0,05$).

3.5. Consistencia

En la tabla 5 se tiene como resultado la consistencia de Bostwick de una muestra control, yogur desnatado con harina de oca amarilla y con harina de camote amarillo. El yogur con

harina de camote amarillo muestra menor grado de recorrido en consistencia a diferencia de la muestra control y el yogur con harina de oca amarilla, la consistencia es inversamente proporcional a la viscosidad. La consistencia del yogur está relacionada con el contenido proteico de la base láctea debido a los altos niveles de contenido de proteínas contribuyen a una estructura consistente y estable (Wang et al., 2019)

Sin embargo, autores como Saleh et al. (2020) atribuyen que la influencia de los almidones de tubérculos en los yogures descremados dan como resultado mayor consistencia y viscosidad con la adición de almidones de maíz y papa. En cambio, la muestra de yogur con almidón de garbanzo forma un gel más sólido debido al contenido de carbohidratos y fibra que lo hicieron mejorar la reconstrucción de la estructura de la red de cuajada.

La distribución del tamaño de las partículas puede influir en la consistencia y la textura de los alimentos fluidos, la consistencia está relacionada con la cremosidad. (Aleman et al., 2022).

Tabla 5. Consistencia de Bostwick de las muestras control, yogur con harina de oca amarilla y yogur con harina de camote amarillo.

| Muestras | Consistencia (cm) | Temperatura (°C) |
|--|-------------------|------------------|
| Yogur control | 20,67 ± 0,29 | 7,3 |
| Yogur con harina de oca amarilla 0,9% | 23,67 ± 0,58 | 7 |
| Yogur con harina de camote amarillo 0,9% | 18,67 ± 0,29 | 7,2 |

Los valores encontrados corresponden al promedio de tres mediciones ± la desviación estándar.

3.6. Viscosidad

En la figura 8 se muestran los resultados de la viscosidad aparente del yogur desnatado con harina de camote amarillo y oca amarilla junto con la muestra control. Se observa una disminución de la viscosidad a medida que aumenta la velocidad de deformación durante el periodo de almacenamiento, dando como mayor viscosidad al yogur con oca amarilla (3042,5 mPa.s) y el camote amarillo (2296,0 mPa.s) mientras que al control es el más bajo (1665 mPa.s) podría deberse al mecanismo de gelatinización del almidón utilizado en el primer paso de la producción del yogur. Bustos et al. (2020) en su investigación sobre la elaboración de yogur firme reducido en grasa usando almidón de papa andina nativa y

chuño como estabilizante al 2,5 % (p/v) dieron resultados más altos que la muestra sin almidón, dicho evento podría ser causado por la acción de los gránulos de almidón hinchado que forman una red de proteínas fortaleciendo sus propiedades. De la misma manera Alkobeis et al. (2022) informan que la viscosidad de yogures concentrados con harina de quinua en yogures aumentó en función del nivel de almidón dentro de la formulación de yogur por acción de la solubilización de la amilosa, la absorción de agua y el aumento de la concentración de proteína.

Se ha demostrado que el camote amarillo tuvo un efecto positivo en cuanto a la viscosidad de la leche fermentada indicando que la adición de almidón de camote al yogur aumento la viscosidad y disminuyó el desgaste por acción de la gelatinización de la amilopectina presente en el almidón el cual está compuesto por moléculas de amilopectina con una alta capacidad de retención de agua que puede aumentar la viscosidad del yogur (El-Aidie et al., 2021).

Por otro lado, en la tabla 6 se tiene como resultado los valores de índice de comportamiento $n < 1$ mostrándose como un fluido no newtoniano y pseudoplástico con una disminución de la viscosidad, al aumentar la velocidad de corte aplicada. Esta acción puede ocurrir por la destrucción física de los enlaces débiles entre las moléculas del producto y por la disminución de la energía de interacción entre ellas, es decir que, ocurrió un rompimiento de los filamentos de caseína por la fuerza de corte aplicada, es por ello que, se muestra un adelgazamiento por cizallamiento a medida que disminuye la velocidad de corte (Alkobeis et al., 2022).

