



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“UTILIZACIÓN DE JARABE DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA
FORMULACIÓN DE YOGURT GRIEGO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA:

SANDY NATALY JACHO GUANOLUISA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“UTILIZACIÓN DE JARABE DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA
FORMULACIÓN DE YOGURT GRIEGO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: SANDY NATALY JACHO GUANOLUISA

DIRECTORA: BQF. SANDRA ELIZABETH LÓPEZ SAMPEDRO, Mg.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Sandy Nataly Jacho Guanoluisa

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **Sandy Nataly Jacho Guanoluisa**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

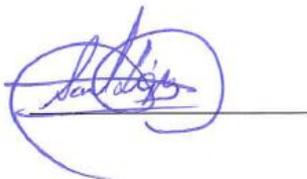
Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba 12 de enero de 2023

Sandy Nataly Jacho Guanoluisa
050350531-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular Tipo: Trabajo Experimental “**UTILIZACIÓN DE JARABE DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA FORMULACIÓN DE YOGURT GRIEGO**”, realizado por la señorita: **SANDY NATALY JACHO GUANOLUISA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Paola Fernanda Arguello Hernández MsC PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-01-12
BQF. Sandra Elizabeth López Sampedro, Mg. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-01-12
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-01-12

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada a Dios por derramar sus bendiciones sobre mi persona, y llenarme de fuerza para seguir adelante y vencer todo obstáculo que se ha presentado a lo largo de mi vida, permitiéndome así lograr el objetivo de terminar mi carrera universitaria. A mis padres, por su amor, confianza y apoyo brindado tanto moral como económico durante todo este proceso, porque han sabido sembrar en mi valores y virtudes que harán de mí una persona de bien, a mis hermanas por estar a mi lado en la buenas y en las malas motivándome a seguir adelante y no rendirme, y finalmente a mi hermano por sus consejos y su apoyo económico, siendo ellos el pilar fundamental en mi vida.

Nataly

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de seguir con mi vida y gozar de buena salud, a la vez quiero agradecer a la ESPOCH ya que me abrió las puertas para que me prepare personal y profesionalmente en su emblemática facultad de Ciencias Pecuarias, de igual manera a cada uno de los docentes quienes compartieron sus conocimientos conmigo. A mis padres por su incondicional apoyo sin importar los errores que he cometido. A mi directora BQF. Sandra López por a ver aceptador dirigir mi tesis siendo ella quien me supo guiar con eficiencia para llegar a la culminación de este trabajo, finalmente a mi asesor el Dr. Marcelo Ramos por su valiosa colaboración y supervisión en el presente trabajo investigativo.

Nataly

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Tubérculos andinos.....	3
1.1.1. <i>La Oca</i>	3
1.1.2. <i>Origen</i>	4
1.1.3. <i>Cultivo</i>	4
1.1.4. <i>Descripción de la planta</i>	5
1.1.5. <i>Taxonomía</i>	5
1.1.6. <i>Época de siembra, cosecha y variedades</i>	6
1.1.7. <i>Valor Nutricional y composición química</i>	7
1.1.8. <i>Usos del tubérculo</i>	8
1.2. Almidón	8
1.2.1. <i>Propiedades del almidón</i>	9
1.2.2. <i>Composición Química</i>	10
1.2.3. <i>Tipos de Almidones</i>	11
1.2.4. <i>Métodos de extracción de almidón</i>	12
1.2.5. <i>Aplicaciones</i>	13
1.3. Hidrólisis	13
1.3.1. <i>Hidrolisis del almidón</i>	13
1.3.2. <i>Características</i>	14
1.3.3. <i>Tipos de hidrólisis</i>	14
1.4. Glucosa	16
1.4.1. <i>Características</i>	17
1.4.2. <i>Propiedades</i>	17
1.4.3. <i>Importancia</i>	17
1.4.4. <i>Jarabe de Glucosa</i>	18

1.4.5.	<i>Usos del jarabe de glucosa</i>	18
1.5.	Fermentación	19
1.5.1.	<i>Importancia</i>	19
1.5.2.	<i>Tipos de fermentación</i>	19
1.6.	Leche	20
1.6.1.	<i>Yogurt</i>	21
1.6.2.	<i>Yogurt griego</i>	21
1.6.3.	<i>Valor nutricional</i>	21
1.6.4.	<i>Beneficio del yogurt griego</i>	22

