



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA: AGROINDUSTRIA

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**“Desarrollo de yogur aflanado con contenido de fructooligosacáridos
mediante la adición de extracto de oca (*Oxalis tuberosa*)”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Agroindustrias

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico

Autor: Anthony Joel Pastas Yaruscuán

Director: Ing. Jimmy Milton Cuarán Guerrero Mg.I.

Ibarra – 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	0401967369	
APELLIDOS:	Pastas Yaruscuan Anthony Joel		
YNOMBRES:			
DIRECCIÓN:	Ibarra-Imbabura		
EMAIL:	ajpastasy@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0959800359

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Desarrollo de yogur aflanado con contenido de fructooligosacáridos mediante la adición de extracto de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)
AUTOR (ES):	Pastas Yaruscuan Anthony Joel
FECHA: AAAAMMDD	2024-11-28
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
DIRECTOR:	Ing. Jimmy Cuarán Mg.I.

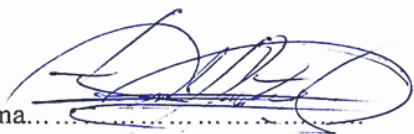
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Anthony Joel Pastas Yaruscuán, con cédula de identidad Nro. 0401967369, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 28 días del mes de Noviembre de 2024

EL AUTOR:

Firma.....



Anthony Joel Pastas Yaruscuán

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días, del mes de Noviembre de 2024

EL AUTOR:

Firma.....



Anthony Joel Pastas Yaruscuán

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

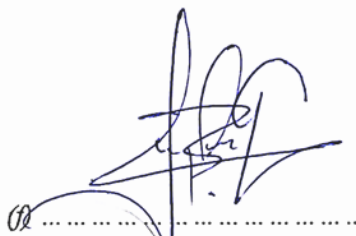
Ibarra, 28 de Noviembre de 2024

Ing. Jimmy Cuarán Mg.I.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

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

ING. JIMMY CUARÁN MG.I.

C.C. 0400985347

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Desarrollo de yogur aflanado con contenido de fructooligosacáridos mediante la adición de extracto de oca (*Oxalis tuberosa*)” elaborado por Anthony Joel Pastas Yaruscuán, previo a la obtención del título del Ingeniero en agroindustrias, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): 

Ing. Jimmy Cuarán Mg.I.

C.C. 0400985347

(f): 

MSc. Valeria Olmedo Galarza

C.C. 1714505078

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre Edith, el amor de mi vida, aquella persona que me enseñó el verdadero significado de la palabra resiliencia, quien no solo me dio la vida, sino que me salvó en más de una ocasión. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la importancia de nunca darse por vencido, el título es mío pero el mérito es completamente suyo.

Anthony Joel Pastas Yaruscuán

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento, en primer lugar, a la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A mis queridos padres, Edith y Antonio cuyo inquebrantable amor, apoyo y sacrificio han sido el motor que ha impulsado cada uno de mis pasos. A mis hermanos, hermanas y a mi querida prima Araceli, a mi tía Luz y a mi tío Guillermo, gracias por su apoyo, cariño y por animarme a cumplir mis sueños.

A mis amigos Stalin, Moni, Mildred, Danny y a mi mejor amiga Liz, quienes han sido un gran apoyo en mi vida, gracias por todos los momentos compartidos, por las risas, los enojos, y sobre todo, por estar a mi lado en cada paso de este capítulo. Su amistad fue mi refugio y mi alegría en aquellos momentos difíciles.

A mi director de tesis, Ing. Jimmy Cuarán, y a mi asesora de tesis, Bioq. Valeria Olmedo, por su invaluable orientación y guía. Su paciencia y dedicación durante el desarrollo de este estudio fueron cruciales para alcanzar esta meta. A mis profesores y mentores, gracias por compartir su sabiduría e inspirarme a alcanzar mis objetivos como profesional.

Finalmente quisiera expresar mi profunda gratitud a la Ing. Cecilia Cadena, por sus valiosos consejos y guía, y a todas las personas que de una u otra manera han contribuido con su tiempo, conocimientos, y apoyo moral, Abi, Xime, Paty, Jhosse, Gladys, Aron y Edgar.

A todos aquellos que han creído en mí y han ofrecido su ayuda desinteresada, a todos quienes formaron parte de este viaje, mi más sentido agradecimiento.

Anthony Joel Pastas Yaruscuán

RESUMEN

El yogur, ampliamente valorado por sus beneficios nutricionales y funcionales, es una bebida láctea fundamental en la dieta humana. Mejorar su perfil funcional mediante ingredientes con propiedades adicionales, como los fructooligosacáridos (FOS), permite optimizar sus características y beneficios para la salud. Este estudio se enfocó en desarrollar un yogur afluado con contenido de FOS mediante la adición de extracto de oca. Para ello, se empleó un DCA con cuatro tratamientos: un control y tres niveles de adición de extracto de oca (5%, 10% y 15%), replicados por triplicado. La metodología incluyó el análisis del contenido de FOS en el extracto de oca, así como evaluaciones fisicoquímicas, microbiológicas, reológicas y organolépticas del yogur. Los análisis determinaron que el extracto de oca contenía un 8.48% de FOS, con el tratamiento T15 (15% de extracto) destacándose al presentar la mayor viscosidad (1620.13 cP), el contenido más alto de FOS (1.62%) y una buena percepción por parte de los panelistas. A nivel sensorial la textura y consistencia del yogur experimental fueron bien valoradas, aunque el yogur comercial fue preferido en sabor y olor. En cuanto a la funcionalidad, aunque la cantidad de FOS no fue suficiente para clasificar al yogur como prebiótico, su adición podría mostrar un leve potencial para fomentar el crecimiento de microorganismos beneficiosos en el sistema digestivo. Concluyendo que el extracto de oca aporta beneficios en la viscosidad y perfil funcional del yogur, mejorando sus características reológicas; sin embargo, también modifica el sabor del producto afectando su aceptación.

Palabras clave: Bebidas lácteas, prebióticos, funcional, tubérculos, nutraceútico, viscosidad.

ABSTRACT

Yogurt, widely valued for its nutritional and functional benefits, is a fundamental dairy beverage in the human diet. Improving its functional profile through ingredients with additional properties, such as fructooligosaccharides (FOS), allows optimizing its characteristics and health benefits. This study focused on developing a plain yogurt with FOS content through the addition of goose extract. For this purpose, a DCA was used with four treatments: a control and three levels of goose extract addition (5%, 10% and 15%), replicated in triplicate. The methodology included the analysis of FOS content in the goose extract, as well as physicochemical, microbiological, rheological and organoleptic evaluations of the yogurt. The analyses determined that the goose extract contained 8.48% FOS, with the T15 treatment (15% extract) standing out as having the highest viscosity (1620.13 cP), the highest FOS content (1.62%) and a good perception by the panelists. At the sensory level, the texture and consistency of the experimental yogurt were well valued, although the commercial yogurt was preferred in taste and smell. Regarding functionality, although the amount of FOS was not sufficient to classify the yogurt as a prebiotic, its addition could show a slight potential to promote the growth of beneficial microorganisms in the digestive system. It is concluded that goose extract provides benefits in the viscosity and functional profile of yogurt, improving its rheological characteristics; however, it also modifies the taste of the product, affecting its acceptance.

Keywords: Milk drinks, prebiotics, functional, tubers, nutraceutical, viscosity.

LISTA DE SIGLAS

FOS. Fructooligosacáridos

INEN. Instituto ecuatoriano de normalización

DCA. Diseño completamente al azar

HO. Hipótesis nula

HA. Hipótesis alternativa

IMO. Isomaltooligosacárido

GOS. Oligosacáridos

XOS. Xilooligosacáridos

CCI. Corporación Colombiana Internacional

IM. Índice de madurez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	21
INTRODUCCIÓN	21
1.1. Problema de investigación	21
1.2. Justificación	22
1.3. Objetivos	23
<i>Objetivo general</i>	23
<i>Objetivos específicos</i>	23
1.4. Hipótesis o preguntas de investigación	23
<i>Hipótesis alternativa (HA)</i>	23
<i>Hipótesis nula (HO)</i>	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. El yogur	24
2.1.1. Tipos de yogur	24
2.1.2. Clasificación del yogur	25
2.1.3. Características nutricionales del yogur	25
2.1.4. Propiedades del yogur	26
2.1.5. Yogur aflanado	27
2.1.6. Generalidades del yogur aflanado	27

2.2.	La oca	27
2.2.1.	<i>Uso de la oca en la industria alimentaria</i>	28
2.2.2.	<i>Taxonomía de la oca</i>	28
2.2.3.	<i>Descripción botánica</i>	28
2.2.4.	<i>Variedades de la oca</i>	29
2.2.5.	<i>Clasificación de las variedades de la oca</i>	30
2.2.6.	<i>Contenido nutricional de la oca</i>	30
2.2.7.	<i>Acido oxálico</i>	31
2.2.8.	<i>Proceso de endulzamiento de la oca</i>	32
2.2.9.	<i>Cambios fisicoquímicos de la oca después del proceso de endulzamiento</i>	32
2.3.	Extractos	33
2.4.	Prebióticos	34
2.4.1.	<i>Características de los prebióticos</i>	34
2.4.2.	<i>Clases de prebióticos</i>	34
2.4.3.	<i>Fructooligosacáridos</i>	34
2.4.4.	<i>Tipos de fructooligosacáridos</i>	35
2.4.5.	<i>Fructooligosacáridos como prebióticos</i>	35
2.4.6.	<i>Contenido de fructooligosacáridos en la oca</i>	35
2.4.7.	<i>Consumo e ingesta de fructooligosacáridos</i>	36
CAPÍTULO III	37

MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. Tipo de investigación	37
3.2. Caracterización del área de estudio	37
3.3. Obtención de la materia prima	37
3.4. Evaluación del contenido de fructooligosacáridos del extracto de oca	37
3.4.1. Etapa 1. Caracterización de la oca	37
3.4.2. Etapa 2. Definición del estado de maduración de la oca.	39
3.4.3. Etapa 3. Obtención del extracto de oca	40
3.4.3.1. Descripción del proceso	40
3.4.4. Etapa 4. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del extracto de oca	42
3.5. Desarrollo de yogur afluado con diferentes niveles de extracto de oca.....	43
3.5.1. Etapa 1. Diseño experimental.....	43
3.5.1.1. Definición de variables de evaluación	44
3.5.1.2. Definición de variables de control	44
3.5.1.3. Análisis estadístico y prueba de significancia.....	44
3.5.2. Etapa 2. Caracterización de la leche UHT.....	45
3.5.3. Etapa 3. Proceso de elaboración del yogur afluado con la adición de extracto de oca	46
3.5.3.1. Descripción del proceso para la elaboración de yogur afluado con la adición de extracto de oca	46

3.6. Evaluación de las características reológicas, fisicoquímicos y microbiológicas de los diferentes tratamientos.	48
3.6.1. Etapa 1. Desarrollo de pruebas fisicoquímicas y reológicas de los diferentes tratamientos	48
3.6.2. Etapa 2. Desarrollo de análisis microbiológicos de los diferentes tratamientos ...	49
3.7. Evaluación de las características organolépticas del yogur aflanado con extracto de oca	49
3.8. Caracterización del producto final	50
3.9. Evaluación de la aceptación del yogur aflanado	50
CAPÍTULO IV	52
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
5.1. Evaluación del contenido de fructooligosacáridos del extracto de oca	52
5.1.1. Caracterización fisicoquímica de la oca	52
5.1.1.1. Evaluación de parámetros físicos de la oca	52
5.1.1.2. Evaluación de parámetros fisicoquímicos de la oca	54
5.1.2. Definición del estado de maduración de la oca	55
5.1.2.1. Estado de madurez de la oca fresca	55
5.1.2.2. Estado de madurez de la oca sometida a proceso de asoleo	56
5.1.3. Caracterización fisicoquímica del extracto	57
5.1.4. Análisis microbiológicos realizados al extracto	61

5.2.	Desarrollo de yogur afluado con diferentes niveles de extracto de oca.....	62
5.2.1.	<i>Caracterización de la leche cruda</i>	62
5.3.	Evaluación de los diferentes tratamientos del yogur afluado con extracto de oca	63
5.3.1.	<i>Análisis fisicoquímicos realizados a los distintos tratamientos</i>	63
5.3.1.1.	Evaluación del contenido de fructooligosacáridos	64
5.3.2.	<i>Análisis reológicos realizados a los distintos tratamientos</i>	65
5.3.2.1.	Evaluación de la viscosidad.....	65
5.3.3.	<i>Análisis microbiológicos realizados a los distintos tratamientos</i>	67
5.3.4.	<i>Análisis sensorial realizado a los distintos tratamientos</i>	68
5.3.4.1.	Evaluación del color.....	68
5.3.4.2.	Evaluación del olor	69
5.3.4.3.	Evaluación del sabor.....	70
5.3.4.4.	Evaluación de la textura.....	72
5.3.5.	<i>Análisis global y selección del mejor tratamiento</i>	73
5.4.	Caracterización del producto final.....	75
CAPITULO V		81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		81
5.1.	Conclusiones	81
5.2.	Recomendaciones	83

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Taxonomía de la oca (oxalis tuberosa)</i>	28
Tabla 2. <i>Clasificación de las diferentes variedades de oca</i>	30
Tabla 3. <i>Composición nutricional y química de diferentes variedades de oca</i>	31
Tabla 4. <i>Cambios en la composición nutricional, vitaminas y minerales en la oca fresca y asoleada</i>	32
Tabla 5. <i>Contenido de fructooligosacáridos en oca</i>	36
Tabla 6. <i>Análisis físicos realizados a la oca</i>	38
Tabla 7. <i>Análisis fisicoquímicos realizados a la oca</i>	38
Tabla 8. <i>Análisis fisicoquímicos realizados al extracto de oca</i>	42
Tabla 9. <i>Análisis microbiológicos realizados al extracto de oca</i>	43
Tabla 10. <i>Tratamientos del diseño experimental</i>	43
Tabla 11. <i>Características del experimento</i>	44
Tabla 12. <i>Esquema de ANOVA para la valorización de las variables</i>	45
Tabla 13. <i>Caracterización de la leche UHT</i>	45
Tabla 14. <i>Análisis fisicoquímicos y reológicos realizados a los diferentes tratamientos</i>	48
Tabla 15. <i>Análisis microbiológicos realizados a los diferentes tratamientos</i>	49
Tabla 16. <i>Análisis realizados al producto final</i>	50
Tabla 17. <i>Análisis fisicoquímico de la oca (Oxalis tuberosa)</i>	52
Tabla 18. <i>Análisis fisicoquímicos realizados a la oca</i>	54
Tabla 19. <i>Análisis fisicoquímicos realizados al extracto de oca</i>	57
Tabla 20. <i>Análisis microbiológicos realizados al extracto de oca</i>	61
Tabla 21. <i>Características fisicoquímicas de la leche cruda adquirida</i>	62

Tabla 22. <i>Análisis de viscosidad en los diferentes tratamientos</i>	66
Tabla 23. <i>Análisis microbiológicos realizados al yogur aflanado con extracto de oca</i>	68
Tabla 24. <i>Peso asignado a cada variable</i>	73
Tabla 25. <i>Puntaje de ponderación de variables</i>	74
Tabla 26. <i>Caracterización del yogur aflanado con extracto de oca</i>	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de flujo para la obtención del extracto de oca	41
Figura 2	Diagrama de flujo de la elaboración de yogur aflanado con la inclusión de extracto de oca.....	47
Figura 3	Oca en estado fresco.....	53
Figura 4	Comparación del pH entre la oca fresca y el extracto de oca madurada.....	58
Figura 5	Comparación de la acidez entre la oca fresca y el extracto de oca madurada.....	59
Figura 6	Comparación del contenido de sólidos solubles entre la oca fresca y el extracto de oca madurada.....	60
Figura 7	Contenido de FOS en los distintos tratamientos	64
Figura 9	Curva de viscosidad.....	66
Figura 10	Análisis organoléptico: Comparación del color en los diferentes tratamientos	69
Figura 11	Análisis organoléptico: Comparación del olor en los diferentes tratamientos	70
Figura 12	Análisis organoléptico: Comparación del sabor en los diferentes tratamientos.....	71
Figura 13	Análisis organoléptico: Comparación de la textura en los diferentes tratamientos....	72
Figura 14	Calificación final de los diferentes tratamientos	75
Figura 15	Comparación de la preferencia entre el yogur aflanado en estudio y comercial.....	79

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

Los productos lácteos desempeñan un papel importante en la dieta humana, debido a su valor nutricional y los beneficios que aporta su consumo a la salud (Salas et al., 2018). El mercado del yogur se encuentra en constante crecimiento, disponiendo de una amplia variedad entre ellos se encuentra el yogur aflanado que ha ganado popularidad en los últimos años debido a su textura suave y cremosa (Ramírez & Ruiz, 2014).

En Ecuador la variedad de yogures expendidos es limitada, ya que el mercado se inclina principalmente hacia la comercialización de aquellos de tipo líquido y batido dejando de lado otras opciones (Expert Market Research, 2023). En el país se comercializan tan solo cuatro yogures de tipo aflanado mismas que pertenecen a las marcas Toni, Alpina, Floralp y Lactel (Galarza, 2023).

Las industrias alimentarias optan por la inclusión de probióticos e ingredientes convencionales con el objetivo de mejorar las características del producto, descartando otras alternativas. Entre estas se puede incluir el empleo de materias primas novedosas con contenido de prebióticos que promueven el desarrollo de microorganismos benéficos y contribuyan a la microbiota del cuerpo humano (Chávez, 2022).

La oca (*Oxalis tuberosa*) tubérculo andino que destaca por su contenido de carbohidratos, vitaminas, minerales, y principalmente compuestos biológicos como fructooligosacáridos, crea la oportunidad de desarrollar e innovar un producto nutracéutico de gran valor (Gualoto, 2021). No obstante, la falta de información sustancial acerca del impacto de la inclusión de oca en productos lácteos sobre sus características, calidad y percepción por parte de los consumidores constituye el principal desafío de este estudio. En este contexto, surge el desafío de explorar la integración de

ingredientes no convencionales en productos lácteos, con el propósito de potenciar su perfil funcional (Minango, 2023).

1.2. Justificación

Las bebidas lácteas fermentadas son reconocidas como un alimento nutritivo y de gran importancia funcional puesto que ofrecen numerosos beneficios para la salud y el bienestar del ser humano (Parra, 2012). Estos suelen contener aditivos e ingredientes adicionales para mejorar su valor nutricional, textura y el sabor del producto natural (Bedolla et al., 2016).

En la actualidad, el aprovechamiento e inclusión de diferentes cultivos andinos en el desarrollo de este tipo de bebidas ha generado una alternativa significativa en la innovación de productos nutracéuticos (Minango, 2023). La adición de oca brinda la oportunidad de aportar cantidades significativas de componentes benéficos en la creación de productos nutracéuticos con valor diferenciado (Pazmiño, 2014).

Este tubérculo, contiene importantes cantidades de compuestos bioactivos especialmente en cuanto al contenido de fructooligosacáridos (FOS) se refiere (Jiménez & Sammán, 2014). La adición de estos componentes al yogur beneficia sus propiedades prebióticas, pues aporta a la nutrición compleja de microorganismos presentes en el colon como lactobacilos y bifidobacterias, ayudando a elevar las características funcionales del producto (Lema & Revelo, 2011).

En este ámbito, y destacando que en la actualidad el interés de los consumidores se inclina hacia aquellos productos que aportan a su salud, el producto como tal podría tener un alto potencial en el mercado. Por ende, se plantea la presente propuesta, bajo el enfoque del desarrollo de un producto lácteo innovador.

1.3.Objetivos

Objetivo general

- Elaborar yogur afluado con contenido de fructooligosacáridos mediante la adición de extracto de oca (*Oxalis tuberosa*).

Objetivos específicos

- Evaluar el contenido de fructooligosacáridos del extracto de oca (*Oxalis tuberosa*).
- Elaborar yogurt afluado con la inclusión de diferentes niveles de extracto de oca (*Oxalis tuberosa*).
- Evaluar las características reológicas, fisicoquímicas y nutricionales de los mejores tratamientos.
- Determinar la aceptación del yogur afluado mediante pruebas de análisis sensorial.

1.4.Hipótesis o preguntas de investigación

Hipótesis alternativa (HA)

- La cantidad de FOS evaluada en el producto final permite definir a este producto como un alimento prebiótico
- La adición de FOS afecta la viscosidad aparente del yogur afluado

Hipótesis nula (HO)

- La cantidad de FOS evaluada en el producto final no permite definir a este producto como un alimento prebiótico
- La adición de FOS no afecta la viscosidad aparente del yogur afluado

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.El yogur

El yogur es un producto lácteo coagulado que se obtiene mediante la fermentación láctica de la leche o de mezclas que incluyen derivados lácteos. Este proceso se realiza principalmente por acción de las bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*. Además, el yogur puede incluir otras bacterias beneficiosas que contribuyen a sus características finales (INEN, 2395).