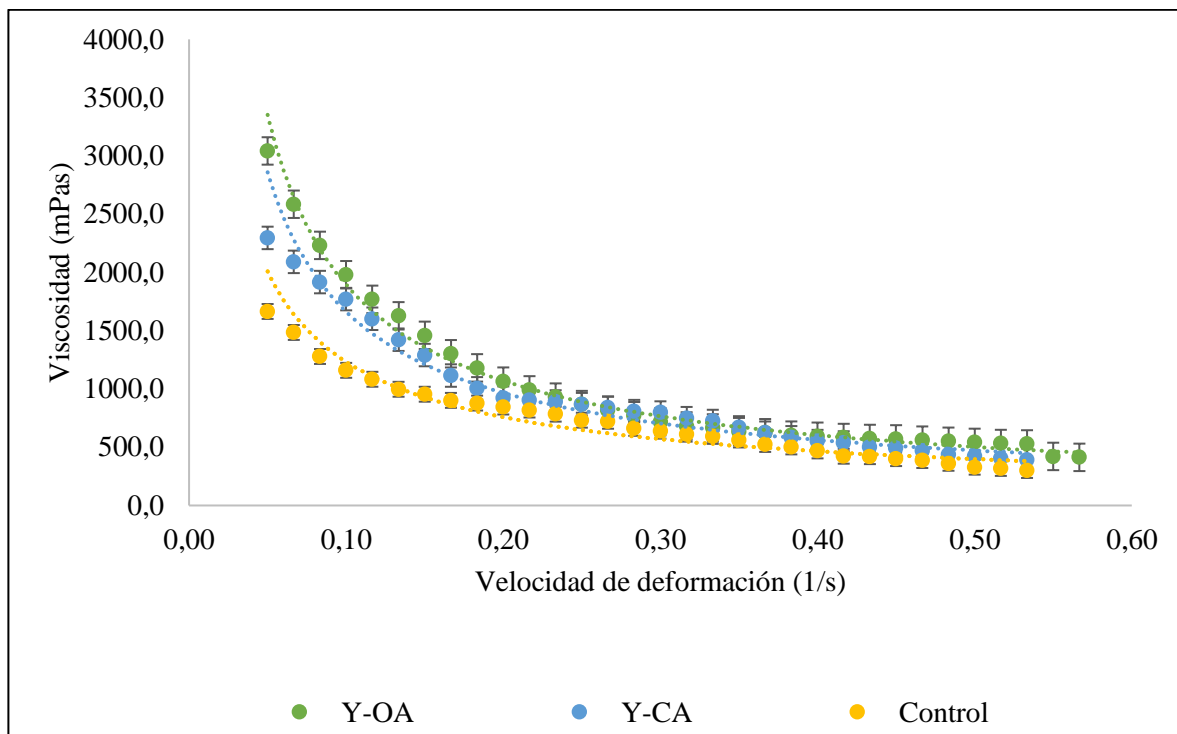


Figura 7. Viscosidad del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo) durante un tiempo de almacenamiento de 21 días.

Tabla 6. Coeficientes de correlación de las muestras de yogur.

| Muestras | Viscosidad | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | Ecuación | Coefficiente de correlación |
| Control | $\eta = 863,18\gamma^{-1,2}$ | 0,9685 |
| Yogur oca amarilla | $\eta = 274,66\gamma^{0,782}$ | 0,9605 |
| Yogur camote amarillo | $\eta = 244,04\gamma^{-0,704}$ | 0,9537 |

3.7. Análisis sensorial

En la figura 9 se observa los resultados de la evaluación sensorial del yogur desnatado añadido harina de cultivos andinos y una muestra control. El yogur desnatado de oca amarilla y muestra control presentaron valores bajos con un valor medio de $3,56 \pm 0,54$ y $3,80 \pm 0,46$ respectivamente; esto se debió posiblemente a que la acidez iba aumentando por la actividad de las bacterias ácido lácticas durante el tiempo de refrigeración y almacenamiento dando como resultado un producto organolépticamente desagradable.