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	23
2.1.	Localización y duración del experimento	23
2.2.	Unidades Experimentales	23
2.3.	Materiales, equipos y reactivos	23
2.3.1.	<i>Materiales</i>	23
2.3.2.	<i>Equipos</i>	25
2.3.3.	<i>Reactivos</i>	25
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	26
2.5.	Mediciones experimentales	27
2.5.1.	<i>Análisis fisicoquímico del jarabe de oca</i>	27
2.5.2.	<i>Análisis microbiológicos del yogurt griego con jarabe de oca</i>	27
2.5.3.	<i>Análisis bromatológicos del yogurt griego con jarabe de oca</i>	27
2.5.4.	<i>Análisis Sensorial del yogurt griego con jarabe de oca</i>	27
2.5.5.	<i>Análisis económico del yogurt griego con jarabe de oca</i>	28
2.6.	Análisis Estadístico y pruebas de significancia	28
2.7.	Metodología de la evaluación	28
2.7.1.	<i>Obtención del almidón</i>	28
2.7.2.	<i>Obtención del jarabe de Oca (Oxalis tuberosa) por hidrólisis enzimática</i>	30
2.7.3.	<i>Elaboración de yogurt griego con jarabe de oca</i>	31
2.7.4.	<i>Análisis microbiológicos</i>	34
2.7.5.	<i>Ensayo preliminar de los Análisis fisicoquímicos del jarabe de oca</i>	36
2.7.6.	<i>Análisis Bromatológico del yogurt griego con adición de jarabe de oca</i>	38
2.7.7.	<i>Análisis Sensorial</i>	41
2.7.8.	<i>Análisis Económico</i>	42