2.1.1. Tipos de yogur

Yogur natural. – aquel que no contiene ningún componente o ingrediente adicional, salvo los microorganismos responsables de su fermentación y, si es necesario, sólidos de leche (Ruiz, 2018).

Yogur natural azucarado. – se trata del yogur natural al que se le ha añadido jarabe de azúcar, miel, azúcar cristalizada o jugo de caña (Guzmán, 2020).

Yogur edulcorado. – este tipo de yogur natural incluye edulcorantes aprobados por las normativas alimentarias (Torres, 2016).

Yogur saborizado con fruta. – se refiere a la bebida láctea que ha sido combinado con fruta natural o su jugo, y puede contener azúcar en forma de jarabe o cristalizada (Torres, 2016).

Yogur aromatizado. – es aquel yogur que ha sido impregnado con aromas específicos o al que se han añadido otros ingredientes alimentarios que se lo confieren (Ruiz, 2018).

Yogur pasteurizado después de la fermentación. – es el producto derivado del yogur que ha sido sometido a un proceso posterior a la fermentación equivalente a la pasteurización (Ruiz, 2018).

2.1.2. Clasificación del yogur

La NTE INEN 2395:2011 clasifica a estas bebidas lácteas según lo siguiente:

Según el contenido de grasa en:

Entera.

Semidescremada (parcialmente descremada).

Descremada.

De acuerdo con los ingredientes en:

Natural

Con ingredientes

De acuerdo con el proceso de elaboración en:

Batido

Coagulado o aflanado

Tratado térmicamente

Concentrado

Deslactosado

2.1.3. Características nutricionales del yogur

El yogur es considerado como un alimento funcional (Parra, 2012). Su riqueza en probióticos, alta densidad nutricional y diversas propiedades lo convierten en un alimento de gran valor nutritivo, destacándose por su elevado contenido en calcio y otros macro y micronutrientes (Moreno et al., 2013).

Hidratos de carbono

El yogur contiene varios tipos de carbohidratos, siendo la lactosa el principal. Parte de este contenido se encuentra parcialmente hidrolizado, ya que los microorganismos lo utilizan como

fuerza de energía. También incluye en menor proporción otros carbohidratos como glucosa, galactosa, glucolípidos, glucoproteínas, y oligosacáridos (Arcos, 2022).

Proteínas

Presenta diversas formas de caseína y proteínas de lactosuero, tales como la α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina sérica, proteasas-peptonas, inmunoglobulinas y enzimas como lipasas, proteasas o fosfatasas. Además, contiene metaloproteínas como transferrina, ceruloplasmina y lactoferrina (Babio et al., 2017).

Lípidos

Su composición incluye ácidos grasos de cadena corta y media, así como ácidos grasos trans de origen natural. A diferencia de los ácidos grasos trans industriales, que se están asociados con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, los ácidos grasos trans naturales presentes en productos lácteos, como el trans-palmitoleato, no aumentan dicho riesgo (Cornejo, 2023).

Vitaminas y minerales

El yogur es una gran fuente de diversos micronutrientes, entre los minerales y vitaminas que contiene se encuentra el calcio, sodio, fósforo, magnesio, zinc, iodo, potasio, así como vitaminas A, D y B (especialmente B2, B3 y B12). En menor cantidad, contiene vitaminas E y K (El Universo, 2021).

2.1.4. Propiedades del yogur

El yogur es un alimento reconocido por su valor nutricional y su contenido probiótico, lo que lo clasifica como un alimento funcional que ha sido objeto de numerosas investigaciones y estudios que destacan sus beneficios para la salud (Moreno et al., 2013).

Según Babio et al. (2017), los consumidores regulares de yogur tienden a tener una dieta de mayor calidad, ya que este producto contribuye a mejorar la ingesta de vitaminas y minerales que suelen ser deficientes. Su alta densidad nutricional permite que el yogur sea una fuente valiosa

para cubrir las necesidades de diversos nutrientes. La composición nutricional del yogur resulta esencial para mejorar la calidad de la alimentación y mantener el bienestar metabólico (Wang et al., 2013).

Por otro lado, León & Proaño (2015) afirman que algunas de las propiedades del consumo del yogur se deben a su capacidad para preservar la flora bacteriana intestinal, lo que favorece el correcto funcionamiento del sistema digestivo. Además, es más fácil de digerir que la leche debido a la transformación previa de la lactosa, y presenta un alto contenido de proteínas de alto valor biológico (Moreno et al., 2013).

2.1.5. *Yogur aflanado*

El yogur aflanado, conocido como yogur de cuajo firme o asentado, no es tan popular como otras variedades (Rodríguez, 2021). Su producción implica el uso de leche pasteurizada, que se envasa inmediatamente después de realizar la inoculación, permitiendo que la coagulación ocurra dentro del mismo recipiente del producto final. Su textura es similar a la de un flan, siendo firme y cremosa (Galarza, 2023).

2.1.6. *Generalidades del yogur aflanado*

Este producto lácteo, a diferencia de otros tipos de yogur como batido o bebible, presenta una consistencia firme similar a la de un flan. Entre sus características destacan su textura cremosa, así como un ligero aroma y sabor ácido característico de un yogur natural, los cuales son resultado de la actividad de los microorganismos añadidos para realizar el proceso de fermentación (De Paz, 2018).

2.2. La oca

Perteneciente a la familia *Oxiladaceae*, la oca es un tubérculo que se cultiva y consume en diversas regiones los Andes, incluyendo Ecuador, Bolivia, Perú, Colombia y Venezuela. Sin embargo, en los últimos años su producción se ha disminuido, concentrándose en áreas de cultivo

más reducidas donde se siembra, cosecha y consume. A pesar de esta tendencia, la oca es considerada uno de los cultivos más importantes a nivel regional, solo superada por la papa (Zhu & Cui, 2020).

2.2.1. *Uso de la oca en la industria alimentaria*

Aunque la oca es una excelente fuente de almidón, minerales, vitaminas, compuestos fenólicos, así como un alimento nutritivo, su uso en la industria alimentaria no es muy destacado y se destina principalmente al autoconsumo (Castañeta et al., 2022).

Sin embargo, estas propiedades han comenzado a captar el interés de las industrias, lo que ha llevado a un aumento en las investigaciones sobre la utilización de este tubérculo en la elaboración de mermeladas, yogures, galletas, e inclusive en forma de aditivo, gracias a su aporte de nutrientes y contenido de prebióticos, obteniéndose resultados muy prometedores.

2.2.2. *Taxonomía de la oca*

En la Tabla 1 se da a conocer la taxonomía de la oca (*Oxalis tuberosa*).

Tabla 1. *Taxonomía de la oca (oxalis tuberosa)*

Taxonomía de la oca	
Reino	<i>Plantae</i>
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Geraniales
Familia	<i>Oxalidaceae</i>
Género	<i>Oxalis</i>
Especie	O. Tuberosa

Fuente: Calva (2016)

2.2.3. *Descripción botánica*

La oca es una planta herbácea clasificada como dicotiledónea y perteneciente a la familia *Oxalidaceae*, produciendo tubérculos como su principal forma de cultivo (Barrera et al., 2004).

Generalmente, esta planta alcanza una altura de hasta 1m, con tallos agrupados que emergen desde la parte inferior (Suquilanda, 2011). Sus hojas son compuestas y trifoliadas, dispuestas alternamente a lo largo del tallo, y presentan un peciolo alargado de color verde que puede variar según la variedad. Los foliolos son ovalados, con un haz de color verde opaco y un envés que puede ser verde brillante o morado (Barrera et al., 2004).

Las inflorescencias de la oca contienen entre 5 y 8 flores con 5 pétalos de color amarillo, que van desde el sépalo con las cuales no puede auto fecundarse ni producir semillas (Tapia et al., 1996). El fruto de esta planta se desarrolla a partir de la flor en forma de capsula, que contiene alrededor de 5 lóculos, cada uno con dimensiones aproximadas de 0.21mm y entre 1 y 3 semillas. Este fruto tiene una forma ovoide y una superficie rugosa de color verdoso alcanza un tamaño promedio de 7mm (Rosero, 2010). En cuanto a los tubérculos de esta planta, estos tienen una forma cilíndrica, ovoides o claviformes y varían en tamaño variado entre los 5-15 cm. Su color también varía dependiendo de la variedad cultivada (Surco, 2004).

En lo que respecta al ciclo vegetativo de la oca, Gamarra et al. (2022) indican que alcanza su madurez comercial aproximadamente a los 290 días después de la siembra, aunque este periodo puede variar según las condiciones de ambiente, el tipo de suelo y terreno, así como las prácticas culturales.







2.2.4. *Variedades de la oca*

La oca presenta una amplia diversidad de variedades, distribuidas en los distintos países andinos. Según Urrunaga (2002), se estima que hay alrededor de 400 accesiones de este tubérculo repartidas en Perú. Por su parte, la Corporación Colombiana Internacional (CCI) reporta la presencia de más de cincuenta variedades, entre las cuales se destacan tres formas principales: oca alba, flava y roseo violáceo a negra. En Ecuador, las variedades cultivadas son principalmente criollas, incluyendo el ecotipo blanca, amarilla, rosada, lila, negra entre otras (Gualacata, 2015).

2.2.5. Clasificación de las variedades de la oca

Aunque existen una gran variedad de oca, se las ha agrupado en tres formas básicas las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Clasificación de las diferentes variedades de oca

Clasificación	Características	Variedad
Albas	Su pulpa y cáscara es de color blanco	 Pili Runtu  Zapallo oca  Bola kamusa
Flavas	Estas ocas poseen un color característico amarillo claro, pigmentos o flavonas color amarillo y anaranjado con pigmentos de caroteno	 K'ellu Qayara  Lluch'u Oca  Tibcoma oca
Violáceo a negra	Son aquellas ocas pigmentadas con colores rosa claro y violeta oscuro a negro.	

Fuente: Sánchez (2022)

2.2.6. Contenido nutricional de la oca

Jiménez & Sammán (2014) destacan la importancia de entender la contribución nutricional de los cultivos andinos para promover aquellos que puedan abordar deficiencias nutricionales específicas en determinadas regiones. Los tubérculos y raíces andinas contienen una variedad de

compuestos con actividad biológica, incluidos los flavonoides, fenoles, estanoles, prebióticos, probióticos y fitohormonas.

El contenido nutricional de la oca puede variar entre sus diferentes accesiones, pero generalmente es comparable o incluso superior al de la papa en términos de valor nutritivo. Presenta un alto porcentaje de agua (80%), un 1,1% de proteína y un 13% de carbohidratos. La cantidad de vitaminas puede fluctuar, aunque la oca puede contener cantidades significativas de retinol (vitamina A). Además, cuando se deshidrata, su contenido proteico puede alcanzar hasta un 11%. Este tubérculo es considerado una excelente fuente de energía debido a su alto contenido de carbohidratos, también aporta vitamina C y tiene un contenido graso casi nulo. Proporciona entre 20 y 60 Kcal por cada 100 g de carbohidratos y contiene almidones y azúcares importantes, así como hierro y un alto porcentaje de ácido oxálico (Gualoto, 2021).

Tabla 3. *Composición nutricional y química de diferentes variedades de oca*

Variedad	Energía	Humedad	Proteína	Lípidos	Cenizas	Fibra	Hidratos de carbono	Almidón total	Vitamina C
	Kcal								mg/100g de muestra
g/100 g de pulpa									
Amarilla	92	74.7±0.6	1.2	0.1±0.1	0.9±0.02	1.5	21.6	16.2±0.6	35.4±1.3
Overa	94	74.2±0.6	1.6±0.01	0.2±0.03	0.8±0.03	1.7	21.6	17.9±0.5	33.9±1.5
Rosada	97	73.1±0.4	1.4±0.1	0.1±0.01	1.2±0.01	0.9	22.6	15.1±1.0	37.4±1.0
Morada	92	76.2±0.7	0.8±0.1	0.2±0.03	1.0	1.9	21.9	15.0±0.3	35.6±0.7
Blanca	84	76.8±0.9	1.5±0.1	0.2±0.03	0.8±0.1	1.6	19.1	15.0±0.4	38.8±0.8
Colorada	83	75.8±1.8	2.1	0.1±0.1	0.8±0.02	2.6	18.5	14.8±0.3	30.4±1.6

Fuente: Jiménez & Sammán (2014)

2.2.7. *Acido oxálico*

Estos tubérculos poseen cantidades significativas de oxalatos y ácido oxálico, los cuales no aportan valor nutritivo, generan un sabor desagradable y, además, su consumo en grandes

cantidades puede ser favorecer a la formación de cálculos renales e inducir la descalcificación del sistema óseo (Castañeta et al., 2022). Sin embargo, este puede ser reducido al exponer al tubérculo a la luz solar. De esta forma, es posible disminuir su presencia hasta en un 75% (Sánchez et al., 2022).

2.2.8. *Proceso de endulzamiento de la oca*

Previo a ser consumidos, estos tubérculos se suelen exponer al sol, por lo menos durante siete días, esto con el objetivo de aumentar su contenido de azúcar y disminuir el contenido de oxalato (Zuniga & Tumpay, 2023).

Para llevar a cabo este proceso, hay que tomar en cuenta el tiempo posterior a la cosecha de los tubérculos, pues de esto dependerá la cantidad de días que se deje bajo luz solar. Castañeta et al. (2022) mencionan que para tubérculos frescos (recién cosechados), es recomendable un periodo de 5-10 días, mientras que para tubérculos comerciales (tienen más de 2 días de haber sido cosechados) el intervalo óptimo es de 3-7 días. La duración ideal por día es de 5 horas.

2.2.9. *Cambios fisicoquímicos de la oca después del proceso de endulzamiento*

Después de llevar a cabo el proceso de endulzamiento en estos tubérculos, tienden a sufrir alteraciones en su estructura física y en su composición química y nutricional. A continuación, se citan algunos cambios que sufre la oca por este proceso (Tabla 4).

Tabla 4. *Cambios en la composición nutricional, vitaminas y minerales en la oca fresca y asoleada*

Cambios en la composición nutricional			Cambios en contenido de vitaminas y minerales		
Componentes por 100 g de porción	Oca fresca (%)	Oca asoleada (%)	Componentes por 100 g de porción	Oca fresca (%)	Oca asoleada (%)
Humedad	82.4	66.9	Energía (Kcal)	61.0	325.0
Calorías	67.0	128.0	Calcio (mg)	5.0	7.0
Proteínas	0.7	1.1	Fósforo (mg)	39.0	64

Extracto etéreo	0.0	0.1	Hierro (mg)	0.9	1.3
Carbohidratos totales	16.1	30.8	Vitamina B1 (mg)	0.07	0.09
Fibra	0.5	1.0	Niacina (mg)	0.42	10.3
Ceniza	0.8	1.1	Vitamina C (mg)	38.4	33.0

Fuente: Cajamarca (2010); Orosco (2019)

Con respecto a los cambios físicos:

Sánchez et al. (2022) menciona que algunas de las modificaciones causadas por este proceso son las siguientes:

Pérdida de peso: la pérdida de peso aumenta a medida que el tubérculo permanece expuesto al sol.

Color: la coloración de las ocas es muy variada y en la mayoría de los casos, la exposición a la luz solar provoca cambios en la pigmentación de los tubérculos.

Daños físicos: es posible que gracias a la exposición algunas unidades resulten dañadas o se deterioren, después de este proceso los tubérculos suelen tomar una apariencia arrugada, con cascara dura, y algo oscura.

2.3.Extractos

Aliaga & Quijada (2013) refieren que se llama extracto a una o varias sustancias obtenidas por la extracción de una parte de la materia prima, generalmente se realiza empleando algún tipo de solvente como etanol o agua. En un contexto diferente, extracto se refiere a aquella sustancia extraída de otra de manera concentrada, preservando sus propiedades fundamentales.

En este contexto el extracto de frutas y/o hortalizas es la o las sustancia que se obtiene de estos por varios procedimientos y que, de forma concentrada, preserva sus virtudes características como el sabor y contenido nutricional, en este caso se realizará la extracción del zumo de la oca

separándolo del bagazo y siendo adicionado al yogur con el fin de añadir los nutrientes y contenido de fructooligosacáridos del tubérculo (Aliaga & Quijada, 2013)

2.4. Prebióticos

Prebiótico se refiere a los componentes no digeribles presentes en los alimentos, los cuales generan efectos positivos en el huésped al promover de manera selectiva el desarrollo y/o la actividad de un conjunto o número limitado de bacterias residentes en el colon. Esta definición comparte similitud con la de fibra dietética, pero destaca la capacidad de los prebióticos para actuar de manera selectiva sobre microorganismos particulares (Oliveira & González, 2007).

2.4.1. Características de los prebióticos

Son sustancias no alterables que no pueden ser hidrolizadas ni absorbidas durante su transcurso por el tracto digestivo superior (estomago e intestino delgado), deben ser un sustrato fermentable por uno o varios grupos de bacterias residentes en el colon. Además, su fermentación debe ser selectiva estimulando el crecimiento y la actividad de bacterias intestinales que representen efectos positivos para el huésped (Concepción et al., 2007).

2.4.2. Clases de prebióticos

Los componentes prebióticos fundamentales incluyen los fructooligosacáridos (FOS), la inulina, el isomalto-oligosacárido (IMO), la povidextrosa, la lactulosa y el almidón resistente. Además, los oligosacáridos (GOS) y los xilooligosacáridos (XOS), también actúan como agentes prebióticos (Castañeda, 2018).

2.4.3. Fructooligosacáridos

Los oligofruetosacáridos, conocidos también como oligofruetosa oligosacáridos, glucofructanos, inulinos, oligosacáridos resistentes o abreviando FOS, constituyen un tipo de fibra denominada como fibra dietética, son carbohidratos formados por la unión de moléculas de fructosa y residuos de glucosa mediante enlaces glucosídicos. Se encuentran en una amplia

variedad de polisacáridos de naturaleza diversa, siendo los más destacados la oligofructosa y la inulina (Chacón, 2006).

2.4.4. Tipos de fructooligosacáridos

Los fructooligosacáridos más destacados incluyen la, ketosa, nistosa y fructosilnistosa. Formados por una molécula de sacarosa y una, dos y tres de fructosa, respectivamente. Se encuentran en productos vegetales como la cebolla, alcachofa, tomate y remolacha, también es posible encontrarlos en bajas concentraciones en otras materias primas (Soriano et al., 2017).

2.4.5. Fructooligosacáridos como prebióticos

Los FOS son considerados como prebióticos gracias a que diversos estudios han demostrado que estos no experimentan hidrólisis ni absorción en la parte inicial del tracto gastrointestinal, actúan como sustrato para bacterias beneficiosas y favorecen la formación de un microbiota colónico más saludable (Soriano et al., 2017).

Rodríguez et al. (2019) mencionan que los fructooligosacáridos, así como las inulinas pertenecen a una categoría de sustancias conocidas como fructanos, que son elementos alimentarios que tienen el efecto prebiótico más destacado, ya que sirven como el sustrato más apropiado para el rápido desarrollo de ciertas bacterias en el colon. Fueron los primeros oligosacáridos no digeribles en los que se comprobaron propiedades funcionales.

2.4.6. Contenido de fructooligosacáridos en la oca

Las investigaciones acerca del contenido de fructooligosacáridos en este tubérculo son muy limitadas, ya que la mayoría de los estudios se han enfocado en el analizar el contenido de prebióticos en otro tipo de tubérculos. Sin embargo, Jiménez & Sammán (2014) mencionan que el contenido de fructooligosacáridos de diversas variedades de ocas es similar (Tabla 5).

Tabla 5. *Contenido de fructooligosacáridos en oca*

	Tubérculo	FOS (g/100g)
Oca	Amarilla	7.36±0.29
	Overa	7.43±0.47
	Rosada	7.27±0.07
	Morada	7.32±0.78
	Blanca	7.61±1.50
	Colorada	6.76±0.06

Fuente: Jiménez & Sammán (2014)

2.4.7. Consumo e ingesta de fructooligosacáridos

Con frecuencia, este tipo de sustancias se consume en forma de suplementos o mediante alimentos que han sido fortificados con FOS, tal es el caso de productos lácteos, productos horneados y bebidas. Chacón (2006) declara que generalmente se recomienda el consumo de 8 g de oligofruktanos por día, para que sus funciones nutricionales se manifiesten en el organismo y no se presenten problemas de intolerancia. Lavanda et al. (2011) manifiestan que la ingesta de prebióticos, en cantidades reducidas (5-20 g/día) promueven el desarrollo de bifidobacterias y lactobacilos.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo experimental y se dirigió bajo un enfoque cuantitativo, se recolectaron datos y emplearon métodos estadísticos para la respectiva evaluación.