Los panelistas manifestaron su agrado por el yogur desnatado con harina de camote amarillo dando su preferencia promedio en color ($4,03 \pm 0,48$), olor ($3,83 \pm 0,62$), sabor ($4,00 \pm 0,96$), viscosidad ($4,17 \pm 0,45$) y aceptabilidad ($3,90 \pm 0,76$). Investigaciones similares se han reportado que la preferencia se da en yogures que tienen añadido extracto de camote a diferencia de la muestra control, El fuerte aroma del camote puede dominar y superar el olor fresco y agrio que caracteriza al yogur, otorgando un sabor con una consistencia líquida y granulosa agradable para los consumidores (Hariadi et al., 2023).

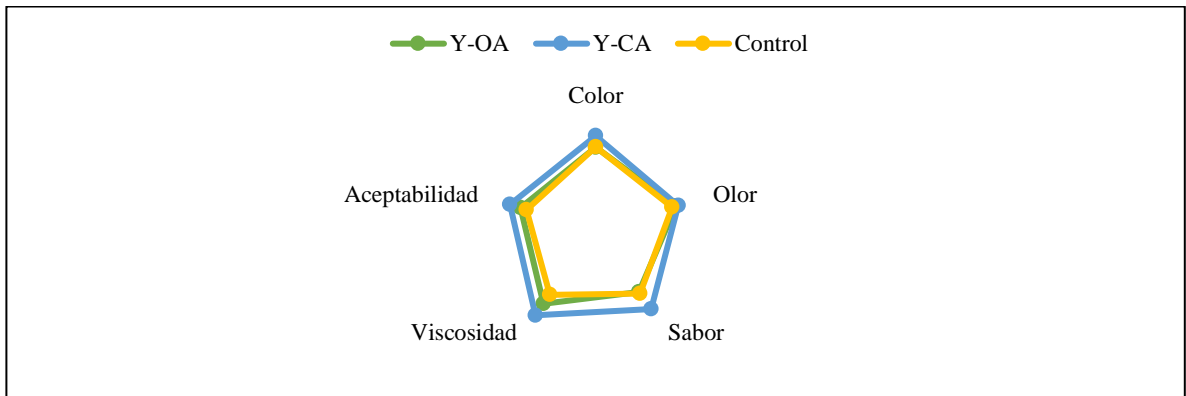


Figura 8. Evaluación sensorial del yogur desnatado: Control; Y-OA (yogur con harina de oca amarilla); Y-CA (yogur con harina de camote amarillo).

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Tras realizar un exhaustivo análisis sobre el efecto del uso de harinas de camote amarillo (*Ipomoea batata*) y la oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) en el yogur desnatado, se ha demostrado que el uso de estas harinas aporta beneficios tanto nutricionales como organolépticos. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que, la incorporación de harina de camote amarillo y oca amarilla han enriquecido significativamente el perfil nutricional del yogur, al ser una fuente natural de antioxidantes, vitaminas y minerales. Además, su alto contenido de fibra dietética ha mejorado la textura y viscosidad del yogur, lo que contribuye a una mayor estabilidad del producto y brinda una experiencia sensorial agradable al consumidor.
- Luego de llevar a cabo un riguroso estudio para determinar la proporción óptima de harina de cultivos andinos en el yogur desnatado se llegó a una conclusión que la combinación adecuada de harinas de camote amarillo (*Ipomoea batata*) y la oca amarilla (*Oxalis tuberosa*) para obtener yogur desnatado de alta calidad y valor nutricional es de 0,9 % (p/v). Los resultados indicaron que la concentración aporta una amplia gama de nutrientes esenciales que son beneficiosos para el bienestar del consumidor. Se demostró que la inclusión en una proporción mayor mejorar la textura y presenta una alta viscosidad el cual iba disminuyendo a medida que avanzaba el tiempo de almacenamiento, mejorando así los parámetros de sinéresis y la formación de gel con características sensoriales aceptables.
- Al realizar un análisis para determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogur desnatado, se ha obtenido resultados significativos favorables para este producto lácteo. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas se observó que el yogur desnatado presentó valores de pH ligeramente ácidos, típico de los productos fermentados lácteos. Además, se puede argumentar que los valores de pH y de acidez son inversamente proporcional debido al incremento de la actividad microbiana durante el tiempo de

almacenamiento el cual no influye en el proceso de fermentación. Con respecto a la composición proximal, se determinó que el yogur desnatado posee una cantidad alta de proteínas y un bajo contenido de grasas. Esta composición lo convierte en una alternativa para aquellas personas que buscan reducir el consumo de grasas mientras obtienen beneficios nutricionales de las proteínas lácteas. En cuanto a las propiedades reológicas, se encontró que la adición de harina al yogur exhibe un comportamiento pseudoplástico, debido a que la presencia de los almidones sobre la calidad del yogur mejora la gelatinización, facilitando el proceso de vertido, además de proporcionar una sensación suave al paladar.