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS..	43
3.1.	Caracterización del jarabe de oca.....	43
3.1.1.	<i>Grados brix</i>	43
3.1.2.	<i>pH</i>	43
3.1.3.	<i>Acidez titulable</i>	44
3.1.4.	<i>Densidad g/ml</i>	44
3.1.5.	<i>Azúcares Reductores</i>	44
3.2.	Análisis Microbiológicos de yogurt griego.....	44
3.2.1.	<i>Recuento de Escherichia coli</i>	44
3.2.2.	<i>Recuento de Coliformes totales</i>	45
3.2.3.	<i>Recuento de Mohos y levaduras</i>	45
3.3.	Análisis Bromatológicos del yogurt griego.....	45
3.3.1.	<i>Grasa</i>	46
3.3.2.	<i>Proteína</i>	46
3.3.3.	<i>Sólidos Totales</i>	47
3.3.4.	<i>Humedad</i>	48
3.3.5.	<i>Densidad g/ml</i>	49
3.3.6.	<i>Grados Brix</i>	50
3.3.7.	<i>pH</i>	50
3.3.8.	<i>Acidez titulable</i>	51
3.4.	Análisis Sensorial.....	52
3.4.1.	<i>Aceptabilidad</i>	52
3.4.2.	<i>Características organolépticas</i>	53
3.5.	Análisis Económico.....	55
3.5.1.	<i>Costo de Producción</i>	55
3.5.2.	<i>Costo/Beneficio</i>	56
	CONCLUSIONES	57
	RECOMENDACIONES	58
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Taxonomía y morfología de la oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	5
Tabla 2-1:	Clasificación de variedades de oca.....	6
Tabla 3-1:	Composición Nutricional.....	7
Tabla 4 1:	Características de la Amilosa y Amilopectina.....	10
Tabla 5 1:	Características de algunos almidones comunes.....	11
Tabla 1 2:	Condiciones meteorológicas de la zona.....	23
Tabla 2-2:	Esquema de experimento por tratamiento.....	26
Tabla 3-2:	Esquema de ADEVA.....	28
Tabla 4-2:	Formulación para el yogurt griego con diferentes niveles de jarabe de oca.....	34
Tabla 5-2:	Requisitos para análisis microbiológico.....	34
Tabla 1-3:	Características del jarabe de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	43
Tabla 2-3:	Cuadro de resumen de los parámetros fisicoquímicos y bromatológicos del yogurt griego con la adición de diferentes niveles de jarabe de oca.....	45
Tabla 3-3:	Costo/Beneficio del yogurt griego con la adición de diferentes niveles de jarabe de oca.....	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	La oca.....	4
Ilustración 2-1:	Proceso de hidrólisis enzimática del almidón.....	16
Ilustración 3-1:	Reacción química del jarabe de glucosa.....	18
Ilustración 4-1:	Reacción química de la fermentación alcohólica.....	19
Ilustración 5-1:	Reacción química de la fermentación láctica.....	20
Ilustración 1-2:	Diagrama de flujo de la obtención del almidón de oca.....	29
Ilustración 2-2:	Diagrama de flujo de la obtención del jarabe de oca por hidrólisis enzimática.....	30
Ilustración 3-2:	Diagrama de flujo de la obtención de yogurt griego.....	32
Ilustración 1-3:	Grasa del yogurt griego con jarabe de oca.....	46
Ilustración 2-3:	Proteína del yogurt griego con jarabe de oca.....	47
Ilustración 3-3:	Sólidos totales del yogurt griego con jarabe de oca.....	48
Ilustración 4-3:	Humedad del yogurt griego con jarabe de oca	49
Ilustración 5-3:	Densidad del yogurt griego con jarabe de oca	49
Ilustración 6-3:	°Brix del yogurt griego con jarabe de oca	50
Ilustración 7-3:	pH del yogurt griego con jarabe de oca	51
Ilustración 8-3:	Acidez titulable del yogurt griego con jarabe de oca.....	52
Ilustración 9-3:	Prueba de aceptabilidad.....	52
Ilustración 10-3:	Aceptabilidad del color.....	53
Ilustración 11-3:	Aceptabilidad del olor.....	54
Ilustración 12-3:	Aceptabilidad del sabor.....	54
Ilustración 13-3:	Aceptabilidad de la consistencia.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO B:** CONTENIDO DE GRASA EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO C:** CONTENIDO DE PROTEÍNA EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO D:** CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO E:** CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO F:** DENSIDAD EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO G:** CONTENIDO DE GRADOS BRUX EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO H:** CONTENIDO DE pH EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO I:** CONTENIDO DE ACIDEZ TITULABLE EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO J:** CALIFICACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL
- ANEXO K:** COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL JARABE DE OCA
- ANEXO L:** COSTO DE PRODUCCIÓN DEL TRATAMIENTO CONTROL
- ANEXO M:** COSTO DE PRODUCCIÓN DEL TRATAMIENTO CON EL 10% DE JARABE DE OCA
- ANEXO N:** COSTO DE PRODUCCIÓN DEL TRATAMIENTO CON EL 20% DE JARABE DE OCA
- ANEXO Ñ:** COSTO DE PRODUCCIÓN DEL TRATAMIENTO CON EL 30% DE JARABE DE OCA
- ANEXO O:** OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN
- ANEXO P:** OBTENCIÓN DEL JARABE DE OCA POR HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA
- ANEXO Q:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO PRELIMINAR DEL JARABE DE OCA
- ANEXO R:** ELABORACIÓN DEL JARABE DE OCA CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA
- ANEXO S:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA

ANEXO T: ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA

ANEXO U: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la utilización del jarabe de oca (*Oxalis tuberosa*) en la formulación de yogurt griego, donde se realizó una caracterización al jarabe obtenido por hidrólisis enzimática. Para la formulación del yogurt griego se empleó diferentes niveles de jarabe de oca (10%, 20% y 30%) y un tratamiento control, con 4 repeticiones cada uno, y un tamaño de unidad experimental de 250g por repetición, los análisis microbiológicos y bromatológicos fueron determinados conforme a los requisitos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2393-2011, cuyos resultados fueron sometidos a un Diseño Completamente al Azar, análisis de varianza y separación de medias por la prueba de Tukey ($P < 0.05$), al análisis sensorial se aplicó una prueba afectiva con una escala hedónica, donde se contó con 50 degustadores, en el cual, el grado de aceptabilidad se determinó mediante una escala de Likert, finalmente el análisis económico se determinó mediante el indicador beneficio/costo. Los análisis microbiológicos reportaron ausencia de *E. coli*, *Coliformes totales* y *Mohos* y *levaduras*, los resultados bromatológicos obtenidos fueron determinando que los diferentes niveles de jarabe de oca afectaron a las propiedades fisicoquímicas del yogurt griego, donde la grasa presento un 2,50% y 2,48%, la proteína un 2,81% y 2,78%, cuando se añadió el 20% y 30% de jarabe. El análisis sensorial reporto un 42% y 46% de aceptabilidad a los tratamientos con el 20% y 30% de jarabe, calificándolos con un color blanco, olor agradable, sabor dulce y consistencia cremosa, el análisis económico presento un B/C de \$0,59 y \$0,17 para el 20 y 30% de jarabe. Concluyendo que los mejores tratamientos en cuanto a la aceptabilidad fueron los que emplearon el 20% y 30% de jarabe y se recomienda realizar estudios sobre el uso del jarabe de oca en otros productos para mayor rentabilidad.

Palabras clave: <YOGURT GRIEGO>, <JARABE DE OCA>, <HIDROLISIS ENZIMÁTICA>, <ALMIDÓN>, <PASTEURIZACIÓN>, <ACEPTABILIDAD>


DBRA
Ing. Cristian Castillo



0314-DBRA-UPT-2023 ;

SUMMARY

This research's objective was to use oca root syrup (*Oxalis tuberosa*) in the formulation of Greek yogurt. Characterization of the syrup obtained by enzymatic hydrolysis was carried out. The process of Greek yogurt included different levels of oca root syrup (10%, 20%, and 30%) and a control treatment with four replicates, each with an experimental unit size of 250g per replicate. The microbiological and bromatological analyses were determined according to the requirements established by the Ecuadorian Technical Standard INEN 2393-2011, which results were subjected to a completely randomized design, analysis of variance, and separation of means by Tukey's test ($P < 0.05$). An affective test with a hedonic scale was applied for the sensory analysis with 50 tasters. The degree of acceptability was determined using a Likert scale, and finally, the economic analysis was determined by means of the benefit/cost indicator. The microbiological analysis reported the absence of *E. coli*, total coliforms, molds, and yeasts. The bromatological results showed that the different levels of oca root syrup affected the physicochemical properties of the Greek yogurt, where fat presented 2.50% and 2.48%, protein 2.81% and 2.78% when 20% and 30% of syrup was added. The sensory analysis reported 42% and 46% acceptability for the treatments with 20% and 30% syrup, qualifying them with a white color, pleasant smell, sweet flavor, and creamy consistency. The economic analysis showed a cost-benefit of \$0.59 and \$0.17 for the 20% and 30% syrup. It was concluded that the best treatments in terms of acceptability were those using 20% and 30% syrup. It is recommended to carry out studies on using oca root syrup in other products for greater profitability.

Keywords: <GREEK YOGURT>, <OCA ROOT SYRUP>, <ENZYMATIC HYDROLISIS>, <ALMIDON>, <PASTEURIZATION>, <ACCEPTABILITY>.

0314-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco

0602698904

INTRODUCCIÓN

La oca es uno de los cultivos nativos más antiguo de los andes con casi 8000 años de antigüedad, su domesticación se dio en la región central del Perú y al norte de Bolivia, lugar de origen según los estudios realizados, se considera una planta herbácea que mide entre 30 y 80 centímetros de alto, se la cultiva entre los 2 300 y 4 100 m.s.n.m. donde el clima es frío, pero sin la presencia de heladas extremas (FAO, 2016, p.7).

La oca proporciona un largo costo nutricional, ya que está compuesta de diferentes nutrientes, vitaminas y minerales, rica en agua y fibra, este tubérculo se caracteriza por la gran cantidad de ácido oxálico presente en su cascara (Garcés, 2019, p.10), se podría decir que es bastante similar, igual o hasta mejor que la papa, ya que su contenido de proteína está por encima del 9% en la materia seca y con buena proporción de aminoácidos primordiales (Suquilanda, 2009, p.47).