3.2. Caracterización del área de estudio

La ejecución de la presente investigación se llevó a cabo en los diferentes laboratorios de la Universidad Técnica del Norte (UTN) ubicados en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura. La obtención del extracto y la elaboración del yogur se realizaron en los laboratorios de bioprocesos de las unidades Edu-productivas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), ubicadas en el Colegio universitario UTN. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se efectuaron en el laboratorio del campus San Vicente de Paúl de la misma facultad.

3.3. Obtención de la materia prima

La oca eco tipo blanca fue obtenida por parte de un convenio con la Asociación de productores agrícolas “Troje Productivo” de la ciudad de Julio Andrade provincia del Carchi, quienes acordaron abastecer de este tubérculo para llevar a cabo este estudio (véase Anexo 30). La leche estandarizada UHT para la elaboración del yogur se adquirió en tiendas locales de la ciudad de Ibarra.

3.4. Evaluación del contenido de fructooligosacáridos del extracto de oca

Para alcanzar este objetivo, el abordaje metodológico incluyó las siguientes etapas:

3.4.1. Etapa 1. Caracterización de la oca

Se consideró como criterio selectivo el estado de madurez correspondiente a 280 ± 10 días desde la siembra, dado que en esta fase completan su desarrollo fisiológico, alcanzando un tamaño

y peso idóneos (Tapia, 2007), además de alcanzar su pleno desarrollo en cuanto a composición nutricional y características adecuadas para su consumo (Miguez, 2024). Adicionalmente, se verificó que no hayan sufrido daños mecánicos y que no presenten indicios de pudrición.

Obtenidos los tubérculos, se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica de la oca. Se evaluaron variables físicas tales como el peso y las dimensiones (longitud y diámetro) de los tubérculos (Tabla 6). Esta evaluación se realizó basándose en la metodología descrita por Amores (2016).

Tabla 6. *Análisis físicos realizados a la oca*

Parámetro	Instrumento/Método	Unidad de medida	Referencia
Peso	Balanza digital (Mettertoledo)	g	Amores (2016)
Dimensiones (largo/ancho)	Calibrador pie de rey	cm	

Nota. Los procesos detallados de estos análisis se muestran en el Anexo 1.

Así mismo, para la caracterización fisicoquímica, se realizaron pruebas de humedad, sólidos solubles, pH y acidez titulable (Tabla 7).

Tabla 7. *Análisis fisicoquímicos realizados a la oca*

Parámetro	Instrumento/ Método	Unidad de medida	Ecuación	Referencias
Humedad	Secado en horno (Mettmert)	%	$SS(\%) = \left(\frac{m2 - m}{m1 - m} \right) * 100$	NTE INEN 382
Sólidos solubles	Refractómetro digital (Tecnoescala)	%	-	AOAC 932.12

pH	Potenciómetro digital (Milwaukee)	-	-	NTE INEN 1842
Acidez titulable	Titulación colorimétrica	%	$\% \text{ acidez} = \frac{(f. \text{ ácido})(N \text{ NaOH})(ml \text{ de NaOH consumidos})}{g \text{ de muestra}} * 100$	NTE INEN 750

Nota. Los procesos detallados de estos análisis se muestran en el Anexo 4.

3.4.2. Etapa 2. Definición del estado de maduración de la oca.

Se determinó el índice de madurez de la *Oxalis tuberosa*, mediante la Ecuación 1, ya que este puede usarse como indicador del nivel de madurez fisiológico de un vegetal o tubérculo (Gamarra et al., 2022). Esta tuvo como objetivo establecer el tiempo de asoleo al que serían sometidos los tubérculos para adquirir sus características ideales y ser empleados en esta investigación.

Para ello, se realizaron análisis fisicoquímicos que incluyeron la determinación de sólidos solubles y acidez titulable. Palate (2013) menciona que, existe una correlación entre el estado de madurez, el aumento de sólidos solubles y la disminución de la acidez titulable. Así pues, el índice de madurez adecuado de este tubérculo para ser empleado puede variar según el ecotipo de oca (Gamarra et al., 2022).

Ecuación 1

Ecuación para calcular el índice de madurez de la oca

$$\text{Índice de madurez (IM)} = \frac{\% \text{ sólidos solubles}}{\% \text{ de acidez titulable}}$$

Entre más bajo sea el índice de madurez mayor será la cantidad de tiempo que debe exponerse al sol. Castañeta et al. (2022) sugiere que, entre más fresca o menor sea el índice de

madurez del tubérculo, el tiempo idóneo de exposición es de hasta 50 horas, en contraste, entre más alto sea el índice de madurez el tiempo puede ser de hasta 35 horas. La exposición de los tubérculos a la luz solar, luego de los análisis y cálculos correspondientes, se realizó durante 5 h/día por 10 días (50 horas).

3.4.3. Etapa 3. Obtención del extracto de oca

Una vez caracterizada la materia prima y definido el tiempo de maduración, a continuación, se describe el proceso de obtención del extracto de oca.

3.4.3.1. Descripción del proceso

El proceso de la obtención del extracto de oca se visualiza en el Anexo 9.

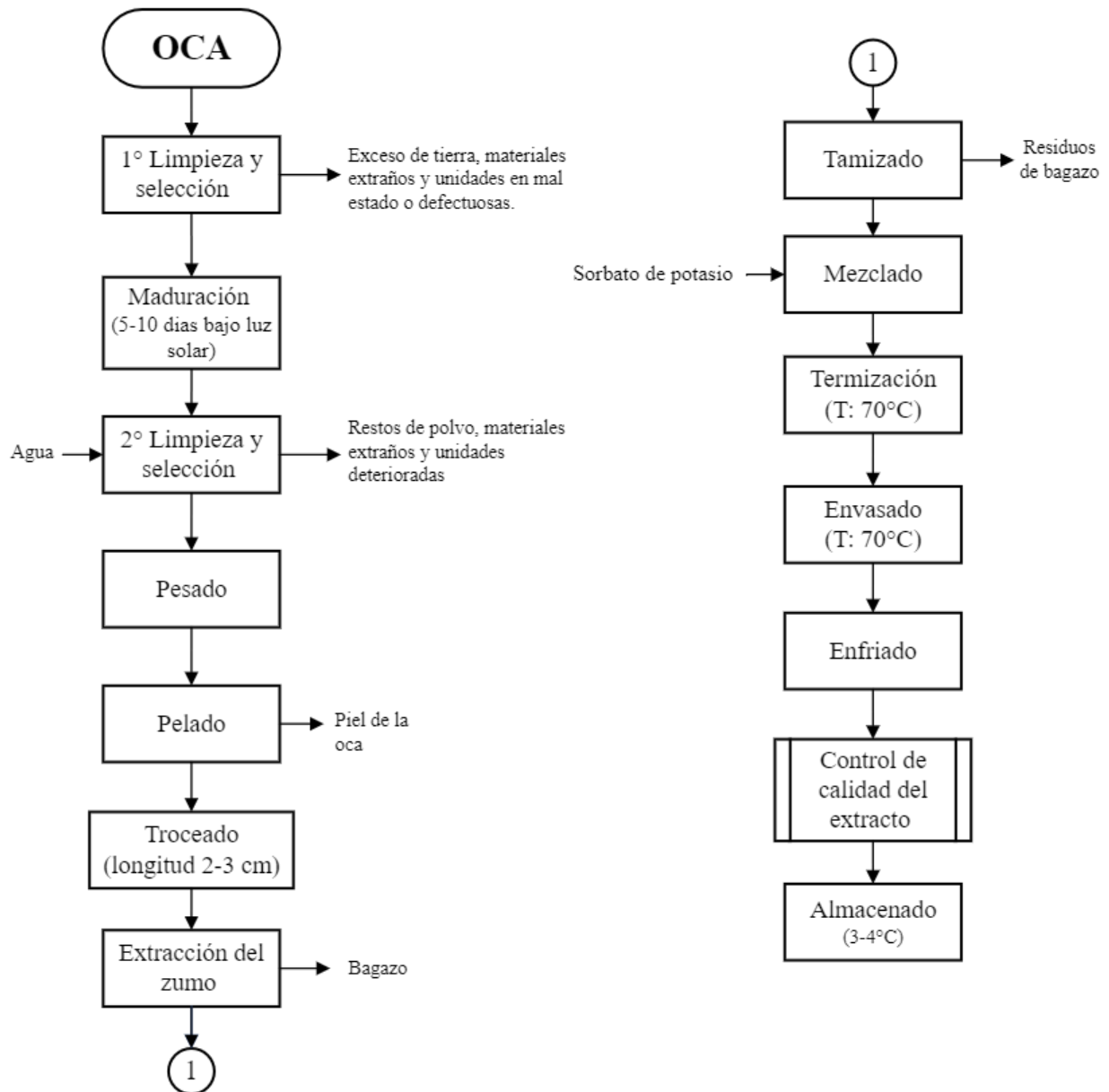
Se inicia esta actividad con la limpieza en seco de los tubérculos empleando un cepillo de cerdas suaves para retirar cualquier impureza presente. Luego se sometieron a un proceso de maduración, para lo cual se colocaron en una superficie seca, libre de humedad y con acceso a luz solar, esta exposición se realizó hasta completar un total de 50 horas.

Trascurrido este tiempo, estas fueron lavadas con agua potable y se descartó aquellos tubérculos que se encontraban en mal estado. A continuación, con la ayuda de una balanza se pesó la materia prima y se retiró su piel. En esta etapa las ocas fueron cortadas en trozos de 2-3cm aproximadamente, los cuales se introdujeron en un extractor doméstico y se obtuvo el zumo que se filtró empleando un colador de abertura de 1mm para retirar cualquier residuo de bagazo, a este se adicionó 1g/L de sorbato de potasio (CODEX STAN 192-1995), se mezcló rigurosamente para luego realizar una termización donde se elevó la temperatura a 70°C asegurando aún más la inocuidad del extracto. Alcanzada esta temperatura, se efectuó el envasado en frascos de vidrio donde seguidamente se sometió a enfriamiento sumergiendo los envases en agua a temperatura ambiente. Por último, el extracto obtenido se almacenó a una temperatura de 4°C.

En la Figura 1, se presenta el diagrama de flujo del proceso mediante el cual se obtuvo el extracto, así como las variables de control y aditivos empleados.

Figura 1

Diagrama de flujo para la obtención del extracto de oca



3.4.4. Etapa 4. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del extracto de oca

Obtenido el extracto se llevaron a cabo los análisis fisicoquímicos planificados. Estas pruebas incluyeron medición de pH, acidez titulable, sólidos solubles, fibra, proteína y contenido de fructooligosacáridos (Tabla 8). Todos los análisis se realizaron por triplicado, excepto por los análisis de fibra y proteína, que se realizaron en un laboratorio particular de la ciudad de Ibarra (Alfa analítica).

Tabla 8. Análisis fisicoquímicos realizados al extracto de oca

Parámetro	Instrumento/Método	Unidad de medida	Ecuación	Referencia
pH	Potenciómetro digital (Milwaukee)	-	-	NTE INEN 1842
Acidez titulable	Titulación colorimétrica	%	$\% \text{ acidez} = \frac{(f. \text{ ácido})(N \text{ NaOH})(ml \text{ de NaOH consumidos})}{g \text{ de muestra}} * 100$	NTE INEN 750
Sólidos solubles	Refractómetro digital (Tecnoescala)	%	-	AOAC 932.12
Fibra total	AOAC 962.09	%	-	AOAC 962.09
Proteína total	AOAC 984.13	%	-	AOAC 984.13
Oligofructosa (FOS)	Método MFQ-159	%	$\% \text{ oligofructosa} = \frac{Pms - Pbc}{Pm} \times 100$	(Lema & Revelo, 2011)

Nota. Los procesos detallados de estos análisis se muestran en el Anexo 4.

De igual manera, con el propósito de evaluar la inocuidad del extracto, se llevaron a cabo análisis microbiológicos los cuales incluyeron la evaluación de Coliformes totales y *Staphylococcus aureus* (véase Tabla 9). Dichos análisis, al igual que los de fibra y proteína, fueron realizados en el mismo laboratorio particular (Alfa analítica).

Tabla 9. *Análisis microbiológicos realizados al extracto de oca*

Parámetro	Instrumento/Método	Unidad de medida	Ecuación	Referencia
Coliformes totales	NTE INEN 0013	UFC/g	-	NTE INEN 0013
<i>Staphylococcus aureus</i>	AOAC 984.13	UFC/g	-	AOAC 984.13

3.5.Desarrollo de yogur aflanado con diferentes niveles de extracto de oca

El abordaje metodológico empleado abarcó las siguientes fases:

3.5.1. Etapa 1. Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con tres niveles de adición de extracto de oca como único factor, frente a un testigo el cual no recibió adición alguna de dicho extracto. El tamaño de cada unidad experimental se desarrolló con la adquisición de un litro de leche cruda por cada tratamiento (Tabla 10).

Tabla 10. *Tratamientos del diseño experimental*

Extracto de oca (%)	Código	Repeticiones	TUE (L)	Total
0 (testigo)	T0	3	1	3
5	T5	3	1	3
10	T10	3	1	3
15	T15	3	1	3
TOTAL (L)				12

Así pues, para la evaluación se establecieron cuatro tratamientos, los cuales se replicaron por triplicado (Tabla 11)

Tabla 11. *Características del experimento*

Descripción	
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Unidades experimentales	12

3.5.1.1. Definición de variables de evaluación

Para el análisis estadístico y selección del mejor tratamiento se evaluaron diversas variables, estas fueron:

En cuanto a variables fisicoquímicas, se consideró el contenido de FOS y sobre las variables reológicas se evaluó la viscosidad del producto.

3.5.1.2. Definición de variables de control

Las variables de control que se evaluaron durante la elaboración del yogur aflanado fueron el pH y la Temperatura. Estas fueron monitoreadas en la cámara a lo largo del proceso de fermentación del yogur

3.5.1.3. Análisis estadístico y prueba de significancia

Los resultados experimentales se analizaron mediante un ANOVA (Análisis de varianza). Este método permitió evaluar las disparidades causadas por la adición de las distintas concentraciones de extracto de oca sobre las variables de respuesta en estudio. Además, se utilizó la prueba de Tukey para evaluar las diferencias significativas entre los resultados. Para ello, los datos resultantes se recopilaron y tabularon con la ayuda de los programas Office Excel e Infostat. Las características del método ANOVA para esta investigación se visualizan en la Tabla 12.

Tabla 12. Esquema de ANOVA para la valorización de las variables de evaluación

Fuentes de variación	Grados de libertad
TOTAL	11
Tratamientos	3
Error experimental	8

3.5.2. Etapa 2. Caracterización de la leche UHT

En la leche UHT se realizaron análisis de acidez, pH, grasa, sólidos no grasos, densidad, temperatura, proteína y agua añadida, los cuales servirían como indicadores de su calidad, especialmente en cuanto su contenido de grasa y calidad proteica, para ser empleada en la elaboración del yogur (Tabla 13).

Tabla 13. Caracterización de la leche UHT

Parámetro	Instrumento/Método	Unidad de medida	Ecuación	Fuente
Acidez	Acidómetro Dornic	°D	-	NTE INEN 13
pH	Potenciómetro digital	-	-	NTE INEN 12
Grasa	Método Gerber	%	-	NTE INEN 12
Densidad	Termolactodensímetro	g/ml	-	NTE INEN 11
Temperatura		°C	-	NTE INEN 14
Sólidos totales	NTE INEN 14	%	$ST = (0.25 * densidad) + (1.21 * \%grasa) + 0.66$	NTE INEN 14
Sólidos no grasos (SNF)	Equipo de análisis de leche	%	-	NTE INEN 9
Proteína		%	-	

Agua añadida	%
--------------	---

Nota. Los procesos detallados de estos análisis se muestran en el Anexo 16.

Se observó que la leche adquirida cumpliera con los rangos de calidad estipuladas en la NTE INEN 701:2009 para leche UHT.

3.5.3. Etapa 3. Proceso de elaboración del yogur aflanado con la adición de extracto de oca

Realizados los análisis a la leche y verificando que esta cumpla con los requisitos de calidad, se procedió a elaborar el producto lácteo.

3.5.3.1. Descripción del proceso para la elaboración de yogur aflanado con la adición de extracto de oca

Realizadas las pruebas de calidad a la leche estandarizada comercial esta se filtró empleando un colador (material de plástico y porosidad de 0.1 mm) para eliminar cualquier tipo de impureza, se realizó la respectiva estandarización añadiendo leche en polvo, con el objetivo de cumplir con los parámetros estipulados en la NTE INEN 701:2009.

Luego se sometió a proceso de pasteurización, elevando su temperatura a 90°C durante 5 minutos para eliminar cualquier microorganismo patógeno, aquí se adicionó los diferentes niveles de extracto de oca y se mezcló rigurosamente. Seguido a esto se homogenizó, empleando una paleta de madera se agitó durante 3 minutos para lograr romper los coágulos de grasa. Seguido a esto, se enfrió hasta alcanzar una temperatura de 45°C, durante este proceso se adicionó 1 g/L de sorbato de potasio y gelatina como estabilizante. Alcanzada esta temperatura se inoculó con fermento láctico para mezclar hasta distribuir todo el cultivo.

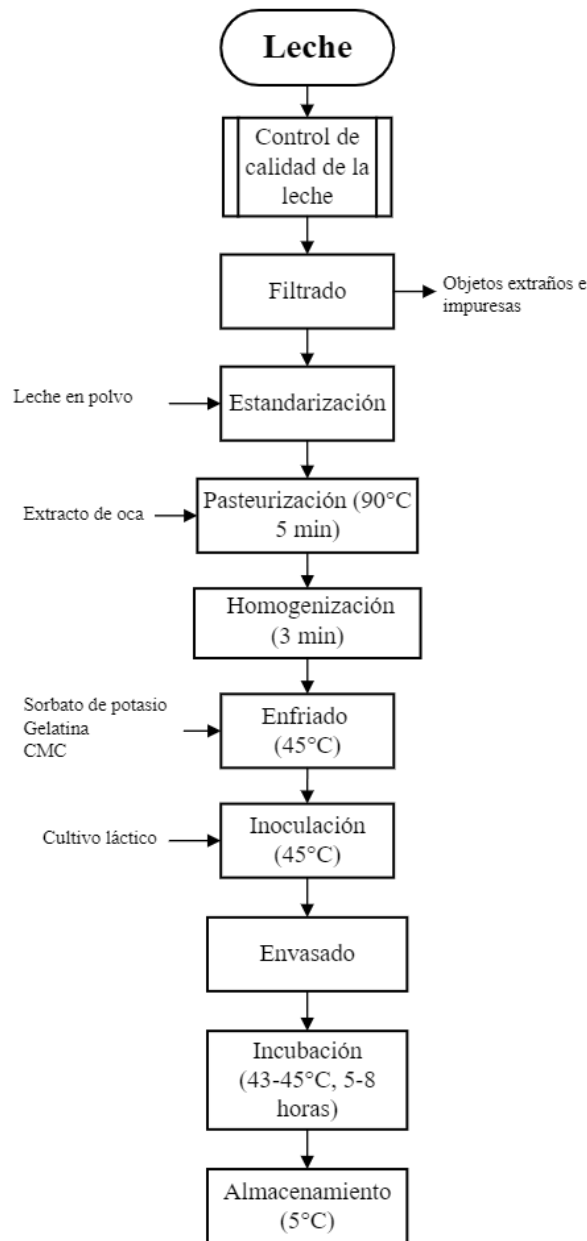
La mezcla se colocó en envases de plástico de 100 ml con su respectiva tapa para proceder a su incubación, esta se llevó a cabo en una cámara de fermentación que se desarrolló previamente, en esta se controló un rango de temperatura para de 43-45°C, donde se dejó reposar durante 5-8

horas hasta que se alcanzó un pH de 4.3-4.5. Alcanzado este pH se retiró los envases para almacenarlos a una temperatura de 5°C y así detener la fermentación.

En la Figura 2 se muestra el proceso mediante el cual se elaboró el yogur aflanado con la adición de extracto de oca, así como las variables de control y aditivos adicionados.