- La evaluación de la calidad sensorial entre el yogur desnatado con harinas de camote amarillo y oca amarilla estableció la preferencia del yogur con camote amarillo por parte de los panelistas, esto se debe a que posee un alto contenido de humedad otorgándole una textura suave y cremosa que fue bien recibida por los evaluadores en parámetros de color y apariencia. En cuanto al aroma se presentó un sabor lácteo característico sin indicios de olores indeseables o rancios. Por otro lado, también se puede argumentar que el yogur desnatado con oca amarilla también tuvo aceptabilidad en cuanto a olor, color y sabor ya que a la oca amarilla se le realizó un proceso previo para incrementar el contenido de azúcar y que sea de agrado para el consumidor. Finalmente se puede concluir que el producto cuenta con atributos sensoriales atractivos, lo que lo convierte en una opción viable para satisfacer las preferencias de los consumidores conscientes de su salud.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para analizar el tiempo de vida útil se recomienda realizar un análisis microbiológico de los yogures con harinas de cultivos andinos.
- Añadir sabores complementarios que realcen el sabor de la harina de cultivos andinos, se puede mezclar frutas andinas para que le den un toque extra de sabor.
- Realizar una investigación de mercado para comprender mejor las preferencias y necesidades para satisfacer los gustos y demandas específicas.
- Debido a la aceptabilidad sensorial del producto se recomienda establecer un proyecto de comercialización en el mercado con una estrategia de marketing.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 711.02.023. (2015). Determinación de la humedad en alimentos (Método de estufa). 6.
- AOAC 945.46. (2020). Ceniza de leche. Método gravimetría.
- AOAC 985.29. (2019). Determinación de la fibra dietética (método gravimetría enzimático) 20.
- AOAC 991.2. (2019). Determinación de proteínas (Kjeldahl). 20.
- Ahmad, I., Xiong, Z., Hanguo, X., Khalid, N., & Khan, R. S. (2022). Formulation and characterization of yogurt prepared with enzymatically hydrolyzed potato powder and whole milk powder. *Journal of Food Science and Technology*, 1087–1096. doi:doi.org/10.1007/s13197-021-05112-6
- Aleman, R. S., Cedillos, R., Page, R., Olson, D., & Aryana, K. (2022). Physico-chemical, microbiological, and sensory characteristics of yogurt as affected by various ingredients. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 3868-3883. doi: 10.3168/jds.2022-22622
- Alkobeis, F., Varid, M. J., Varid, M., & Nooshkam, M. (2022). Quinoa flour as a skim milk powder replacer in concentrated yogurts: Effect on their physicochemical, technological, and sensory properties. *Food Science & Nutrition*, 10, 1113–1125. doi:10.1002/fsn3.2771
- Álvarez, F., & Huamán, C. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de un destilado a base de camote amarillo (Ipomoea batatas)* (Tesis de grado), Universidad de Lima, Perú.
- Banin, M. M., Aziz, U. N., Rachmawati, M., Marwati, M., & Emmawati, A. (2022). Effect of Baking Temperature and Duration Towards Proximate, Crude Fiber Content and Antioxidant of Sweet Potato SnackBar Coated with Soursop Yoghurt. *Advances in Biological Sciences Research*, 17. doi:10.2991/absr.k.220102.025
- Brenes, E. (2021). *Manual de cultivo de camote (Ipomoea batatas)* (INTA Ed.). Costa Rica.
- Bustos, A., Quinteros, L. T., Ortiz, G. C., Ferrero, C., Gerez, & Iturriaga, B. (2020). Uso del almidón de papa andina nativa y deshidratada (chuño) como estabilizantes en la elaboración de yogur firme reducido en grasa. Retrieved from