La oca se ha cultivado durante años en las sociedades y pueblos andinos del Ecuador principalmente en la zona Sierra, de forma más significativa en las provincias de Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo (Brito, et al., 2003, p.3).

En la actualidad los consumidores se tornan bastante exigentes, constituyendo así una oportunidad para transformar los cultivos sub-explotado como la oca en un producto prometedor, inclusive como producto de exportación, mediante diversas aplicaciones tecnológicas como en este caso la utilización de enzimas que pueden transformar el almidón en un jarabe de glucosa ya que el componente principal de la oca es el almidón (Estrada, 2017, p.2).

El almidón es un polisacárido de tejidos que tienen como unidad estructural moléculas de glucosa, en forma de gránulos, que generalmente presentan una forma redondeada, irregular, los tamaños variantes entre 2 y 100 micras, las formas como los tamaños de los gránulos son característicos de la especie vegetal, que contribuyen a la dieta normal de los seres humanos con más calorías que cualquier otra sustancia (Apaza, 2018, p.25).

El uso y el consumo del almidón de raíces y tubérculos andinos depende del grado de conocimiento que se tenga sobre sus principales componentes químicos, y de sus características físicas, nutricionales y funcionales para sus posibles usos aplicaciones.

De acuerdo con Apaza (2018, p.25) el consumo y la producción de los tubérculos andinos con el pasar de los años se encuentra en tendencia decreciente, siendo necesario la inversión e

investigación para un mejor aprovechamiento a la oca, para lo cual se realizó una caracterización al jarabe de oca obtenido por hidrólisis enzimática cuya enzima empleada fue la α -amilasa.

El yogurt es un producto coagulado obtenido por la fermentación láctica, mediante bacterias lácticas como el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, presenta un sabor, aroma y textura característico que actualmente tiene gran acogida por sus saludables beneficios de quienes la consumen, desde el punto de vista nutricional es un producto de alto valor biológico (Pilataxi, 2016, p.2).

Entre los derivados lácteos tenemos el yogurt griego que por su alto contenido proteico a formado parte de la dieta diaria de aquellas personas que llevan una vida saludable, sin embargo la falta de conocimiento de los beneficios que brinda este producto y el sabor ácido que contiene este yogurt, gran parte de personas no lo consumen, por tal motivo se ha visto en la necesidad elaborar un producto innovador que pueda proporcionar nuevas características organolépticas y a su vez que sea sano y nutritivo, para ello se consideró la “Utilización de jarabe de oca (*Oxalis tuberosa*) en la formulación de yogurt griego”, para lo cual cumplió con los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Caracterizar el jarabe de oca, obtenido por hidrólisis enzimática
- ✓ Evaluar el yogurt griego utilizando el jarabe de Oca (*Oxalis Tuberosa*) como edulcorante en porcentajes del 10%, 20% y 30%.
- ✓ Determinar la aceptabilidad y las características organolépticas del producto terminado.
- ✓ Determinar beneficio/costo del yogurt griego con jarabe de Oca.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Tubérculos andinos

El continente americano es el centro de origen de las especies de plantas cultivadas y domesticadas, tales como: la papa, el maíz, la yuca, el camote y el fríjol, quienes brindan alimentación al mundo; pero también se han desarrollado algunas otras especies que son poco conocidas, pero poseen grandes potenciales que se podrían explotar grandemente (Cajamarca, 2010, p.27).

Según Carrion (2018, p.20), por causa no fundada, los Andes fue centro de procedencia de los cuatro únicos cultivos: la papa, la oca, el olluco, el isaño; cada una de ellas bastante similares en su modalidad de producción, únicamente la papa ha adquirido trascendencia mundial, hasta el punto de estar ahora entre los 4 cultivos más relevantes de todo el mundo, por lo tanto, únicamente ella fue objeto de particular dedicación por parte de todo el mundo científico agronómico.

Los tubérculos como la papa, oca, papalisa e isaño fueron domesticados en los Andes hace milenios y forman parte a partir de ese entonces de los patrones alimenticios de los habitantes andinos, el olluco, la oca y la mashua y las raíces como por ejemplo el arracacha, yacón, mauka, achira, a hipa y, maca otorgan alimento e ingresos económicos a los agricultores pobres de las montañas en las tierras andinas (Cajamarca, 2010, p.27).