Figura 2

Diagrama de flujo de la elaboración de yogur aflanado con la inclusión de extracto de oca



3.6. Evaluación de las características reológicas, fisicoquímicas y microbiológicas de los diferentes tratamientos.

Una vez obtenido el yogur aflanado, se llevó a cabo los análisis y pruebas planificadas para evaluar los diferentes tratamientos y seleccionar el/los más destacados. El enfoque metodológico implementado se llevó a cabo bajo las siguientes etapas:

3.6.1. Etapa 1. Desarrollo de pruebas fisicoquímicas y reológicas de los diferentes tratamientos

Estos incluyeron, análisis del contenido de fructooligosacáridos y análisis de viscosidad como criterios para la selección de los tratamientos más prometedores. Estos se detallan en la Tabla 14.

Tabla 14. Análisis fisicoquímicos y reológicos realizados a los diferentes tratamientos

Parámetro	Instrumento/Método	Unidad de medida	Ecuación	Referencia
Viscosidad	Viscosímetro rotacional (STS-2011).	cP	-	(Solórzano, 2018)
Oligofruktosa (FOS)	Método MFQ 159	%	$\% \text{oligofruktosa} = \frac{Pms - Pbc}{Pm} \times 100$	(Lema & Revelo, 2011)

Nota. Los procesos detallados de estos análisis se muestran en el Anexo 19.

Los datos recopilados se tabularon mediante el método estadístico ANOVA y prueba de significancia de Tukey (0,05) mismos que fueron de ayuda para observar las disparidades entre los diferentes tratamientos.

3.6.2. Etapa 2. Desarrollo de análisis microbiológicos de los diferentes tratamientos

Los análisis microbiológicos, que incluyeron coliformes totales y *Staphylococcus aureus*, fueron aplicados en todos los tratamientos para garantizar su inocuidad y la seguridad de los jueces catadores al momento de ejecutar las pruebas sensoriales del yogur. Estos se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Análisis microbiológicos realizados a los diferentes tratamientos

Parámetro	Instrumento/Método	Unidad de medida	Ecuación	Referencia
Coliformes totales	NTE INEN 0013	UFC/g	-	NTE INEN 0013
<i>Staphylococcus aureus</i>	AOAC 984.13	UFC/g	-	AOAC 984.13

3.7. Evaluación de las características organolépticas del yogur aflanado con extracto de oca

Esta evaluación sirvió como criterio adicional para la selección de el/los mejores tratamientos. Se analizaron variables organolépticas, incluyendo color, olor, sabor y textura (véase Anexo 31). Para ello, se reunió un panel de 30 jueces no entrenados, quienes evaluaron estas características mediante una prueba de grado de satisfacción (Anexo 28). Esta prueba tipo afectiva, utilizó escalas hedónicas verbales de cinco puntos para determinar el nivel de agrado del yogur, donde cada escala tenía los siguientes valores:

Me gusta mucho (5)

Me gusta levemente (4)

Ni me gusta ni me disgusta (3)

Me disgusta levemente (2)

Me disgusta mucho (1)

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de significancia de Tukey ($p < 0.05$) en los programas Office Excel e Infostat. El cual fue de ayuda para seleccionar el o los mejores tratamientos.

3.8. Caracterización del producto final

Al mejor tratamiento se realizaron pruebas adicionales, que incluyeron contenido de proteína, % de grasa y sólidos totales.

Tabla 16. *Análisis realizados al producto final*

Parámetro	Instrumento/Método	Unidad de medida	Ecuación	Referencia
Proteína	AOAC 984.13	%	-	AOAC 984.13
Acidez	Método Dornic	°D	-	(Alcívar, 2016)
Grasa	Método Gerber	%	-	(Donoso, 2023)
Sólidos totales	AOAC 962.09	%	-	AOAC 962.09

Nota. Los procesos de estos análisis se detallan en el Anexo 23. Los análisis de proteína y sólidos totales se realizaron en un laboratorio particular de la ciudad de Ibarra (Alfa analítica)

3.9. Evaluación de la aceptación del yogur afluado

Esta prueba sirvió para comparar el mejor tratamiento con un producto comercial para verificar la aceptación del producto por parte de los consumidores.

La determinación de la aceptación del yogur se realizó empleando una Prueba de preferencia pareada, de tipo afectiva (Anexo 32). Se presentó al panel de catadores, 30 jueces no entrenados, dos muestras de yogur, el mejor tratamiento seleccionado previamente y un yogur

aflanado comercial (Anexo 29). Los panelistas respondieron a la pregunta ¿Cuál de las dos muestras prefiere?

Obtenidas las respuestas se realizó la respectiva tabulación de datos reconociéndose el nivel de aceptación del producto final.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los resultados y hallazgos obtenidos de la presente investigación. De igual manera se discuten las razones que dieron lugar a dichos resultados.

5.1. Evaluación del contenido de fructooligosacáridos del extracto de oca

Para llevar a cabo esta evaluación, se obtuvo el extracto de oca mediante las fases descritas en la metodología, llegando a los resultados siguientes:

5.1.1. Caracterización fisicoquímica de la oca

Los análisis y mediciones, tanto físicas como fisicoquímicas, realizados a la oca empleada en este estudio se describen a continuación.

5.1.1.1. Evaluación de parámetros físicos de la oca

La evaluación de las características físicas de la oca se realizó en base húmeda, se tomaron 10 unidades de apariencia similar (Figura 3) obteniéndose los datos descritos en la Tabla 17.

Tabla 17. *Análisis fisicoquímico de la oca (Oxalis tuberosa)*

Parámetro analizado	Resultado
Peso (g)	36.9
Longitud (cm)	10.3
Diámetro (cm)	2.9

Figura 3

Oca en estado fresco



El peso promedio de la oca ecotipo blanca utilizada en esta investigación, fue de 36.9 g. Este valor comparable a los resultados reportados por Nina & Murillo (2018), quienes determinaron en su estudio que el peso de diferentes accesiones de oca fue de 34.4g para el ecotipo Keny morado, 30.5 para el ecotipo Keni rosado y 34.9 para el ecotipo Kiwasa.

En cuanto a la longitud promedio de los tubérculos (10.3 cm), esta se asemeja a la reportada por Castañeta et al. (2022), quienes determinaron un valor promedio de 9.9 cm para la misma variedad de oca. No obstante, estos resultados son consistentes con las afirmaciones de Sánchez et al. (2022), quienes indican que la longitud de estos tubérculos en estado de madurez fisiológica varía entre 5-15 cm, similar a lo descrito por Gualoto (2021), quien señala que el rango de la longitud oscila entre 2.5-15 cm, dependiendo la variedad de oca.

El valor del diámetro de la oca de esta investigación fue de 2.9 cm. Este valor es comparable al reportado por Castañeta et al. (2022) quienes determinaron un diámetro de 2.5 cm para oca ecotipo Blanca. Estos valores se encuentran dentro del rango referido por Reina (2020) quien encontró que el diámetro de tres accesiones de ocas en estado de madurez fisiológica oscilaba entre un mínimo de 1.8 cm y un máximo de 3.9 cm.

Según Valdivia et al. (1999), el desarrollo fisiológico de los tubérculos depende de sus características genéticas y de su interacción con el medio ambiente. Además, la disponibilidad de nutrientes y las actividades agrícolas, como la fertilización, desempeñan un papel determinante en las características finales de estos tubérculos, incluyendo el peso, las dimensiones, y contenido fisicoquímico.

5.1.1.2. *Evaluación de parámetros fisicoquímicos de la oca*

Los análisis fisicoquímicos efectuados en la oca fresca dieron como resultado los datos presentados en la Tabla 18.

Tabla 18. *Análisis fisicoquímicos realizados a la oca*

Parámetro analizado	Resultado	Desviación estándar
pH	4.58	0.03
Acidez titulable (%)	0.14	0.05
Sólidos solubles (°Bx)	7.11	0.20
Humedad (%)	76.47	0.76

La evaluación del pH realizado a la oca ecotipo blanca arrojó un valor promedio de 4.58 ± 0.03 . Este resultado es congruente con los valores reportados por Ramos (2016) y Cajamarca (2010), quienes determinaron un pH de 4.39 y 4.54, respectivamente, para la oca fresca estudiada en sus investigaciones. Las diferencias de pH entre tubérculos se atribuyen al contenido de ácidos orgánicos, principalmente el ácido oxálico, el cual puede variar en función del ecotipo de oca (Castañeta et al., 2022).

La acidez titulable de esta muestra fue de $0.14\% \pm 0.05$, siendo similar al valor reportado por Castañeta et al. (2022), quienes obtuvieron un porcentaje de acidez de $0.15\% \pm 0.01$ para el mismo ecotipo de oca empleada en el presente estudio. Estas diferencias se atribuyen a que estos

tubérculos, en su estado fresco, presentan un alto contenido de ácido oxálico, el cual es el principal ácido orgánico en su composición y responsable de conferirles un sabor ácido desagradable (Barrera & Perez, 2014).

El análisis de sólidos solubles en esta muestra de tubérculo registró un valor promedio de 7.11°Bx, el cual es comparable al reportado por Ramos (2016), quien obtuvo un valor promedio de 5.5 °Bx. Estos resultados se explican por la composición química de los tubérculos en estado fresco, en este caso las ocas, las cuales contienen azúcares como sacarosa, glucosa, fructosa y amilosa (Cornejo, 2016).

En tanto que, el análisis de humedad arrojó un total de 76.47±0.76%, resultado similar con lo reportado por Cajamarca (2010), quien determinó el contenido de humedad de la oca en estado fresco de 80.1%. Por otro lado, Vásquez & Aurora (2021) mostraron un 79.14% de humedad en su investigación. De acuerdo con Rosero (2010), los tubérculos de oca en estado fresco contienen entre 70% a 80% de humedad, con variaciones que se atribuyen a la diferencia del tamaño entre las variedades (Ramos, 2016).

5.1.2. Definición del estado de maduración de la oca

La definición del estado de madurez fisiológica sirvió como indicador del tiempo de exposición de los tubérculos a la luz solar (proceso de maduración) obteniéndose los siguientes resultados.

5.1.2.1. Estado de madurez de la oca fresca

$$\text{Índice de madurez}(IM) = \frac{\% \text{ sólidos solubles}}{\% \text{ de acidez titulable}}$$

$$\text{Índice de madurez } (IM) = \frac{7.11}{0.14}$$

$$\text{Índice de madurez } (IM) = 50.79$$

El índice de madurez para la oca ecotipo blanca fue de 50.79, este valor se encuentra dentro del rango reportado por Gamarra et al. (2022) quienes encontraron valores de madurez de 49.12 para oca purpura, 86.36 para oca roja y 53.03 para oca amarillo-rosado. Estos autores mencionan que la síntesis de sólidos solubles suele ser mayor con relación al decrecimiento del porcentaje de acidez, asociando la madurez en los tubérculos con el incremento de sólidos solubles, entre ellos los azúcares sencillos.

En este contexto, según lo descrito por Castañeta et al. (2022), se podría inferir que estos tubérculos, por el estado de madurez en el que se encontraban (estado fresco), deberían ser expuestos a la luz solar durante un máximo de 50 horas (5 horas al día durante 10 días). Como señala el autor, en este periodo se alcanzaría un grado eficaz de endulzamiento, así como un pH y acidez adecuados. Puesto que, de prolongar esta exposición, continuarían disminuyendo los ácidos orgánicos, provocando que el pH incrementase a niveles que favorezcan un entorno propicio para el crecimiento de microorganismos indeseables como hongos y levaduras.

5.1.2.2. Estado de madurez de la oca sometida a proceso de asoleo

Adicionalmente, concluido el periodo de maduración de la oca, se procedió a calcular el índice de madurez de los tubérculos tras el proceso de asoleo, que para este trabajo se denominó madurez comercial.

$$\text{Índice de madurez (IM)} = \frac{\% \text{ sólidos solubles}}{\% \text{ de acidez titulable}}$$

$$\text{Índice de madurez (IM)} = \frac{10.20}{0.11}$$

$$\text{Índice de madurez (IM)} = 92.73$$

Como muestran los cálculos, el índice de madurez fue de 92.73. Este valor se encuentra dentro del rango señalado por Castañeta et al. (2022) quienes obtuvieron un índice de madurez

entre 49.1 y 132.3 para diferentes ecotipos de ocas sometidas a proceso de asoleo. Estos autores mencionan que, en este periodo de tiempo se alcanzó un adecuado estado de madurez, sin que se observaran modificaciones significativas que pudieran afectar negativamente la calidad del tubérculo a la vez que se obtuvieron características óptimas para ser consumidas.

5.1.3. Caracterización fisicoquímica del extracto

Los análisis realizados al extracto de oca arrojaron los datos que se muestran en la Tabla 19. Al no haber alguna norma que describa si estos parámetros cumplen con la calidad respectiva se realizó la comparación con otros trabajos de investigación.

Tabla 19. *Análisis fisicoquímicos realizados al extracto de oca*

Parámetro analizado	Resultado	Desviación estándar
pH	6.17	0.02
Acidez titulable	0.11%	0.04
Sólidos solubles	10.20°Bx	0.36
Proteína Total	1.15%	0.08
Fibra Total	1.20%	0.1
Oligofruktosa (FOS)	8.48%	0.28

Nota. Los resultados de los análisis de proteína y fibra total se muestran en el Anexo 15.

El pH registrado en esta muestra (6.17) es similar al reportado por Cajamarca (2010), quien obtuvo un valor promedio de 5.70 en una muestra de oca sometida a proceso de asoleo. Sin embargo, en el mismo estudio, el pH de dicha muestra aumentó a 6.0 tras ser sometida a un proceso de deshidratación. Este valor es más cercano al obtenido en la presente investigación, en la cual se empleó oca sometida a un proceso de maduración previo a la obtención del extracto, al cual se le aplicó una operación de termización elevando la temperatura de este a 70°C.

Estos resultados se atribuyen a la reducción del principal ácido orgánico presente en estos tubérculos, el ácido oxálico, el cual tiende a disminuir como consecuencia del proceso de maduración por asoleo, lo que provoca el aumento del pH (Amores, 2016; Cajamarca, 2010; Jiménez & Sammán, 2014). En consecuencia, los valores resultantes de la acidez titulable también se atribuyen a la reducción de este componente, ya que la acidez titulable es representada en % del ácido oxálico (Palate, 2013). La acidez titulable de la muestra en estudio (0.11%), fue semejante a la obtenida por Amores (2016) cuyo valor fue de 0.15%. Además, también puede atribuirse al hecho de que en la obtención del extracto se realizó la remoción de la piel de la oca empleada, la cual presenta mayor concentración de dicho ácido (Aguilar, 2019).

Según los datos, se puede observar una correlación inversa entre el pH y la acidez del extracto, a medida que aumenta el pH (Figura 4), la acidez tiende a disminuir (Figura 5), esto se debe a que una mayor cantidad de ácidos orgánicos presentes en la muestra disminuye la concentración de iones H⁺, resultando en un pH más alto y una acidez más baja.

Figura 4

Comparación del pH entre la oca fresca y el extracto de oca madurada

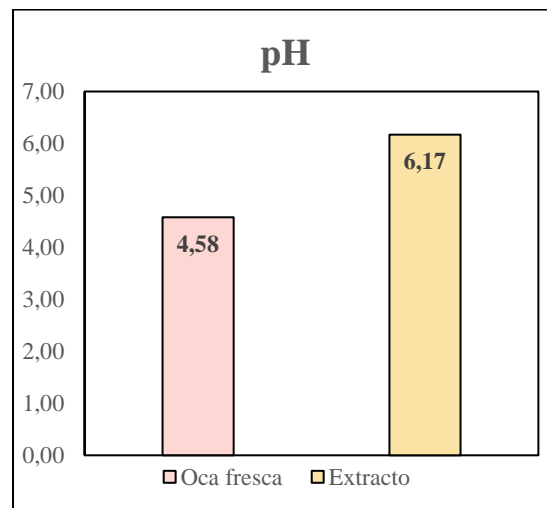
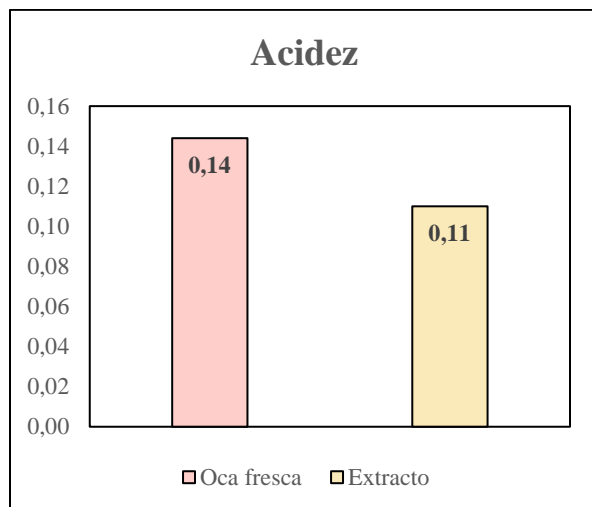


Figura 5

Comparación de la acidez entre la oca fresca y el extracto de oca madurada

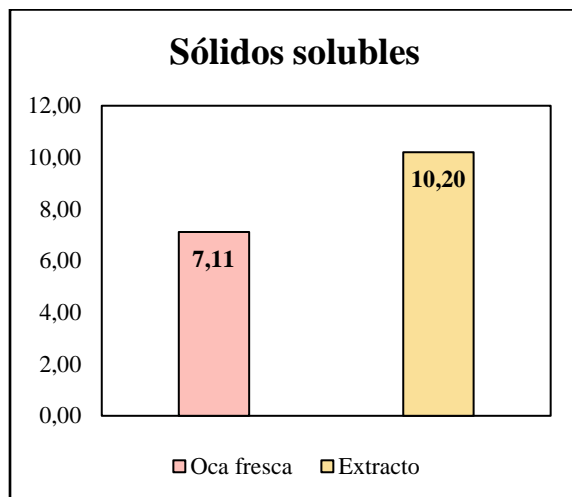


El valor de sólidos solubles obtenido (10.20 °Bx) es inferior al reportado por Yenque et al. (2008) quienes encontraron un total de 13.5 °Bx para la oca madurada en su estudio. Sin embargo, es comparable a los resultados mostrados por Palate (2013), quien registró porcentajes de sólidos solubles en ocas maduras a diferentes temperaturas entre 11.42 °Bx y 12.50°Bx. Estas variaciones se deben a que, por lo general, las distintas variedades de oca incrementan continuamente su contenido de sólidos solubles, después de la cosecha y cuando son almacenadas (Gamarra et al., 2022).

Como se muestra en la Figura 6, es evidente que existe un incremento de sólidos solubles en el extracto de oca madurada en comparación con la oca fresca, lo cual se atribuye al aumento de temperatura y al tiempo de maduración, factores que favorecen un mayor contenido de sólidos solubles (Ramos, 2016). Este fenómeno se explica por el aumento de azúcares a medida que los tubérculos son expuestos a la luz solar, lo que provoca la conversión del almidón en azúcares (Soto, 2000).

Figura 6

Comparación del contenido de sólidos solubles entre la oca fresca y el extracto de oca madurada



El análisis del contenido proteico en el extracto de oca madurada arrojó un valor de 1.15%, el cual es similar con lo reportado por Torres & Aguilar (2004), quienes evaluaron 10 clones de oca, identificando un porcentaje máximo de 1.12% en la variedad Titicoma y un mínimo de 0.69% en la variedad Kellu Kamusa. De manera similar, Vásquez & Aurora (2021) obtuvieron un valor comparable de 1.04% en su investigación. Según Gualoto (2021), el contenido de proteína en *Oxalis tuberosa* es relativamente bajo, con un promedio de 1.1%. Su calidad proteica está determinada por su composición de aminoácidos, entre los que se encuentran la isoleucina, treonina, y valina.

El valor de FOS encontrados en esta muestra (8% de FOS) es diferente al descrito en otras investigaciones como lo reportado por Jiménez & Sammán (2014) donde obtuvieron un promedio de 7.3% de diferentes variedades de oca. Los oligofruktanos son compuestos orgánicos fundamentalmente de origen vegetal, siendo las principales fuentes la achicoria, la alcachofa, el

yacón y la dalia (Chacón, 2006). Asimismo, como es el caso de las ocas que, aunque no son una gran fuente de estos componentes en comparación con los mencionados, queda demostrado que si están presentes en su composición.

Las principales variaciones encontradas sobre la composición bromatológica del extracto de oca en comparación a otros estudios pueden atribuirse a diversas razones. En primer lugar, el proceso u operaciones llevadas a cabo, en las que los tubérculos hayan sido expuestos a temperaturas relativamente altas, como la pasteurización, deshidratación, secado, termización, entre otras operaciones (Robles, 2016). Además, el proceso de maduración o asoleo realizado también influye en los resultados (Castañeta et al., 2022). Por otra parte, la variedad de oca empleada con sus diferencias genéticas o por factores asociados al cultivo, tales como clima, tipo de suelo, prácticas de cultivo, estación del año y la ubicación del experimento, pudieron contribuir a estas disparidades (Sánchez et al., 2022; Nina & Murillo, 2018).