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/121560/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Cabrera-Ramírez, A. H., Morales-Koelliker, D., & Aguilar-Raymundo, V. G. (2021). Milk solids replacement with chickpea flour in a yogurt system and their impact on their physicochemical, rheological, and microstructural properties during storage. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 385-391. doi:<https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.042>
- Codex Alimentarius. (2011). FAO. Leches y productos lácteos. Segunda Edición.
- El-Aidie, S., Elsayed, N., Hashem, M., & Elkashef, H. (2021). Development of fermented skimmed milk fortified with yellow sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) with prebiotic and antioxidant activity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 60(1), 66-75.
- El-Attar, A., Ahmed, N. E.-H., El-Soda, M., & Zak, S. M. (2022). The Impact of Sweet Potato Flour Supplementation on Functional and Sensorial Properties of Yoghurt. *Food and Nutrition Sciences*, 13, 404-423. doi:10.4236/fns.2022.134030
- Espinoza, P., Vaca, R., Abad, J., & Crissman, C. (1996). *Raíces y tubérculos andinos cultivos marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción*. Quito.
- González, E. (2021). *Evaluación nutricional de galletas integrales a base de quinua (Chenopodium quinoa Willd), camote amarillo (Ipomoea batatas) y arazá (Eugenia stipitata)* Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.
- Gualoto, J. (2021). *Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para el uso en la elaboración de muesli* (Tesis de grado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Hariadi, H., Sagita, D., Rahmawati, L., Triyono, A., Hidayat, Mayasti, N., Kurniawan, K., Purdawandoko, P., Anggara, C., & Andriansyah, R. (2023). Study of addition sweet potato extract on sensory test and antioxidant activity in yoghurt. *Food Science and Technology*, 43. doi: 10.1590/fst.88422
- Kunfu, A. (2023). *The production and characteristics of an orange fleshed sweet potato yogurt* (Pregrado), Lunds University, Suecia.

- Meza, M., & Cardeña, M. (2022). *Efecto de la deshidratación osmótica en el contenido de humedad y capacidad antioxidante en Oxalis tuberosa (Oca) variedad amarilla* (Tesis de grado), Universidad Privada Autónoma del Sur. Arequipa, Perú.
- NTE INEN 9, N. (2012). Leche cruda. Requisitos. (5), 1-7.
- NTE INEN 13, N. (2012). Determinación de la Acidez Titulable.
- NTE INEN 488. (2014). Leche. Determinación del contenido de grasa. Butirómetros gerber from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/nte_inen_iso_488.pdf
- NTE INEN 1500, N. (2011). Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.
- Pacheco, Y. G., Stand, L. I. M., Pinto, N. M., Cassiani-Obeso, M. A., & Alcalá-Botero, L. M. (2021). Efecto de la inclusión de hojas de amaranto ((*Amaranthus dubius*) en las propiedades de un yogurt frutado. *Ingecuc*, 17(1), 340-350. doi:<https://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.22>
- Pérez, L., Sánchez, H., Cando, V., Sánchez, Á., & Salazar, D. (2022). Fortification of low-fat yogurt with melloco flour (*Ullucus tuberosus*): Physicochemical and rheological effects. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 22(10), 22041-22058. doi:doi.org/10.18697/ajfand.115.20870
- Qin, X., Samilyk, M., Luo, Y., & Sokolenko, V. (2021). Influence of sesame flour on physicochemical properties of sour milk drinks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11), 6-16. doi:[10.15587/1729-4061.2021.234752](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234752)
- Renee, A., & Ramos, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2).
- Salazar, D. M. (2021). *Caracterización y Aptitud Tecnológica de Residuos Agroindustriales y Cultivos Andinos para el Diseño y Desarrollo de Alimentos*. (Tesis de Doctorado), Universidad Complutense de Madrid, España.
- Saleh, A., Mohamed, A. A., Almr, M. S., Hussain, S., Qasem, A. A., & Ibraheem, M. A. (2020). Effect of Different Starches on the Rheological, Sensory and Storage Attributes of Non-fat Set Yogurt. *Food and Agricultural Sciences*, 9(61), 1-13. doi:doi.org/10.3390/foods9010061