5.1.4. *Análisis microbiológicos realizados al extracto*

En la Tabla 20 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos en el extracto de oca obtenido previamente.

Tabla 20. *Análisis microbiológicos realizados al extracto de oca*

Parámetro analizado	Resultado
Recuento Coliformes Totales	<10 UFC
Recuento <i>Staphylococcus aureus</i>	<10 UFC

Nota. Los resultados de laboratorio se visualizan en el Anexo 15.

En cuanto a los análisis microbiológicos, como se muestra en la Tabla 20, los resultados indican que la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) fue inferior a 10 tanto para coliformes totales como para *Staphylococcus aureus*. Esto sugiere que el extracto estuvo libre de contaminación, lo cual se puede atribuir a las buenas prácticas de higiene durante su producción,

previniendo la presencia y proliferación de estos microorganismos patógenos. Por lo tanto, el extracto fue adecuado para su uso en la elaboración del yogur.

5.2. Desarrollo de yogur aflanado con diferentes niveles de extracto de oca

Para llevar a cabo esta actividad, se inició con la adquisición de la leche estandarizada comercial marca Vita destinada a la elaboración del producto lácteo. La materia prima fue sometida a análisis de laboratorio con el objetivo de verificar su calidad fisicoquímica, esencialmente su contenido de grasa y su calidad proteica.

5.2.1. Caracterización de la leche cruda

Los resultados de dichos análisis se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21. Características fisicoquímicas de la leche cruda adquirida

Parámetro analizado	Resultados
Acidez (°D)	14.20
pH	6.6
Grasa (%)	3.1
Densidad (g/ml)	1.031
Temperatura (°C)	18
Sólidos totales (%)	12.02
Sólidos no grasos (SNF) (%)	8.55
Proteína (%)	3.24
Agua añadida (%)	0.00

La acidez medida fue de 14.20°Dornic, lo cual está dentro del rango normal que típicamente se encuentra entre los 14 a 17°Dornic. El pH de 6.6 igualmente se encuentra dentro del rango esperado, que oscila generalmente entre 6.5 y 6.7. En cuanto al contenido de grasa de 3.1%, es consistente con el contenido de grasa típico de la leche entera, que es superior al 3%. La

densidad de 1.031 g/ml y el porcentaje de sólidos totales del 12.02% igualmente se encontraban dentro de los rangos estándares de 1.028-1.033g/ml y 11.2% o más, respectivamente. Con respecto a los sólidos no grasos se obtuvo un resultado de 8.55% y de proteína de 3.24%, asimismo no se detectó agua añadida.

La leche UHT de la marca Vita utilizada en esta investigación posee las características adecuadas para la elaboración del yogur en concordancia con lo establecido en la norma NTE INEN 701:2009.

5.3. Evaluación de los diferentes tratamientos del yogur afluado con extracto de oca

Una vez obtenido el producto lácteo, se llevaron a cabo diversos análisis para evaluar las variables de respuesta de los distintos tratamientos, con el propósito de identificar y seleccionar aquellos que presentaran las características más apropiadas, llegando a los siguientes resultados:

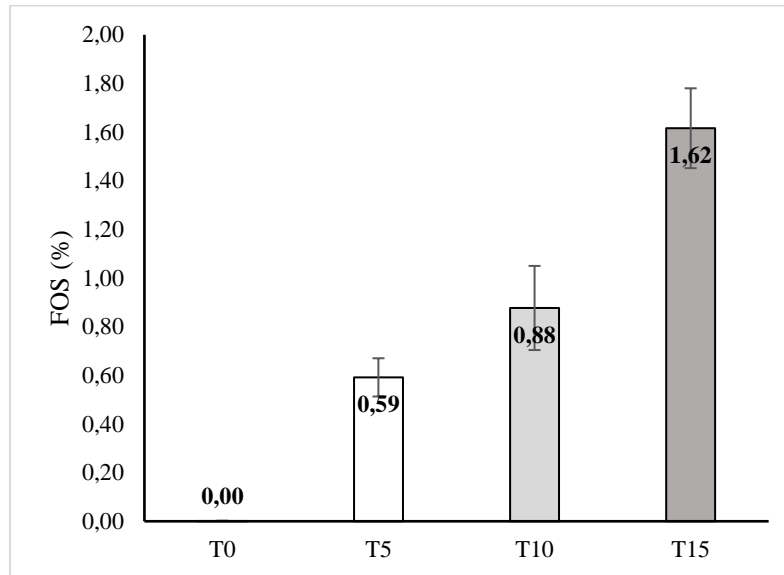
5.3.1. Análisis fisicoquímicos realizados a los distintos tratamientos

La evaluación fisicoquímica incluyó el análisis del contenido de fructooligosacáridos (FOS), dado que este parámetro fue clave para verificar la presencia de dichos componentes en el producto final y ayudar a potenciar su perfil funcional.

5.3.1.1. Evaluación del contenido de fructooligosacáridos

Figura 7

Contenido de FOS en los distintos tratamientos



En el análisis de FOS, el ANOVA realizado mostró que existían diferencias significativas entre tratamientos (p -valor=1.729E-06). Esto fue comprobado mediante la prueba de Tukey, la cual confirmó estas diferencias entre los tratamientos en estudio.

El tratamiento T0 no contó con este componente, ya que no se añadió el extracto de oca, en tanto que los tratamientos T5, T10 y T15 mostraron incremento significativo en el contenido de FOS conforme a el aumento de la concentración de extracto, siendo T15 el tratamiento que presentó el mayor contenido de FOS con un 1.62%, debiéndose a que fue el tratamiento que recibió mayor cantidad de extracto de oca.

Para que un alimento se considere como funcional o prebiótico, debe contener una cantidad suficiente de componentes, en este caso fructooligosacáridos, que así lo clasifiquen,

proporcionando beneficios para la salud de los consumidores. Aunque no hay un consenso definido sobre la dosis mínima, algunos estudios sugieren lo siguiente:

De acuerdo con Chacón (2006), se recomienda el consume diario de hasta 8 g de oligofructanos, mientras que Lavanda et al. (2011) sugiere que la ingesta de fructooligosacáridos debe oscilar entre 5 a 20 g por día. Según mencionan estos autores, dichas cantidades permiten que se manifiesten sus funciones dentro del organismo, favoreciendo el desarrollo selectivo de microorganismos como bifidobacterias y lactobacilos. No obstante, dosis que excedan este rango podrían generar problemas de intolerancia y trastornos gastrointestinales.

En este contexto, para la evaluación del contenido de oligofructosa presente en el yogur afluado con extracto de oca, se tomaron alícuotas de 20 ml del producto. En dichas alícuotas se determinó una concentración de oligofructosa entre 0.59% y 1.62% equivalentes a 0.12g y 0.32g, respectivamente. De este modo, se infiere que una presentación típica de yogur de 200 ml podría contener entre 1.2g a 3.2g de estos componentes, lo cual representa una dosis significativamente inferior al consumo recomendado. Esto da lugar al rechazo de la hipótesis alternativa dado que, según este criterio, el contenido de fructooligosacáridos no clasifica a este yogur como un alimento prebiótico.

5.3.2. *Análisis reológicos realizados a los distintos tratamientos*

En cuanto a las variables reológicas, se midió la viscosidad del producto en los diferentes tratamientos, con el propósito de determinar el efecto de la adición del extracto sobre esta variable.

5.3.2.1. *Evaluación de la viscosidad*

A continuación, se visualizan los resultados de la viscosidad para los distintos tratamientos:

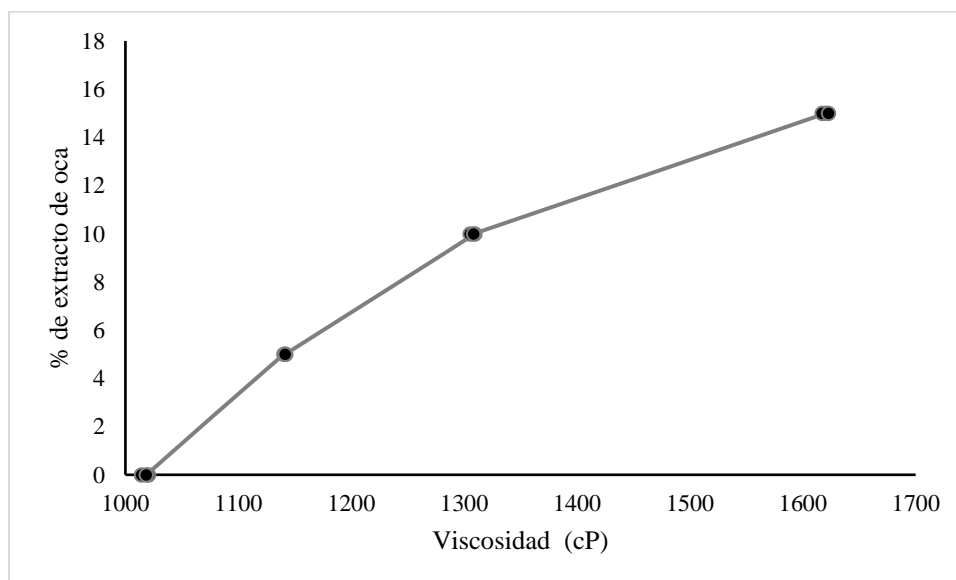
Tabla 22. *Análisis de viscosidad en los diferentes tratamientos*

Tratamiento	Viscosidad (cP)	Desviación estándar
T0	1017,77	3,23
T5	1141,33	0,96
T10	1307,73	2,27
T15	1620,13	2,87

En cuanto a la viscosidad del yogur, como se muestra en la Tabla 22, presentó variaciones significativas entre los diferentes tratamientos (p -valor= $2.57E-15$) lo cual se confirmó mediante una prueba de Tukey. Se observa que la adición del extracto influyó en la viscosidad del producto, evidenciándose una correlación directa, a mayor adición del extracto de oca, mayor fue la viscosidad (véase Figura 8). Así pues, el tratamiento testigo T0 que no recibió la adición del extracto, tuvo la viscosidad más baja con 1017.77 cP. En tanto que el tratamiento T15, con adición de 15% de extracto tuvo la mayor viscosidad de 1620.13 cP. Demostrando que la adición de este tubérculo puede ejercer un efecto positivo sobre esta variable.

Figura 8

Curva de viscosidad



Los datos obtenidos en este estudio son consistentes con los reportados por Minango (2023), quien encontró valores de viscosidad entre 882.7 cP a 1334.9 cP en yogur elaborado con la adición de harina de camote y oca blanca. Según el autor, los resultados concluyentes de esta propiedad reológica pueden atribuirse al contenido de fibra aportado por dichos tubérculos. Sin embargo, en la investigación de Ramírez & Ruiz (2014), se registraron valores de viscosidad entre 3300 cP a 3650 cP, lo cual se debe al empleo de inulina comercial, un aditivo estabilizante de gran eficacia clasificado como fructooligosacárido de alto peso molecular, que contribuye a incrementar notablemente la viscosidad y estabilidad en este tipo de productos.

Estudios como el de Tipán (2023) demuestran que la inclusión de tubérculos andinos, en diferentes formas, mejora significativamente las características reológicas de este tipo de bebidas, tales como la viscosidad, consistencia, sinéresis y palatabilidad. Este efecto se debe a que estos tubérculos, en forma de harinas, mermeladas o jaleas, contribuyen a la formación y estabilidad del gel durante la fermentación de los yogures, debido a su alto contenido de almidón y fibra.

En este contexto como menciona Guzmán (2020), la incorporación de fibra al yogur se presenta como una estrategia prometedora, dado que tanto la fibra soluble como la insoluble pueden favorecer la estabilidad del producto gracias a sus características de retención de agua y su capacidad para aumentar la viscosidad. Estos efectos se reflejan en una mayor firmeza y una reducción de la sinéresis del gel formado en el yogur (Valdez & Alvaro, 2019).

5.3.3. Análisis microbiológicos realizados a los distintos tratamientos

Los análisis microbiológicos efectuados en los distintos tratamientos sirvieron como indicadores clave para determinar la inocuidad de estos, permitiendo proceder con la posterior evaluación sensorial. Los resultados obtenidos de dichos análisis fueron los siguientes:

Tabla 23. *Análisis microbiológicos realizados al yogur aflanado con extracto de oca*

Tratamientos	Parámetro analizado	
	Recuento	Recuento
	Coliformes Totales	<i>Staphylococcus aureus</i>
T0	<10 UFC	<10 UFC
T5	<10 UFC	<10 UFC
T10	<10 UFC	<10 UFC
T15	<10 UFC	<10 UFC

Nota. Los resultados de laboratorio se muestran en el Anexo 22.

Tal como se observa en la Tabla 23, el análisis de los parámetros microbiológicos correspondientes a Coliformes totales y *Staphylococcus aureus* no reveló la presencia de cargas microbianas significativas en el yogur. Este resultado es indicativo de la correcta implementación de las normativas de higiene y seguridad durante el proceso productivo. Asimismo, se garantizó la inocuidad del producto conforme a lo estipulado por la NTE INEN 2395, asegurando el cumplimiento de los estándares vigentes en materia de control microbiológico.

5.3.4. Análisis sensorial realizado a los distintos tratamientos

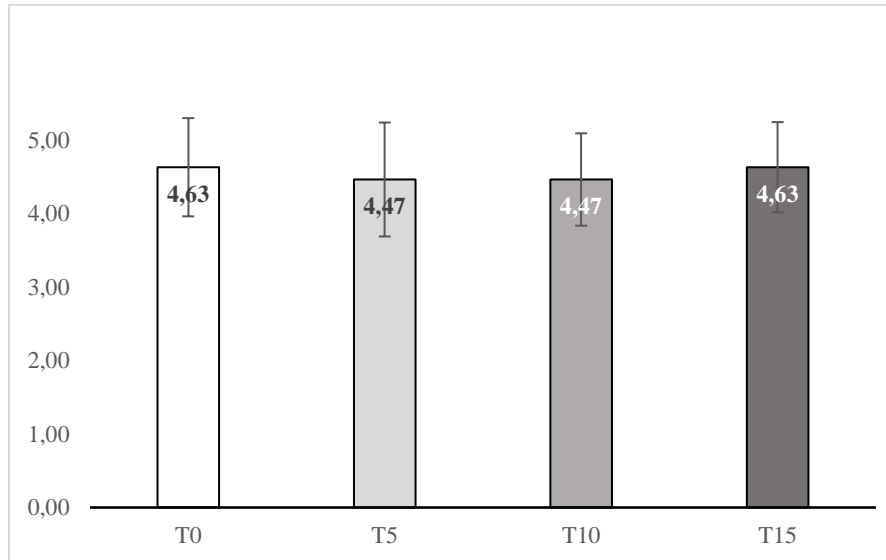
Como criterio adicional para seleccionar el/los posibles mejores tratamientos se evaluó las características organolépticas del yogur aflanado tales como color, olor, sabor y textura. Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

5.3.4.1. Evaluación del color

Como se muestra en la Figura 9, no se registraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Figura 9

Análisis organoléptico: Comparación del color en los diferentes tratamientos



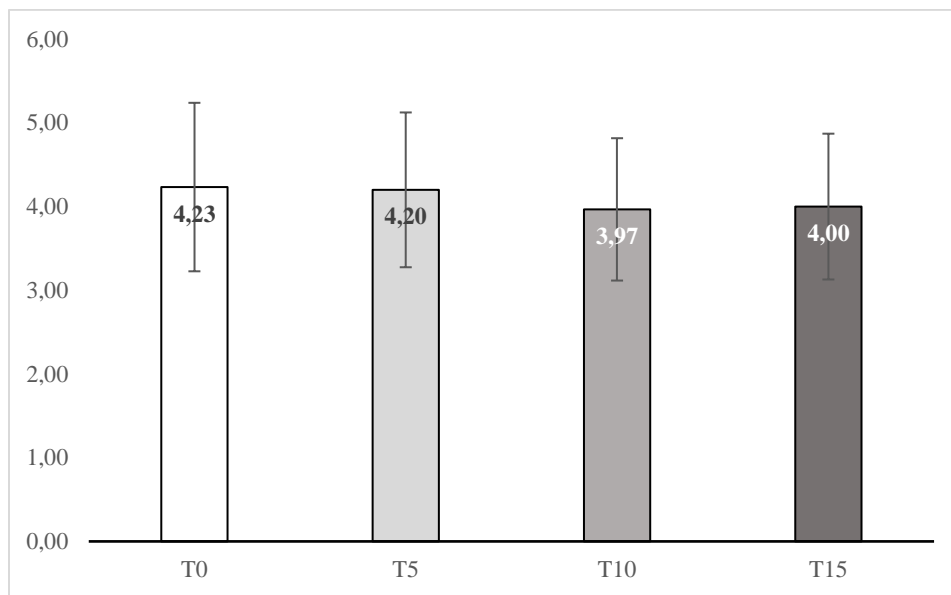
El análisis de varianza ANOVA para este atributo arrojó un p-valor=0.609, indicando que no existió diferencias significativas en los resultados. Se observa que los tratamientos T0 y T15 obtuvieron un promedio similar (4.63/5), siendo los mejores puntuados, mientras que T5 y T10 también presentaron un promedio similar, pero siendo los tratamientos con el puntaje más bajo (4.47/5). No obstante, todos los tratamientos recibieron una valoración favorable de 4 puntos, alcanzando una calificación de “Me gusta levemente” en este atributo. Según estos resultados se puede inferir que la adición de extracto de oca no influyó en gran medida en cuanto a este atributo.

5.3.4.2. *Evaluación del olor*

En cuanto al atributo olor, como se evidencia en la Figura 10, no se registraron diferencias significativas entre tratamientos.

Figura 10

Análisis organoléptico: Comparación del olor en los diferentes tratamientos



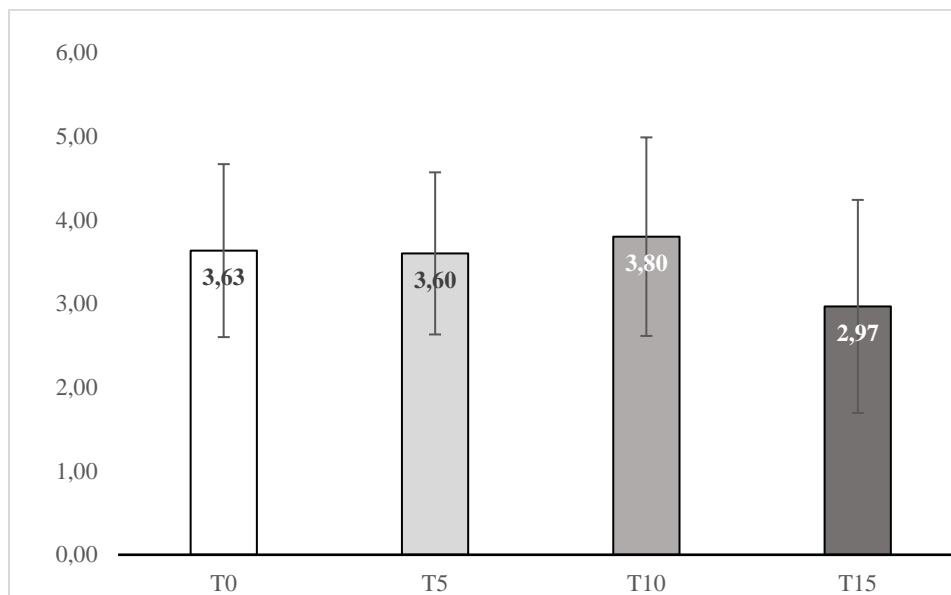
El ANOVA realizado indicó un p-valor=0.576. Se observa que el tratamiento control (T0) obtuvo la mayor puntuación en la escala hedónica para este atributo (4.23/5), mientras que el tratamiento T10, con 10% de extracto de oca, recibió la puntuación más baja por parte de los panelistas (3.97/5). Se puede observar que, aunque todos los tratamientos obtuvieron una valoración favorable, el tratamiento T10 fue el único que obtuvo una puntuación por debajo del 4, correspondiente a un nivel de satisfacción neutro “Ni me gusta, ni me disgusta”. Esto sugiere que la adición del extracto sí influyó en el atributo olor, ya que los tratamientos con mayor adición de extracto obtuvieron puntuaciones más bajas. Además, en la sección de observaciones de la ficha de análisis sensorial, los jueces comentaron que los tratamientos T10 y T15 tenían un aroma intenso y poco agradable.

5.3.4.3. *Evaluación del sabor*

En cuanto al análisis sensorial del sabor del yogur, los resultados mostrados en la Figura 11 revelan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados

Figura 11

Análisis organoléptico: Comparación del sabor en los diferentes tratamientos



Según el ANOVA realizado se obtuvo un p -valor= 0.026. Mediante la prueba de Tukey, se pudo determinar que los tratamientos T10 y T15 presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que no se observaron diferencias significativas entre los demás tratamientos. Se puede observar que el tratamiento T15 tuvo la menor valoración por parte de los panelistas (2.97/5), en tanto que el tratamiento T10 fue el mejor puntuado en este atributo (3.80/5). Esto refleja que la adición del extracto tuvo una influencia notable sobre el perfil sensorial del sabor. El tratamiento control T0 y el tratamiento T5 (con 5% de extracto) no evidenciaron diferencias significativas. Aunque el tratamiento T10 que contenía 10 % de extracto, fue el preferido, todos estos tratamientos obtuvieron una escala neutra de “Ni me gusta, ni me disgusta”, en la escala de satisfacción. En contraste, el tratamiento T15, que contenía 15% de extracto, presentó la puntuación más baja, quedado en la escala de satisfacción de “Me disgusta levemente”, lo que indica un impacto negativo en el sabor. Las observaciones realizadas por los jueces señalaron que este tratamiento

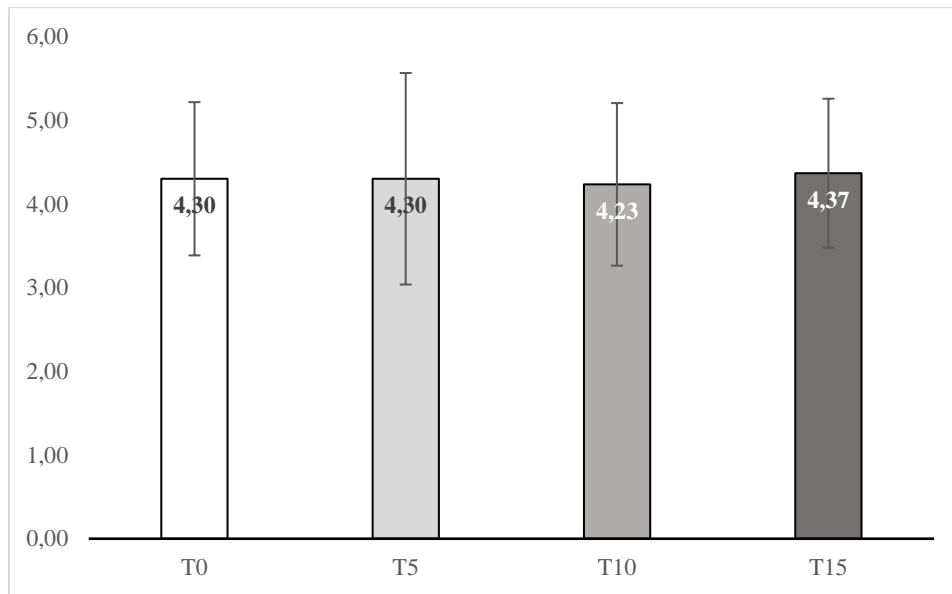
tenía un sabor agrio, en lugar del sabor ácido típico del yogur lo cual contribuyó a su bajo rendimiento sensorial.

5.3.4.4. Evaluación de la textura

Con respecto al atributo textura, como se ve en la Figura 12, no mostró diferencias significativas.

Figura 12

Análisis organoléptico: Comparación de la textura en los diferentes tratamientos



El ANOVA realizado para este atributo no mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, con un p-valor=0,968. Se observa que los tratamientos T0 y T5 presentaron promedios sensoriales muy similares, mientras que el tratamiento T10 obtuvo la puntuación más baja y el tratamiento T15 el puntaje más alto respectivamente.

A pesar de estas variaciones, todos los tratamientos obtuvieron una valorización favorable en la escala hedónica, situándose en el nivel de satisfacción de “Me gusta levemente”. Estos resultados sugieren que la adición del extracto tuvo un efecto positivo en este atributo sensorial.

5.3.5. *Análisis global y selección del mejor tratamiento*

Tras la tabulación y el análisis detallado de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas, se procedió a la selección del tratamiento más sobresaliente. Como puede apreciarse, de acuerdo con los análisis estadísticos realizados, mediante el ANOVA y el test de Tukey, se registraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en lo que respecta al análisis fisicoquímico, identificándose una correlación directa entre el aumento de la adición de extracto de oca y el incremento de la viscosidad y el contenido de FOS respectivamente. En contraste, el análisis sensorial no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, salvo en lo referente al atributo sabor. Por ello, para realizar la selección, se empleó el método de ponderación simple, asignando un peso específico a cada variable según su relevancia sobre las características finales del producto.

Tabla 24. *Peso asignado a cada variable*

Variable	Ponderación
Viscosidad	0.27
Textura	0.24
Contenido de FOS	0.17
Sabor	0.12
Olor	0.12
Color	0.10
Total	1.00

Como se puede visualizar en la Tabla 24, a la variable viscosidad se dio un peso del 27%, debido a que presentó diferencias significativas y es un atributo de gran importancia en este tipo de productos. La viscosidad está estrechamente relacionada con la textura, por lo cual se le dio un 24% de peso en la ponderación.

En cuanto al contenido de FOS, su aporte al producto no tuvo un gran desempeño, ya que su baja concentración no permitió clasificar al producto como un alimento funcional; sin embargo,

contribuyó a potenciar este aspecto en un pequeño porcentaje, además que tuvo diferencias significativas entre tratamientos, lo que justificó asignarle un peso del 17%. Los atributos del sabor y olor recibieron un peso del 12%, debido a que, al tratarse de un producto natural, estas variables no tienen un impacto determinante y el consumidor puede modificarlas según sus preferencias tras adquirir el producto. Finalmente, el atributo color recibió un valor del 10%, dado que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en este aspecto.

Así pues, al realizar los cálculos correspondientes, según el método se llegó a los siguientes resultados:

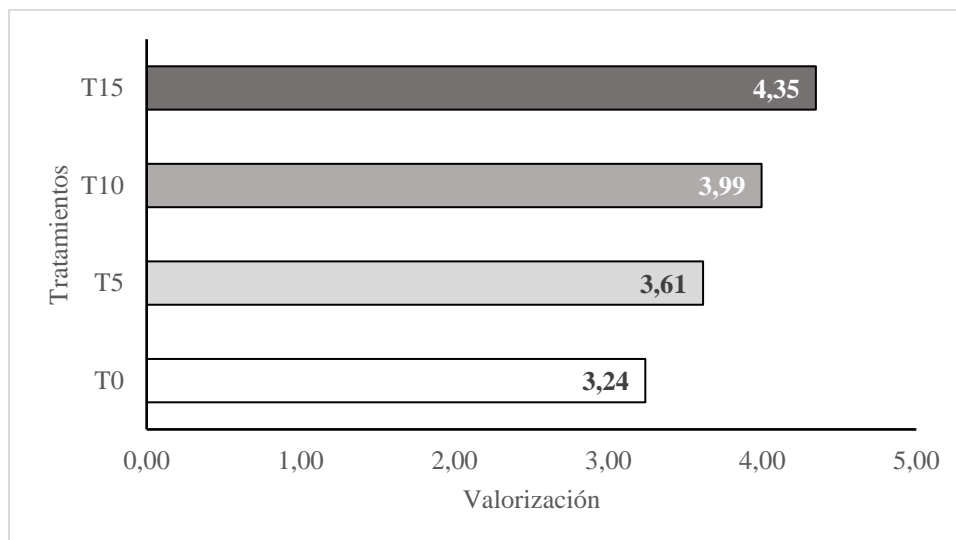
Tabla 25. *Puntaje de ponderación de variables*

Tratamiento	Ponderación sensorial	Ponderación Físicoquímica		Sumatoria Ponderación total
		Contenido de FOS	Viscosidad	
T0	2.44	0.30	0.50	3.24
T5	2.41	0.45	0.75	3.61
T10	2.39	0.60	1.00	3.99
T15	2.35	0.75	1.25	4.35

Nota. Para normalizar los datos de los análisis físicoquímicos con los análisis sensoriales se dio una puntuación de 1 a 5 según el rendimiento en cada tratamiento.

Figura 13

Calificación final de los diferentes tratamientos



Como se evidencia en la Figura 13, el tratamiento T15 (15% de extracto de oca) destacó por presentar la mayor cantidad de características favorables. A pesar de presentar un desempeño menor en el atributo de sabor, tuvo un buen desempeño en las demás variables sensoriales. Asimismo, registró el mayor contenido de fructooligosacáridos (FOS) y la viscosidad más elevada entre los tratamientos evaluados, siendo una característica importante en este tipo de productos. En adición cumplía con los requisitos microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2395, lo que garantiza su conformidad con los estándares de calidad exigidos.

5.4. Caracterización del producto final

Seleccionado el tratamiento más sobresaliente se realizó la caracterización del producto final, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 26. *Caracterización del yogur aflanado con extracto de oca*

Parámetro analizado	Resultado
pH	4.4
Acidez (°D)	72
Viscosidad (cP)	1620.13
Sólidos totales (%)	19.92
Proteína Total (%)	3.9
Grasa Total (%)	2.84
Oligofruktosa (%)	1.62%

Como se muestra en la Tabla 26, el yogur aflanado con un 15% de extracto de oca presentó un pH de 4.4, habiendo detenido el proceso de fermentación en un pH de 4.5. El análisis se lo realizó al tercer día desde su elaboración, este pH se asemeja con el reportado por Jacho (2023), quien documentó valores de pH entre 4.08 a 4.18. Las diferencias en estos resultados podrían atribuirse al tiempo transcurrido desde la elaboración del producto. Por otro lado, según menciona Parra (2014), el pH puede verse influenciado por la presencia de los FOS los cuales pueden estimular el metabolismo de las BAL disminuyendo en consecuencia el valor del pH.

En cuanto a la acidez del yogur, se registró un valor de 72°Dornic, equivalente a 0.72% de acidez expresada en porcentaje de ácido láctico. Este valor es inferior al reportado por Tipán (2023) quien refiere un valor de acidez de 0.87% para un yogur con harina de mashua y de 0.75% en yogur con la adición de harina de zanahoria blanca. Estas diferencias en los porcentajes de acidez pueden deberse a la adición de los diferentes tubérculos, en este caso el extracto de oca, el cual presentó una acidez de 0.11%. Como señala el autor, las variaciones de la acidez en este tipo de productos puede estar relacionadas también con el proceso de fermentación y la conversión de lactosa en ácido láctico por acción de las BAL durante el proceso de incubación.

El análisis de viscosidad registró un valor de 1620.13 cP, posicionándose como el nivel de viscosidad más alto entre los tratamientos evaluados. La viscosidad en los yogures está estrechamente relacionada con el contenido de sólidos totales presentes en el producto, lo cual hace esencial la estandarización de la materia prima. Para optimizar este contenido se incorporó leche entera en polvo, contribuyendo así a la consistencia deseada del producto. Asimismo, la gelatina sin sabor empleada como agente estabilizante desempeñó un papel importante en la viscosidad del producto. De igual manera, como mostraron los análisis realizados, se evidenció que la adición del extracto de oca influyó positivamente en este parámetro.

El contenido de sólidos totales en el yogur fue de 19.92%, valor que se encuentra dentro del rango reportado por Morales (2018), quien registró valores entre 13.07% a 20% en yogur tipo III con la adición de jarabe de Jícama. Según Trejo (2014), estos valores suelen atribuirse a los sólidos aportados por la leche empleada y la incorporación de aditivos o agentes que optimicen su proporción, los cuales son factores determinantes en la elaboración de yogures, pues contribuyen a la consistencia y viscosidad al producto final. En este contexto, los resultados descritos en este estudio podrían atribuirse a la adición de gelatina sin sabor al 0.35% como estabilizante, la estandarización de la leche mediante la adición de un 4.7% de leche entera en polvo, dado que según los análisis la leche empleada presentó un promedio de sólidos totales de 12.02%, y la adición del extracto de oca, que también pudo incrementar el contenido de sólidos en el producto.

La cantidad de sólidos en estas bebidas puede variar en función de varios factores durante su producción. De acuerdo con Yadav et al. (2018), el contenido de sólidos totales en un yogur generalmente se encuentra entre el 14% y 16%, aunque otros estudios, como el de Tolosa et al. (2006), sugieren que un yogur con contenidos de sólidos entre 14% y el 20% o mayores presentan mejores características físicas y sensoriales.

El contenido de sólidos es de gran relevancia en los yogures, ya que un mayor porcentaje de estos reduce el grado de sinéresis en el producto. Asimismo, la concentración de sólidos tiene un gran valor nutricional, dado que representa el contenido de proteína, vitaminas, hierro, calcio, grasa saturada e insaturada, entre otros nutrientes (García, 2008; Lozada, 2023).

En cuanto al análisis proteico, se obtuvo un valor de 3.9%, similar a los valores reportados por Pilataxi (2016), quien en su estudio sobre la adición de mermelada de oca a yogur registró valores entre 3.15% y 3.92%. Por su parte, Tipán (2023) reportó valores entre 2.84% y 4.25% en su investigación sobre la adición de harina de mashua y zanahoria blanca en yogur descremado. Estas variaciones en el contenido de proteínas pueden atribuirse a la formulación específica de cada producto y a las propiedades de los ingredientes empleados en cada estudio. En este caso, la adición de la leche en polvo añadida contribuye a incrementar el contenido proteico del producto. Asimismo, la calidad proteica en la leche utilizada resulta un factor determinante que influye en el contenido final de proteínas en el yogur, en este estudio se empleó leche con 3.24% de proteínas. El extracto de oca también pudo haber influenciado en este resultado, pues en los análisis fisicoquímicos realizados este presentó 1.15% de proteínas.

El contenido total de grasa en el producto fue de 2.84%, valor que coincide con el reportado por Pilataxi (2016), quien obtuvo un porcentaje de grasa de 2.84% en un yogur entero con adición de mermelada de oca. Este resultado también se asemeja a los valores referidos por Jacho (2023), cuyo estudio sobre la adición de jarabe de oca en yogur griego registró porcentajes de grasa entre 2.48% a 2.78%. Las variaciones entre estos valores pueden atribuirse principalmente al tipo de leche utilizada y al proceso de elaboración, como la estandarización de la materia prima (Benavides, 2020). En este estudio se empleó leche UHT con un contenido de grasa del 3.1%, lo

cual se considera adecuado para la elaboración de este tipo de productos, y no se realizó una estandarización adicional de grasa, dado que la leche empleada ya se encontraba estandarizada.

En cuanto al contenido de fructooligosacáridos, se obtuvo un promedio de 1.62%, lo cual equivale a 0.32 g de FOS en 20 g de yogur afluado. Como bien se mencionó anteriormente, esta cantidad no alcanzó los niveles necesarios para clasificar al producto como prebiótico, sin embargo, los FOS presentes si podrían contribuir a mejorar levemente el perfil funcional del yogur.

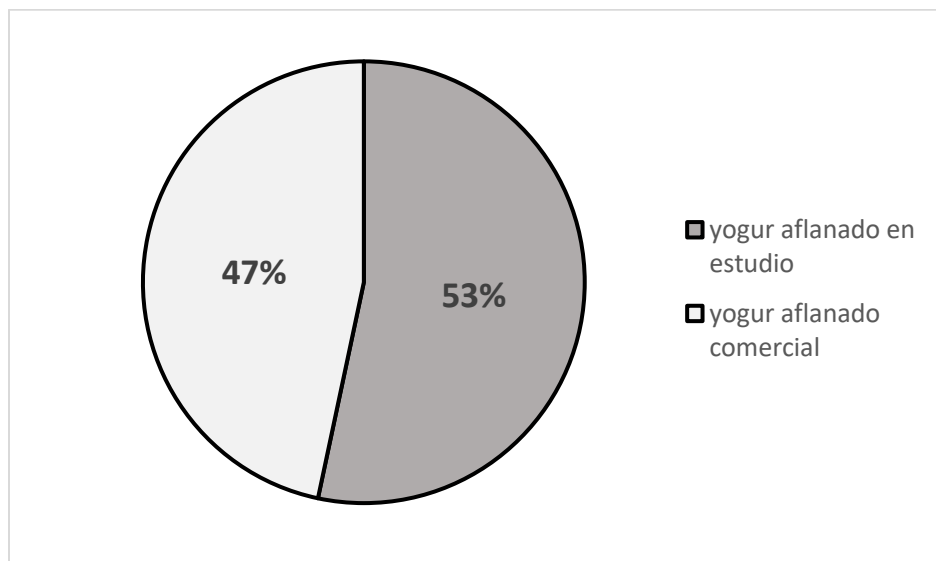
De este modo, se concluye que el yogur afluado elaborado con la adición de extracto de oca cumplió con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2395:2011 y en el Codex Alimentarius para leches fermentadas, garantizando que el producto final se ajusta a los estándares de calidad y seguridad establecidos para este tipo de alimentos.

5.5. Determinación de la aceptación del yogur afluado mediante pruebas de análisis sensorial.

En la Figura 14 se muestra los resultados de la prueba de aceptación comparativa entre el mejor tratamiento del yogur en estudio y un yogur afluado comercial.

Figura 14

Comparación de la preferencia entre el yogur afluado en estudio y comercial



Se puede apreciar que la mayoría de los panelistas prefirió el yogur afluado comercial, marca Yogurmet de industrias Tony (53 %) en comparación con el yogur afluado en estudio (47%), lo que sugiere una menor aceptación del tratamiento experimental entre los consumidores. Esta diferencia podría atribuirse a varios factores, principalmente la adición de extracto de oca, que pudo haber alterado las características organolépticas del producto influyendo negativamente en su percepción por parte de los panelistas. Sin embargo, según las observaciones realizadas por el panel de catadores, la textura y consistencia de la muestra en estudio fueron mejor valoradas, destacándose al ser más cremosa y agradablemente en comparación con el yogur comercial.

Por otro lado, los atributos de sabor y olor fueron considerados más apreciables en el yogur comercial, los comentarios indicaron la persistencia de un sabor fuerte y poco agradable en el yogur en estudio. No obstante, la diferencia de preferencia entre ambas muestras fue mínima, con sólo 2 puntos de diferencia en la tabulación de datos. Según el método de análisis aplicado (prueba de dos colas) y la tabla de significancia para pruebas de dos muestras (véase Anexo 33), con un nivel de probabilidad del 5%, al menos 21 de los 30 panelistas debían preferir una muestra sobre la otra para evidenciar una diferencia estadísticamente significativa en la preferencia. En esta evaluación, 16 jueces eligieron la muestra comercial y 14 la muestra en estudio, lo cual indica que el nivel de preferencia entre las dos muestras no mostró una diferencia significativa.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El proceso de maduración de las ocas, realizado durante 5 horas diarias por 10 días (50 horas), permitió obtener un contenido de FOS del 8.48%, superando los valores reportados en otros estudios, esto se atribuye al proceso de asoleo que causa la conversión del almidón en azúcares simples incluyendo FOS. Sin embargo, prolongar este proceso altera las propiedades fisicoquímicas del tubérculo, impactando negativamente sobre su sabor y textura.
- Se llevó a cabo la elaboración de yogur aplanado con la adición de extracto de oca en tres concentraciones diferentes (5%, 10% y 15%), este procedimiento permitió demostrar que la incorporación de oca en forma de extracto constituye una estrategia adecuada y viable para incluir ingredientes con propiedades funcionales en bebidas lácteas, sin que se produzcan efectos negativos en propiedades fisicoquímicas y organolépticas de estos derivados lácteos.
- Los análisis reológicos desarrollados en los diferentes tratamientos evidenciaron que la inclusión de este tubérculo contribuye a mejorar estas propiedades en el producto. En particular, se observó un incremento en la viscosidad del yogur, lo cual favorece a su textura, consistencia y estabilidad.
- El análisis fisicoquímico determinó que la adición del extracto de oca aporta contenido de FOS a la bebida; sin embargo, aunque la concentración final no fue suficiente para

clasificar al producto como prebiótico, la presencia de FOS contribuye a mejorar el perfil funcional del yogur.

- Se estableció al tratamiento T15 (15% de extracto) como el más sobresaliente por presentar mayor viscosidad, mayor contenido de FOS y una buena valorización por parte del panel de jueces no entrenados, también cumplió con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2395:2011.
- La evaluación de la aceptación del yogur mostró que la adición del extracto incidió en su perfil de sabor, influyendo en la percepción de los panelistas quienes prefirieron el yogur comercial al mejor tratamiento de este estudio, a pesar de su textura y apariencia superior.