- Santillán, L. B., Segovia, P. G., & Moreno, M. J. P. (2011). *Formulación de un yogur funcional de zanahoria*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Lourdes-Benitez/publication/273317422_FORMULACION_DE_UN_YOGUR_FUNCIONAL_DE_ZANAHORIA_2011_FORMULATION_OF_A_FUNCTIONAL_YOGURT_OF_CARROT_2011/links/54fdcbcd0cf270426d12cd83/Formulacion-de-un-yogur-funcional-de-zanahoria-2011-formulation-of-a-functional-yogurt-of-carrot-2011.pdf
- Soria-Chico, M. Y., Bravo-Romero, B. I., Cermeño-Hernández, E. B., & Ruiz-García, A. J. (2017). Elaboración de yogurt a base de soya enriquecido con quinoa y camote. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 410-416.
- Suwannaphan, S. (2022). Quality evaluation of non-fat goat milk yogurt supplemented with purple sweet potato flour. *International Food Research Journal*, 29(6), 1419-1428. doi:doi.org/10.47836/ifrj.29.6.18
- Tarrio, G. (2021). *Diseño de un proceso industrial para la fabricación de distintos yogures*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/364940/Dise%C3%B1o%20de%20un%20proceso%20industrial%20para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20distintos%20yogures..pdf>
- Unión de Organizaciones Campesinas de San Juan. (2017). *Elaboración de yogur de mashua*. Recuperado de <https://www.equatorinitiative.org/2017/07/10/elaboracion-de-yogur-de-mashua/>
- Wang, X., Kristo, E., & LaPoint, G. (2019). The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt. *Elsevier*, 83-91. doi:doi:10.1016/j.foodhyd.2019.01.004
- Yánez, K. (2015). *Estudio de la situación actual y comercialización de camote en el Ecuador* (Tesis de grado), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Yangilar, F. (2023). Determination of antioxidant capacity, citric acid, phenolic compounds, physicochemical and sensory properties of Pepino marmalade yogurts enriched with erythritol and amaranth flour at different concentrations. *Food*

Science and Biotechnology, 32, 531-542. doi:<https://doi.org/10.1007/s10068-022-01215-8>

6. ANEXOS

ANEXO A. Certificado de análisis del yogur control (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 01008

| Certificado No: 23-081 | | R01-7801 | | | | |
|--|---|--------------------|--|--------------------------|------------|------------|
| Solicitud N°: 23-081 | | Pág. 1 de 1 | | | | |
| Fecha recepción: 17 de Mayo de 2023 | Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 24 de Mayo de 2023 | | | | | |
| Información del cliente: | | | | | | |
| Empresa: | C.I./RUC: 1805278361 | | | | | |
| Representante: LISBETH LUISA | Tlf: 0968565871 | | | | | |
| Dirección: AMBATO | E mail: lluisa8361@uta.edu.ec | | | | | |
| Ciudad: AMBATO | | | | | | |
| Descripción de las muestras: | | | | | | |
| Producto: Yogur desnatado | Peso: 200g cada muestra | | | | | |
| Marca comercial: n/a | Tipo de envase: | Envase plástico | | | | |
| Lote: n/a | No de muestras: | una | | | | |
| F. Elb.: n/a | F. Exp.: | n/a | | | | |
| Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación: | Almac. en Lab: | 30 días | | | | |
| Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos: | Muestreo por el cliente: | 15 de mayo de 2023 | | | | |
| RESULTADOS OBTENIDOS | | | | | | |
| Muestras | Código del laboratorio | Código cliente | Ensayos solicitados/Técnica | Métodos utilizados | Unidades | Resultados |
| Yogur desnatado | 08123177 | Ninguna | Proteína, Kjeldhal | AOAC 991.2 Ed 21, 2019 | % (Nx6,25) | 2,99 |
| | | | Grasa, Gravimetría | AOAC Ed 21, 2019 2003.06 | % | 2,26 |
| | | | Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática | AOAC 85.29 Ed 21, 2019 | % | 0,473 |
| Conds. Ambientales: 21,7°C: 56,0%HR | | | | | | |
|  Gladys Risueño Directora de Calidad | | | | | | |
| Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si | | | | | | |
| Fecha de emisión del certificado: 31 de Mayo de 2023 | | | | | | |

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."