5.2. Recomendaciones

- Para desarrollar un yogur nutracéutico la formulación debe realizarse en base al contenido de FOS del extracto o insumo a incorporar, según el requerimiento mínimo en normativa para ser considerado una bebida prebiótica.
- El contenido de oxalatos y ácido oxálico en la oca genera sabores astringentes por lo cual se debería explorar la incorporación de saborizantes o evaluar otros métodos eliminar este defecto. Esto permitiría minimizar su percepción en el producto final, favoreciendo así su aceptación por parte de los consumidores.
- Replicar el estudio empleando otros tubérculos y materias primas que aporten componentes bioactivos, como los fructooligosacáridos que favorezcan las características del producto final.
- Realizar el estudio empleando otras técnicas de extracción y concentración de los FOS contenidos en la oca, con el fin de adicionar una mayor cantidad de estos al producto final y así potenciar su perfil prebiótico y funcional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2019). *“Evaluación de las características fisicoquímicas y aceptación general de cjava obtenida por dos métodos a partir de la oca (Oxalis tuberosa)”* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3535>
- Alcívar, A. (2016). *Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la norma INEN 2395 en lácteos nacionales* [Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7661>
- Aliaga, J., & Quijada, J. (2013). *Evaluación de las características organolépticas del extracto de tarwi (Lupinus mutabilis) semidulce, con adición de oca (Oxalis tuberosa) amarilla* [Universidad nacional del centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3058>
- Amores, B. (2016). *Evaluación del comportamiento reológico de un postre lácteo a base de harina de oca (Oxalis tuberosa) y gelatina dispersos en lactosuero dulce* [Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/22879>
- Arcos, T. (2022). *Evaluación de la calidad microbiológica en función de la norma Inen 2395 en yogures artesanales expandido en la feria de la Plaza Jesús Camañero parroquia matriz del Cantón Alausí* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8863>
- Babio, N., Mena, G., & Salas, J. (2017). Beyond the nutritional value of yogurt: a diet quality indicator? *Nutrición Hospitalaria*, 34, 26–30. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Barrera, M., & Perez, S. (2014). *Formulación de una mezcla proteica a base de macA (Lepidium peruvianum Chacón), oca (Oxalis tuberosa), quinua (Chenopodium quinoa), y tocosh por el metodo de extrusión* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3062>
- Barrera, V., Espinosa, P., Tapia, C., Monteros, A., & Valverde, F. (2004). Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador. In *Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* (INIAP, Vol. 4, pp. 3–30). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3261>
- Bedolla, S., Dueñas, C., Esquivel, I., Favela, T., Guerrero, R., Mendoza, E., Navarrete, A., Olguín, L., Ortiz, J., Pacheco, O., Quiroz, M., Ramírez, A., & Trujillo, M. (2016). *Introducción a la tecnología de los alimentos* (Segunda edición). EDITORIAL LIMUSA S.A .
- Benavides, R. (2020). *Efecto de las concentraciones de grasa y proteína en la determinación del pH mediante dispersión de luz en la elaboración de yogur* [Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://ddd.uab.cat/record/259097>
- Cajamarca, E. (2010). *Evaluación Nutricional de la Oca (Oxalis tuberosa sara-oca) Fresca, Endulzada y Deshidratada en Secador de Bandejas* [Thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/217>
- Calva, C. (2016). *Caracterización etnobotánica de tres especies andinas: melloco (ullucus tuberosus), oca (oxalis tuberosa) y mashua (tropaeolaceae tuberosum), domesticadas en el cantón Saraguro* [Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11266>

- Castañeda, C. (2018). Actualización en prebióticos. *Revista Cubana de Pediatría*, 90. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000400008
- Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, M. (2022). Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de oxalis tuberosa, “oca” cultivados en Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 39. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.2.3>
- Chacón, A. (2006). Perspectivas Agroindustriales actuales de los oligofruetosacáridos (FOS). *Agronomía Mesoamericana*, 17(2), 265–286.
- Chávez Echeverría, D. G. (2022). La adición de probióticos y prebióticos y su influencia en las propiedades del yogur griego. *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, 3(6), 54–68. <https://doi.org/10.56519/rci.v3i6.68>
- Concepción, M., Barberá, J., Díaz, L., Duarte, A., Gálvez, J., Gil, Á., Gómez, S., González-Marcela, Granado, F., & Guarner, F. (2007). Alimentos prebióticos. In Dirección general de alimentación (Ed.), *Alimentos funcionales: Aproximación a una nueva alimentación* (INUTCAM, Vol. 4, pp. 76–86). Instituto de Nutrición y Trastornos Alimenticios.
- Cornejo, C. (2016). *Evaluación de variables cuantitativas y cualitativas de tubérculos frescos y asoleados de diez clones de oca (Oxalis tuberosa Molina) en el Centro Experimental K'iphak'iphani* [UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10529>
- Cornejo, E. (2023). *Evaluación de calidad microbiológica de yogures comercializados en la terminal de transferencia de víveres de Guayaquil* [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/20374>

- De Paz, V. (2018, October). *¿Qué diferencia hay entre un yogur batido y un yogur cuajado?*
La Fageda. <https://www.fageda.com/es/que-diferencia-hay-entre-un-yogur-batido-y-un-yogur-cuajado/>
- Donoso, M. (2023). *Elaboración de yogur de cuajo firme con la adición de diferentes niveles de concentrado de camote* [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/19094>
- El Universo. (2021, January 24). El yogur, una fuente de proteína, vitaminas y minerales para el sistema inmunológico. *El Universo*.
<https://www.eluniverso.com/larevista/2021/01/23/nota/9599443/yogur-beneficios-sistema-inmunologico-fuente-proteina-vitaminas/>
- Expert Market Research. (2023). *Mercado Global de Yogur*. Expert Market Research.
- Galarza, L. (2023). *Plan de negocios para la creación de una planta procesadora de yogur aflanado enriquecido con omega 3 en el cantón Ambato*. Universidad Técnica De Ambato.
- Gamarra, N., Girón, C., Roque, B., & Díaz, J. (2022). *Evaluación del contenido de antocianinas de tres accesiones de oca (Oxalis tuberosa) en condiciones frescas y cocidas del departamento de Junín*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2011.8.1264>
- García, J. (2008). *Valoración de la calidad del yogur elaborado con distintos niveles de fibra de trigo* [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/851>

- Gualacata, N. (2015). *Evaluación de la producción de cuatro líneas promisorias de oca (Oxalis tuberosa) en aprovechamiento de diferentes niveles de abonadura orgánica en el sector La Esperanza, provincia Imbabura* [Universidad Técnica De Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/740>
- Gualoto, A. (2021). *Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15542>
- Guzmán, O. (2020). *Elaboración de yogurt aflanado a partir de una fermentación que emplea como estabilizante un agente gelificante* [Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio]. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/3567>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NTE INEN 2395:2011. Norma Técnica Ecuatoriana para leches fermentadas. Requisitos. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). NTE INEN 701:2009. Norma Técnica Ecuatoriana para leche larga vida. Requisitos. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN 382:2013. Norma Técnica Ecuatoriana para la determinación de materia seca (sólidos totales) en conservación vegetal. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NTE INEN- 750. Productos vegetales y de frutas – Determinación de la acidez titulable. Quito, Ecuador.

- Jacho, S. (2023). *Utilización de jarabe de oca (Oxalis tuberosa) en la formulación de yogurt griego* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18793>
- Jiménez, M., & Sammán, N. (2014). Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64(2), 236. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222014000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=
- Lavanda, I., Isay, M., & Rodrigues, A. (2011). Prebióticos y su efecto en la biodisponibilidad del calcio. *Revista de Nutrição*, 24(2), 333–344. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000200014>
- Lema, R., & Revelo, E. (2011). *Evaluación de los prebióticos: Inulina y Oligofructosa adicionados en la elaboración de Yogur Natural como alimento funcional* [Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/383>
- León, C., & Proaño, N. (2015). *Elaboración del yogurt a partir de diferentes materias primas, como leche de vaca y de cabra para su caracterización* [Universidad Estatal de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/26492>
- Lozada, M. de los Á. (2023). *Microencapsulación de probióticos de yogurt en presencia de inulina como prebiótico*. Universidad Técnica De Ambato.
- Miguez, J. (2024). *Desarrollo de muffins libres de gluten en base a harina de oca amarilla (Oxalis tuberosa Molina) y papa china (Colocasia esculenta (L.) Schott)* [Universidad Técnica De Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40710>

- Minango, T. (2023). *Efecto del uso de harina de camote morado (Ipomoea batatas L.) y oca blanca (Oxalis tuberosa) en la producción de yogur entero* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37906>
- Morales, D. (2018). *Sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III*. [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8797>
- Moreno Aznar, L. A., Cervera Ral, P., Ortega Anta, R. M. ^a, Díaz Martín, J. J., Baladia, E., Basulto, J., Bel Serrat, S., Iglesia Altaba, I., López-Sobaler, A. M. ^a, Manera, M., Rodríguez Rodríguez, E., Santaliestra Pasías, A. M., Babio, N., & Salas-Salvadó, J. (2013a). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 2039–2089. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6856>
- Moreno Aznar, L. A., Cervera Ral, P., Ortega Anta, R. M. ^a, Díaz Martín, J. J., Baladia, E., Basulto, J., Bel Serrat, S., Iglesia Altaba, I., López-Sobaler, A. M. ^a, Manera, M., Rodríguez Rodríguez, E., Santaliestra Pasías, A. M., Babio, N., & Salas-Salvadó, J. (2013b). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 2039–2089. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6856>
- Nina, P., & Murillo, R. (2018). *Evaluación del comportamiento agronómico de tres Ecotipos de oca (Oxalis tuberosa) y revalorización de las prácticas alimenticias ancestrales de la comunidad Huatapampa del municipio de Tito Yupanqui*. 4. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/235>

- Olveira, G., & González, I. (2007). Probióticos y prebióticos en la práctica clínica. *Nutrición Hospitalaria*, 22, 26–34.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Orosco, R. (2019). *Caracterización funcional del almidón de dos genotipos de oca (Oxalis tuberosa Molina) cultivadas con dos aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosfatados* [Thesis, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30538>
- Palate, J. (2013). *Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (oxalis tuberosa) durante su maduración* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO].
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3165>
- Parra Huertas, R. A. (2012). Yogur en la salud humana. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 162–177. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492012000200017&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Parra, R. (2014). Efecto de la adición de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) en las características físicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogur durante el almacenamiento bajo refrigeración. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 12, 5–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.24054/limentech.v12i1.1584>
- Pazmiño, F. (2014). *Aprovechamiento de los principios activos del yacón (smallanthus sonchifolius), para la elaboración de yogurt rico en fos (frutooligosacáridos)* [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7198>

- Pilataxi, A. (2016). *Utilización de la oca (oxalis tuberosa) para la elaboración de yogurt. Riobamba 2014* [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/11360>
- Ramírez, A., & Ruiz, J. (2014). Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) como saborizante. *Revista de La Facultad de Agronomía de La Universidad Del Zulia*, 31(2).
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27158>
- Ramírez Matheus, A. O., & Ruiz Rivera, J. A. (2014). Elaboration of low-calorie firm yogurt with inulin and guava flour (*Psidium guajava* L.) as flavoring. *Revista de La Facultad de Agronomia*, 31(2), 233–252.
- Ramos, E. (2016). *Efecto de la temperatura sobre las características físico-químicas y sensoriales de la jícama smallanthus sonchifolius y oca oxalis tuberosa, durante el proceso de maduración con dos métodos artificiales* [Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5850>
- Reina, A. (2020). *Fenología floral de la oca (oxalis tuberosa) de acuerdo a la escala (BBCH) como base para mejoras de cadenas agroproductivas*.
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12135>
- Robles, N. (2016). *EFEECTO DEL TIEMPO Y Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en el contenido de vitamina c y capacidad antioxidante en zumo de oca (Oxalis tuberosa Mol)* [Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3275176>

- Rodríguez, M. (2021). *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de yogur griego con mermelada de fruta a base de Stevia a partir de la fermentación de Kéfir* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14893>
- Rodríguez, O., Pérez, E., Martínez, D., Fernández, J., Pavón, M., & Jiménez, L. (2019). Evaluation of the stability of prebiotics during the process of elaboration and conservation of a fermented symbiotic milk. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 29. <https://revcital.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/25>
- Rosero, G. (2010). *Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de Oca (Oxalis Tuberosa Mol) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño-Colombia*. [Universidad Nacional De Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7296>
- Rosero, M. (2010). *Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de Oca (Oxalis Tuberosa Mol) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño-Colombia*. [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7296>
- Ruiz, J. (2018). *Elaboración de yogurt saborizado con pulpa de cocona (Solanum Sessiliflorum) edulcorado con manitol con fines de aceptabilidad* [Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1149>
- Salas, J., Babio, N., Juárez, M., Picó, C., Ros, E., & Moreno, L. (2018). Importancia de los alimentos lácteos en la salud cardiovascular: ¿enteros o desnatados? *Nutrición Hospitalaria*, 35(6). <https://doi.org/10.20960/nh.2353>

- Sánchez, F. (2022). *Caracterización de la oca (Oxalis tuberosa) como base para la elaboración de mermelada* [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17478>
- Sánchez, F., Mejía, N., & Ramos, M. (2022). Potencialidad del uso de oca (Oxalis tuberosa) como ingrediente principal para mermelada. *RECIENA*, 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.47187/zk29ve32>
- Solórzano, E. (2018). *Estudio de la viscosidad como parámetro de calidad de bebidas lácteas fermentadas expendidas en la ciudad de Cuenca-Ecuador* [Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8496>
- Soriano, R., Souza, J., Aliaga, F., & Pastore, M. (2017). Evaluation of oligosaccharide profiles in selected cooked tubers and roots subjected to in vitro digestion. *Food Science and Technology*, 76, 270–277. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.046>.
- Soto, L. (2000). *Selección y optimización de un método de secado para incrementar la concentración de azúcares en oca (Oxalis tuberosa)* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/910>
- Suquilanda, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos andinos: (manual técnico)*. FAO: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y pesca : Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi.
- Surco, F. (2004). *Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: mashua (Tropaeolum tuberosum), oca (Oxalis tuberosa), olluco (Ullucus tuberosus) para su aplicación tecnológica* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/2588>

- Tapia, C., Castillo, R., & Mazón, N. (1996). *Catálogo de recursos genéticos de raíces y tubérculos andinos en Ecuador* (INIAP).
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2695>
- Tapia, M. E. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos* (A. M. Fries, I. Mazar, & C. Rosell, Eds.; 1a. ed.) [Book]. ANPE.
- Tipán, J. (2023). *Efecto del uso de harina de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) y mashua (Tropaeolum tuberosum) en la producción de yogur descremado* [Universidad Técnica De Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37920>
- Tolosa, S., Bullón, J., Cárdenas, A., & Borregales, C. (2006). Producción de yogur utilizando membranas cerámicas para incrementar el porcentaje de sólidos en la leche Yogurt production using ceramic membranes to increase milk total solids concentration. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 27(1), 3–9.
- Torres, A. (2016). *Evaluación de yogurt afluado elaborado con diferentes niveles de lacto suero y guanábana*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Torres, E., & Aguilar, M. (2004). *Caracterización de diez variedades de Oxalis tuberosa molina (oca) y alternativas de industrialización*. 4.
<https://doi.org/10.23881/idupbo.004.1-10i>
- Trejo, G. (2014). *Elaboración de yogur batido adicionando cuatro concentraciones de gel de sábila (Aloe barbadensis Miller) y su influencia en el crecimiento de la población microbiana* [Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3439>

- Urrunaga, R. (2002). *Estudio etnobotánico de los parientes silvestres de la papa, oca, mashua, olluco y pasifloras en el cuzco.*
- Valdez, E., & Alvaro, T. (2019). *Comportamiento reológico y evaluación fisicoquímica y sensorial del yogurt con adición de fibra de mesocarpio del maracuyá (Passiflora edulis)* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5567>
- Valdivia, G., Devaux, A., Gonzáles, S., Herbas, J., & Hijmans, R. (1999). *Desarrollo y Producción de Oca (Oxalis tuberosa) e Isaño (Tropaeolum tuberosum) Bajo Dos Niveles de Fertilización. II*, 121–135. <https://doi.org/10.37066/ralap.v11i1.99>
- Vásquez, J., & Aurora, E. (2021). Efecto de la temperatura y tiempo de fritura en la textura y color de un chip de oca (Oxalis tuberosa). *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 8(1). <https://orcid.org/0000-0002-8140-9099>
- Wang, H., Livingston, K. A., Fox, C. S., Meigs, J. B., & Jacques, P. F. (2013). Yogurt consumption is associated with better diet quality and metabolic profile in American men and women. *Nutrition Research*, 33(1), 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2012.11.009>
- Yadav, V., Gupta, V., & Meena, G. (2018). Effect of culture levels, ultrafiltered retentate addition, total solid levels and heat treatments on quality improvement of buffalo milk plain set yoghurt. *Journal of Food Science and Technology*, 55(5), 1648–1655. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3076-3>
- Yenque, J., Lavado Aurelio, Eulogio,), & Santos De La Cruz, G. (2008). Proceso de Industrialización a nivel de Planta Piloto de la Oca (Oxalis Tuberosa). *Revista de La Facultad de Ingeniería Industrial*, 11(1), 9–13.

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.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.028>.

Zuniga, M., & Tumpay, L. (2023). Guía de manejo agronómico de oca para conservación ex situ. In E. Lazo (Ed.), *Guía de manejo agronómico de oca para conservación ex situ* ((INIA)). MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO.
<https://repositorio.inia.gob.pe/>

ANEXOS

Anexo 1

Descripción de procesos para la evaluación de parámetros físicos de la oca

La evaluación de los parámetros físicos de la oca se realizó basándose en la metodología descrita por Amores (2016). Para ello, se seleccionó 10 unidades de tubérculos en estado fresco (base húmeda) y de apariencia similar, procediéndose a realizar la evaluación correspondiente.

El peso de cada tubérculo se determinó empleando una balanza analítica (Mettertoledo), en la cual se registraron las lecturas directas individuales de cada muestra. Las dimensiones de los tubérculos, específicamente la longitud y el diámetro, se midieron haciendo uso de un calibrador pie de rey. Los datos obtenidos se ingresaron en el programa Excel, donde se calcularon el promedio y la desviación estándar de los parámetros medidos.

Anexo 2

Evaluación del peso de la oca



Anexo 3

Evaluación de las dimensiones de la oca



Anexo 4

Descripción de procesos para la evaluación de parámetros fisicoquímicos de la oca

La determinación del pH se realizó conforme a la NTE INEN 1842, empleando un potenciómetro digital (Milwaukee). Se retiró la piel de los tubérculos y se cortaron en pequeños trozos, se colocaron en una licuadora para homogenizar la muestra. Posteriormente, se tomaron 10 gramos de la muestra homogenizada y se colocaron en un vaso de precipitado, al cual se añadieron 100 ml de agua destilada. Por último, se introdujo el electrodo del potenciómetro y se dio lectura directa.

La medición de la acidez se realizó basándose en la NTE INEN 750. Para ello, se tomaron 30 g de muestra previamente homogenizada, obtenida tras retirar la piel de los tubérculos y cortarlos en pequeños trozos, los cuales fueron licuados con 100 ml de agua destilada. La mezcla resultante se filtró empleando un colador para separar la fase líquida, de la cual se tomó una alícuota de 50 ml y se transfirió a otro vaso de precipitado. Se adicionó 3 gotas de fenolftaleína y se procedió a dar la titulación correspondiente, dejando caer gradualmente la solución de NaOH

0.1 M hasta que la muestra adquiriera un color a rosa. Finalmente, se realizó la lectura en la bureta para determinar el volumen de NaOH utilizado y se realizó los respectivos cálculos mediante la Ecuación 3. El resultado se expresó en porcentaje de ácido oxálico. El factor de ácido que se empleó fue de ácido oxálico de 0.045.

La evaluación de los sólidos solubles se llevó a cabo en base al método AOAC 932.12. Se empleó un refractómetro digital (Tecnoescala), se tomó una pequeña alícuota de muestra y se colocó en el equipo, se analizó y dio la lectura correspondiente.

La determinación de la humedad se realizó por medio de la técnica NTE INEN 382. Para ello, se tomó una muestra de 10g, la cual fue colocada en crisoles de porcelana previamente tarados. Estos se introdujeron en un horno (Mettler) y se mantuvieron a 100 °C durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, se retiraron los crisoles con la muestra seca y se dejaron enfriar en un desecador. Posteriormente, se pesaron y se realizó los cálculos correspondientes utilizando la Ecuación 2.

Ecuación 2

Ecuación para calcular el % de humedad

$$SS(\%) = \left(\frac{m_2 - m}{m_1 - m} \right) * 100$$

Anexo 5

Evaluación del pH de la oca



Anexo 6

Evaluación de sólidos solubles en la oca



Anexo 7

Evaluación de acidez titulable en la oca





Anexo 8

Evaluación de humedad en la oca



Anexo 9

Proceso de obtención del extracto de oca

Recepción de la materia prima	Proceso de asoleo	Lavado
		
Pesado	Pelado	Troceado
		
Extracción del zumo	Tamizado	Adición de aditivos
		
Termizado	Envasado	Enfriado
		

Anexo 10

Descripción de procesos para la evaluación del extracto de oca

Para la medición del pH se basó en la NTE INEN 1842 y se empleó un potenciómetro digital (Milwaukee). Se pesó 40 ± 0.0075 g de muestra en una balanza analítica (Mettler Toledo), seguido a esto se acondicionó con la ayuda de un mortero y se transfirió a vasos de precipitado donde se insertó el sensor del potenciómetro para realizar la lectura correspondiente.

En el caso de la acidez titulable, se desarrolló basándose en la NTE INEN 750. Se pesó una muestra de 5 ± 0.0051 g de muestra, luego se acondicionó empleando un mortero y se transfirió a los vasos de precipitado, aquí se adicionó 45 ml de agua destilada y 5 gotas de fenolftaleína al 2%, se homogenizó y se procedió a la titulación. En una bureta aforada se colocaron 50 ± 0.050 ml de NaOH y se dejó caer poco a poco sobre el vaso de precipitado hasta que su contenido se tornó de un tono rosa pálido. Entonces se dio lectura y se calculó la acidez en % de ácido oxálico. Los cálculos se llevaron a cabo mediante la Ecuación 3. El factor de ácido que se empleó fue de ácido oxálico de 0.045.

Ecuación 3

% de acidez

$$\% \text{ acidez} = \frac{(\text{factor ácido})(\text{Normalidad NaOH})(\text{ml de NaOH consumidos})}{\text{g de muestra}} * 100$$

La evaluación de los sólidos solubles se llevó a cabo en base al método AOAC 932.12. Se empleó un refractómetro digital (Tecnoescala), se tomó una pequeña alícuota de muestra y se colocó en el equipo, se analizó y dio la lectura correspondiente.

La prueba de fructooligosacáridos se realizó mediante el método MFQ-159, referido por Lema & Revelo (2011) y basado en el método AOAC 2001.03. Para ello se inició tomando una muestra de 20 ± 0.0146 g, esta se acondicionó con la ayuda de un mortero y se colocó en un matraz

Erlenmeyer, aquí se adicionó 50 ml de agua destilada y 5 ml de ácido acético glacial, se dejó reposar durante 24 horas. Pasado este tiempo se realizó una filtración empleando embudos de filtración y papel filtro. El filtrado retenido se colocó en matraces Erlenmeyer y se adicionó 5 ml de Carrez 1 (solución de acetato de zinc), 5 ml de Carrez 2 (solución de ferrocianuro de potasio) y 200 ml de alcohol absoluto, se dejó reposar por 24 horas dejando precipitar la fibra. Entonces se filtró nuevamente, el residuo se lavó con 50 ml de alcohol absoluto para purificarlo y se dejó filtrando por 24 horas más. Completado el proceso se secó el precipitado retenido en el papel filtro a una temperatura de 130 °C, hasta obtener un peso constante. Entonces obtuvo el peso seco en gramos. De igual manera para determinar la cantidad de Carrez 1 y Carrez 2 (blanco) se colocaron en un matraz 200 ml de agua destilada y 5 ml de cada Carrez, se dejó en reposo durante 24 horas, permitiendo la precipitación de estos. Entonces se filtró, el filtrado retenido se secó a temperatura de 130°C hasta obtener un peso constante y luego se obtuvo el peso seco en gramos. El cálculo de la oligofructosa se realizó mediante la Ecuación 4.

Ecuación 4

Fórmula para la obtención del % de oligofructosa

$$\%oligofructosa = \frac{Pms - Pbc}{Pm} \times 100$$

Donde:

Pms: peso de la muestra seca

Pbc: peso del blanco de carrez

Pm: peso de la muestra inicial

Las pruebas de fibra y proteína se realizaron en un laboratorio particular de la ciudad de Ibarra (Alfaanalítica), al igual que los análisis microbiológicos que servirían como indicadores de la inocuidad del extracto.

Anexo 11

Evaluación del pH del extracto de oca



Anexo 12

Análisis de acidez titulable en el extracto de oca



Anexo 13

Evaluación de sólidos solubles en el extracto de oca



Anexo 14

Evaluación del contenido de FOS en el extracto de oca



Anexo 15

Análisis de laboratorio del extracto de oca



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 22 -2024

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Sr. Joel Pastas
Atención:	Sr. Joel Pastas
RUC/Ci:	0401967369
Dirección:	Ibarra/Imbabura
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura
Teléfono:	0959800359
email:	ajpastasy@utn.edu.ec

DATOS DE LA MUESTRA

Extracto de Oca			
Tipo de muestra:	Alimentos	Descripción:	No aplica
Fecha de recepción:	09 de mayo de 2024	Número de muestras:	1
Cantidad:	100 g	Fecha de elaboración:	No Informa
Tipo de conservación:	Refrigeración	Lote:	No Informa
Tipo de envase:	Envases plásticos	Fecha de caducidad:	No Informa
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Propietario

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	09 de mayo de 2024
Fecha de entrega informe:	14 de mayo de 2024
Código Interno	No aplica

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Desviación estándar	Método de ensayo
Proteína total	%	1.15	0.08	AOAC 984.13
Fibra total	%	1.20	0.1	AOAC 962.09
Recuento Escherichia coli	UFC/g	<10	-	NTE INEN 0013
Recuento Staphylococcus aureus	UFC7g	<10	-	AOAC 984.13

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Verónica Espinoza

Dra. Verónica Espinoza Torres
Gerente General



Alfanalítica S.A.S.

RUC: 1091796298001

Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra, Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115

e-mail: alfanalitica@outlook.com, alfanalitica.ibarra@gmail.com

Anexo 16

Descripción de procesos para la evaluación de la leche UHT

La acidez se evaluó mediante el método Dornic, para ello se homogenizó una muestra de leche agitándola cuidadosamente, con la ayuda de una pipeta se tomó 10 ml de la misma y se colocó en un vaso de precipitado, seguido se adicionó 5 gotas de fenolftaleína al 2%, entonces empleando el acidómetro Dornic se procedió a realizar la titulación dejando caer poco a poco la solución de Na(OH) sobre la muestra hasta que esta se tornó de un tono ligeramente rosa y se dio lectura directa sobre la bureta.

El pH se evaluó empleando un potenciómetro digital (Greisinger), donde se tomó una muestra de la leche cruda y se homogenizó, para luego sumergir el electrodo del equipo y se dio lectura directa.

Para el análisis de grasa se llevó a cabo de acuerdo con el método Gerber, en el cual se tomó una muestra de 11 ml de leche cruda y se homogenizó, en un butirómetro, empleando pipetas aforadas, se midió y colocó 10 ml de ácido sulfúrico, los 11 ml de leche homogeneizada y 1 ml de alcohol isoamílico, se colocó el tapón y se agitó hasta disolver las fases, se colocó en una centrífuga durante 5 minutos para finalmente realizar la lectura.

La prueba de densidad se realizó con la ayuda de un termolactodensímetro, donde también se observó la temperatura de la muestra. Las pruebas de sólidos no grasos, proteína y agua añadida se realizaron empleando el equipo de análisis de leche.

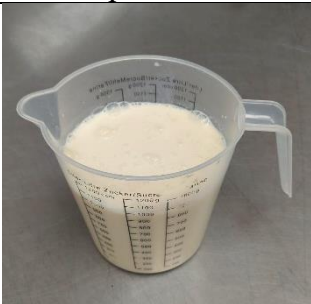





Anexo 17

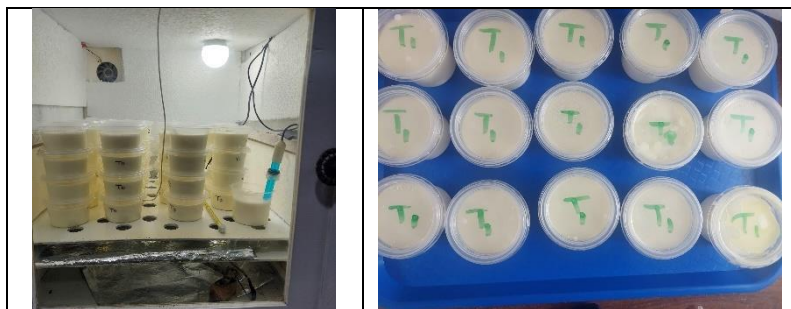
Evaluación de la leche en el equipo



Anexo 18

Proceso de elaboración del yogur aflanado con extracto de oca

<p>Recepción de MP</p> 	<p>Filtrado</p> 	<p>Pasteurización</p> 
<p>Homogenización</p> 	<p>Enfriado</p> 	<p>Envasado</p> 
<p>Incubación</p>	<p>Almacenamiento</p>	



Anexo 19

Descripción de procesos para la evaluación de los diferentes los tratamientos de yogur aflanado con extracto de oca

La evaluación de la viscosidad el yogur se llevó a cabo empleando un viscosímetro rotacional (STS-2011). Para realizar este análisis, se preparó una muestra de 500 ml del producto, la cual se acondicionó a una temperatura de $20\pm 1^{\circ}\text{C}$. Se procedió a la calibración del equipo para operar a una velocidad de rotación de 100 rpm. Se utilizó el husillo R4, ya que mostró el porcentaje de fondo de escala más cercano al 80% (74%), en tanto que los resultados se registraron al cumplirse 60 segundos, en la unidad de medida de centipoises (cP)

El análisis de fructooligosacáridos se llevó a cabo por medio del método MFQ 159, siguiendo el mismo procedimiento realizado en la evaluación del extracto de oca. En tanto, que los análisis microbiológicos se realizaron en un laboratorio particular de la ciudad de Ibarra.

Anexo 20

Evaluación de la viscosidad en los diferentes tratamientos del yogur con extracto de oca



Anexo 21

Evaluación del contenido de FOS en los diferentes tratamientos del yogur con extracto de oca



Anexo 22

Análisis microbiológicos realizados a los diferentes tratamientos de yogur aflanado con extracto de oca.



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 49 -2024

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Sr. Joel Pastas
Atención:	Sr. Joel Pastas
RUC/Ci:	0401967369
Dirección:	Ibarra
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura
Teléfono:	095 9800359
email:	*****

DATOS DE LA MUESTRA

Yogur Aflanado Natural adicionado Extracto de Oca			
Tipo de muestra:	Semi sólida	Descripción:	No aplica
Fecha de recepción:	3 de octubre de 2024	Número de muestras:	4
Cantidad:	960 g	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	Refrigeración	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	Tarrina PET	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Propietario

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	3 de octubre de 2024
Fecha de entrega informe:	07 de octubre de 2024
Código Interno	No aplica

Resultado Microbiológico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Método de Ensayo
		T0	T5	T10	T15	
Recuento E. coli	UFC/g	< 10	< 10	< 10	< 10	INEN NTE 1529-8
Recuento Staphylococcus aureus	UFC/g	< 10	< 10	< 10	< 10	INEN NTE 1529-14

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Verónica Espinoza Torres

Dra. Verónica Espinoza Torres
Gerente General



Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra
Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115
e-mail: alfanalitica@outlook.com, alfanalitica.ibarra@gmail.com

Anexo 23

Descripción de procesos para la caracterización del producto final

Para llevar a cabo el análisis de grasa se agregó 10 ml de ácido sulfúrico a un butirómetro, seguido de una muestra de 10 ml de la muestra de yogur y 1 ml de alcohol isoamílico. Se tapó el butirómetro y se agitó bien para disolver los componentes no grasos y liberar la grasa. Luego, se centrifugó el butirómetro durante 5 minutos a una velocidad de 1100-1200 rpm para separar la grasa que se acumula en la parte superior. Finalmente, se dio lectura del contenido de grasa directamente en la escala graduada del butirómetro, expresado en porcentaje. En el caso del análisis de acidez se tomó una muestra de 10 ml de yogur en un vaso de precipitados. Entonces se le agregó unas 5 gotas de fenolftaleína como indicador. Luego, se tituló lentamente con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N mientras se agitaba, hasta que la mezcla adquirió un color rosado persistente. La acidez se calculó en grados Dornic, donde 1 ml de NaOH 0.1 N equivale a 1 grado Dornic. El análisis de pH se realizó empleando un potenciómetro digital, introduciendo el electrodo del equipo en la muestra y dando lectura directa del pH.

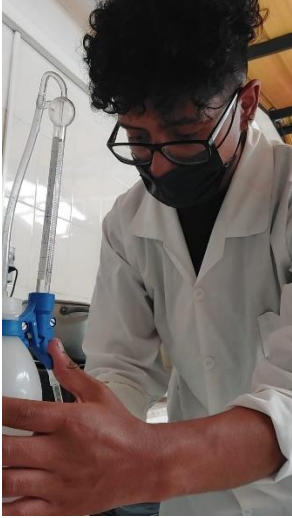
Anexo 24

Análisis del pH en el producto final



Anexo 25

Análisis de Acidez del producto final



Anexo 26

Análisis del contenido de grasa del producto final



Anexo 27

Resultados de laboratorio de la caracterización del producto final



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 56 -2024

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Sr. Joel Pastas
Atención:	Sr. Joel Pastas
RUC/CI:	0401967369
Dirección:	Ibarra
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura
Teléfono:	0 959800359
email:	-----

DATOS DE LA MUESTRA

Yogur Aflanado Natural adicionado Extracto de Oca			
Tipo de muestra:	Líquida	Descripción:	No aplica
Fecha de recepción:	22 de octubre de 2024	Número de muestras:	1
Cantidad:	200 ml	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	Refrigeración	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	tarrinas plásticas	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Propietario

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	22 de octubre de 2024
Fecha de entrega informe:	04 de noviembre de 2024
Código interno	No aplica

Resultado Microbiológico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de Ensayo
Sólidos Totales	%	19.92	AOAC962.09
Proteína	%	3.9	AOAC 984.13

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Verónica Espinoza Torres

Dra. Verónica Espinoza Torres

Gerente General



Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra
Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115
e-mail: alfanalitica@outlook.com, alfanalitica.ibarra@gmail.com

Anexo 28

Realización de la sesión de análisis sensorial



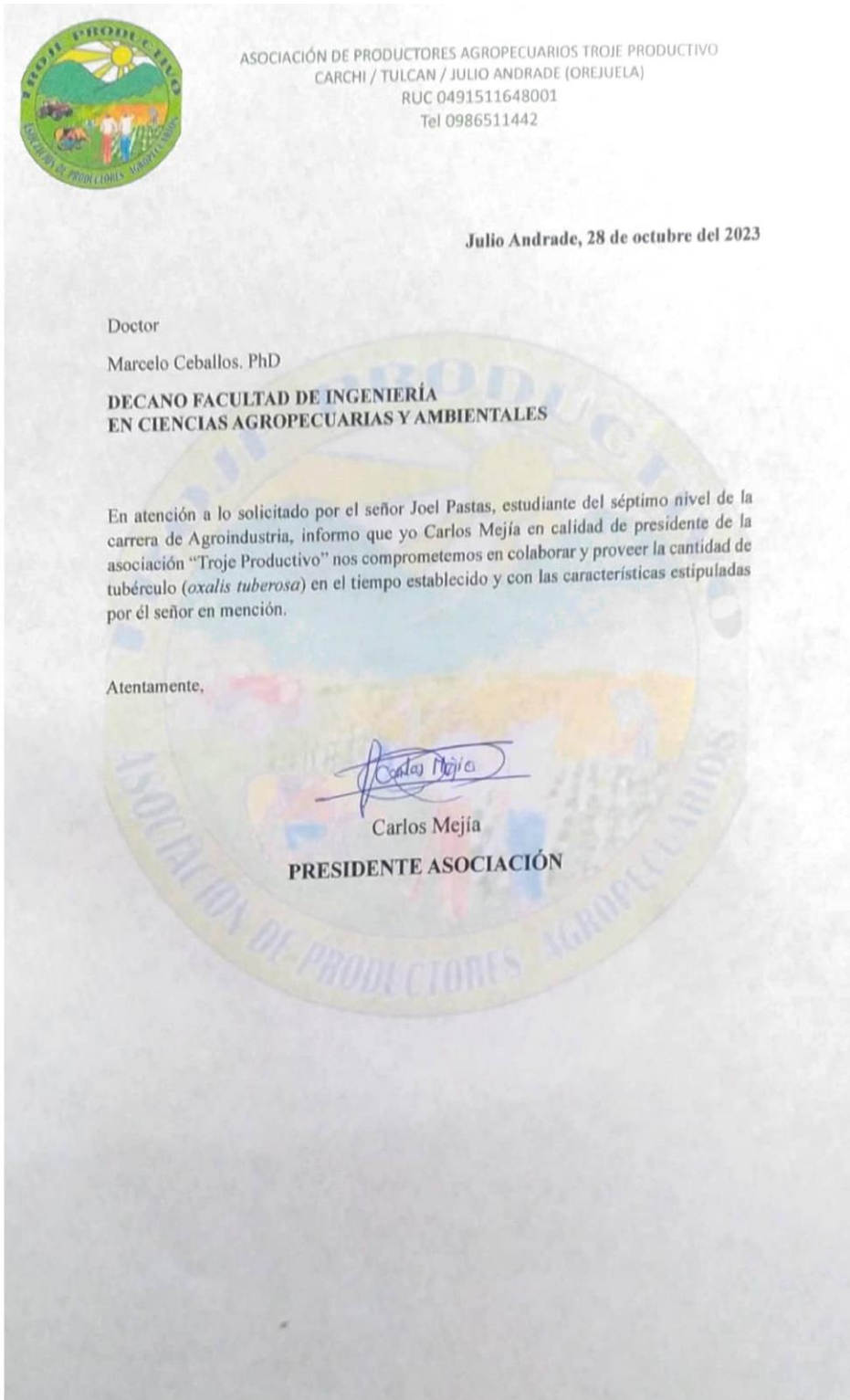
Anexo 29

Realización de la sesión de aceptación del producto final



Anexo 30

Aceptación de solicitud por parte de la asociación “Troje Productivo”



Anexo 31

Ficha de evaluación sensorial

Ficha de evaluación sensorial

Producto: yogur afluado natural

Panelista N°

Fecha:/...../.....

Tratamiento:

Indicaciones:

Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de satisfacción marcando el punto en la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos postulados. En la sección de observaciones puede manifestar las razones de su elección.

Escala de satisfacción	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta levemente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta levemente				
Me disgusta mucho				
Comentarios:				

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 33

Tabla de significancia para prueba de dos muestras

APÉNDICE
B

APENDICE II

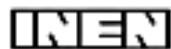
TABLA DE SIGNIFICANCIA PARA PRUEBAS DE DOS MUESTRAS

NUMERO DE JUICIOS	PRUEBAS DE «DOS COLAS»*			PRUEBAS DE «UNA COLA»**		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
5	-	-	-	5	-	-
6	-	-	-	6	-	-
7	7	-	-	7	7	-
8	8	8	-	7	8	-
9	8	9	-	8	9	-
10	9	10	-	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24

(continúa)

Anexo 34

NTE INEN 2395 para leches fermentadas



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2395:2011
Segunda revisión

LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.

Primera Edición

FERMENTE MLKS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPCIÓN: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos.
AL 03.01-442
CDU: 637.146
CIE: 3112
ICS: 67.100.01

Anexo 35

Análisis de varianza del contenido de FOS

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,05430036	3	1,35143345	160,847129	1,7294E-07	4,06618055
Dentro de los grupos	0,0672158	8	0,00840197			
Total	4,12151615	11				

Anexo 36

Análisis de varianza de la viscosidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	605602,529	3	201867,51	14835,0182	2,57E-15	4,066180551
Dentro de los grupos	108,86	8	13,6075			
Total	605711,389	11				

Anexo 37

Análisis de varianza del atributo color

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,83333333	3	0,27777778	0,60949979	0,61015498	2,68280941
Dentro de los grupos	52,8666667	116	0,45574713			
Total	53,7	119				

Anexo 38

Análisis de varianza del atributo olor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,66666667	3	0,55555556	0,66346374	0,57615691	2,68280941
Dentro de los grupos	97,1333333	116	0,83735632			
Total	98,8	119				

Anexo 39

Análisis de varianza del atributo sabor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	12,0666667	3	4,02222222	3,19719811	0,02608634	2,68280941
Dentro de los grupos	145,933333	116	1,25804598			
Total	158	119				

Anexo 40

Análisis de varianza del atributo textura

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,26666667	3	0,08888889	0,08526277	0,96797219	2,68280941
Dentro de los grupos	120,933333	116	1,04252874			
Total	121,2	119				

Anexo 41

Desarrollo de cámara de fermentación