ANEXO B. Certificado de análisis de las muestras de yogur (LACONAL)



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

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01011

| | | |
|--|--|-------------|
| Certificado No: 23-085 | | 01011 |
| Solicitud N°: 23-085 | | Pág. 1 de 1 |
| Fecha recepción: 22 de mayo de 2023 | Fecha de ejecución de ensayos: 23 al 30 mayo de 2023 | |
| Información del cliente: | | |
| Empresa: | C.I./RUC: 2350184996 | |
| Representante: Karol Hidalgo | Tlf: 0964080872 | |
| Dirección: AMBATO | E mail: Karolhidalgo13@gmail.com | |
| Ciudad: AMBATO | | |
| Descripción de las muestras: | | |
| Producto: Yogur desnatado con oca amarilla ; Yogur desnatado con camote amarillo | Peso: 200g cada muestra | |
| Marca comercial: n/a | Tipo de envase: Envase plástico | |
| Lote: n/a | No de muestras: dos | |
| F. Elb.: n/a | F. Exp.: n/a | |
| Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación: | Almac. en Lab: 30 días | |
| Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos: | Muestreo por el cliente: 22 de mayo de 2023 | |

RESULTADOS OBTENIDOS

| Muestras | Código del laboratorio | Código cliente | Ensayos solicitados/Técnica | Métodos utilizados | Unidades | Resultados |
|--------------------------------------|------------------------|----------------|--|---------------------------|------------|------------|
| Yogurt desnatado con oca amarilla | 08523182 | Ninguna | Proteína, Kjeldhal | AOAC 991.2. Ed 21, 2019 | % (Nx6,25) | 3,18 |
| | | | Grasa, Gravimetría | AOAC Ed. 21, 2019 2003.06 | % | 2,18 |
| | | | Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática | AOAC 985.29. Ed 21, 2019 | % | 2,75 |
| Yogurt desnatado con camote amarillo | 08523183 | Ninguna | Proteína, Kjeldhal | AOAC 991.2. Ed 21, 2019 | % (Nx6,25) | 3,14 |
| | | | Grasa, Gravimetría | AOAC Ed. 21, 2019 2003.06 | % | 2,16 |
| | | | Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática | AOAC 985.29. Ed 21, 2019 | % | 2,17 |

Conds. Ambientales: 21,7°C; 56,0%HR

Ing. Gladys Risueno
Directora de Calidad



Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 31 de Mayo de 2023

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos, en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vocalante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.



Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquis y Río Payamino
Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
(593) 32400987 ext. 5517, 5518 <http://laconal.uta.edu.ec> laconal@uta.edu.ec

ANEXO C. Ficha de valoración para las muestras de yogur

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

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

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Instrucciones:

- Se le entregara 3 muestras, cada identificada como muestra 1-2-3
- Pruebe la muestra e identifique su nivel de agrado y marque con una X la opción que usted considera. Considerando que 5 es el mayor puntaje y 1 el menor puntaje.
- Luego de consumir cada muestra, por favor mastique un trazo de galleta y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continúe con la siguiente muestra.

| Característica | Alternativa | Muestras | | |
|----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | Muestra 1 (MYDOA01) | Muestra 2 (MYDCA02) | Muestra 3 (MYDC03) |
| COLOR | 1. Me disgusta mucho | | | |
| | 2. Me disgusta | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | |
| | 4. Me gusta | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | |
| OLOR | 1. Me disgusta mucho | | | |
| | 2. Me disgusta | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | |
| | 4. Me gusta | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | |
| SABOR | 1. Me disgusta mucho | | | |
| | 2. Me disgusta | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | |
| | 4. Me gusta | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | |
| TEXTURA | 1. Me disgusta mucho | | | |
| | 2. Me disgusta | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | |
| | 4. Me gusta | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | |
| ACEPTABILIDAD | 1. Me disgusta mucho | | | |
| | 2. Me disgusta | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | |
| | 4. Me gusta | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | |

OBSERVACIONES:

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!