1.1.1. La Oca

Conocida como "oca" en Perú, Bolivia, Ecuador, Chile y Argentina, como "ibia" en Colombia, como "cuiba" "quiba" o "ciuva" en Venezuela y como "papa extranjera" o "papa roja" en México (Caiza, 2010, p.7).

La oca es una fuente fundamental de carbohidratos, hierro y calcio. De textura harinosa y sutilmente dulce, se puede consumir de diferentes maneras y se la puede utilizar en confitura, panificación y sustracción del alcohol por fermentación, por su enorme contenido de harina y azúcares (Ore, 2018, p.35). La oca se muestra en la ilustración 1-1.



Ilustración 1-1: La oca

Fuente: (Suquilanda 2009, p.47)

1.1.2. Origen

El nombre OCA nace del lenguaje quechua de una planta originaria de los Andes, y que se estima uno de los cultivos más viejos de esta zona, es una especie nativa de por lo menos 8000 años de antigüedad en la zona andina (Sánchez, 2022, p.4). Se han encontrado restos en tumbas bastante viejas de la costa, lejos de sus lugares de cultivo, en los Andes, entre los 2800 y 4000 msnm (Valdiviezo, 2010) citado por (Caiza, 2010, p.3).

En general, la oca se desarrolla bien en suelos francos, profundos y con un buen contenido de materia orgánica, para obtener mejores rendimientos, por lo cual reportado que la tolerancia de acidez del cultivo de la oca varía de 5.3 a 7.8 (Suquilanda, 2009, p.49).

(Alulema, 2017, p.16), menciona que la oca fue domesticada en la región Andina; después de varios estudios de filogenética de este tubérculo estableciendo así su origen en la región Andina del sur de Perú y norte de Bolivia; la oca es un cultivo prehispánico, que se encontró en diferentes restos botánicos y la utilización de manera general de los tubérculos en esta etapa se relacionan con el consumo y las ofrendas que realizaban en diferentes rituales.

Según (Orosco, 2019, p.1-2), la Oca (*O. tuberosa*), posee amplia diversidad morfológica (alrededor de 800 especies) lo que ha permitido su distribución por toda Sud América, en Perú y Bolivia, mientras que en Ecuador su producción y comercialización es a nivel local centralizándose principalmente en las provincias de Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua.

1.1.3. Cultivo

La oca (*Oxalis tuberosa*), como muchas otras que se cultivaron en el tiempo prehispánico, se ha observado relegada en los últimos tiempos a pequeñas parcelas, donde todavía se cultiva y consume; no obstante es fundamental señalar, que la oca es el segundo tubérculo en área de cultivo de trascendencia en los Andes sudamericanos, luego de la papa, la oca hace parte del conjunto de

cultivos originarios que conforman la base de la dieta andina, incluso a partir de antecedente de que el maíz tomara trascendencia (Nina, 2018, p.3).

La reproducción de la oca es por tubérculos y tallos, mas no por semillas y su forma de cultivo es parecida al de la papa. En condiciones normales produce 5 t/h, y en condiciones mejoradas rinde hasta 7 t/h (Caiza, 2010, p.7).

1.1.4. Descripción de la planta

Planta herbácea anual, compacta de incremento erecto en las primeras fases de su desarrollo decumbente o postrada hacia la madurez puede llegar a crecer entre 30 y 80 centímetros de elevación, tiene una forma coniforme principalmente simétrica, los tallos de la planta inician su incremento a partir de la base, las plantas son maduras principalmente el tallo crece hacia el exterior, la coloración de las ramas cambia dependiendo con el tipo, puede tener colores como; blanco, rosado, amarillo y morado (Garcés, 2019, p.9).

1.1.5. Taxonomía

En la tabla 1-1, muestra la taxonomía y la morfología de la oca (*Oxalis tuberosa*)

Tabla 1-1: Taxonomía y morfología de la Oca (*Oxalis tuberosa*)

OCA	
Reino	Plantae
División	Equisetophyta
Clase	Equisetopsida
Subclase	Magnolidae
Superorden	Rosanae
Orden	Oxalidales
Familia	Oxalidaceae
Género	Oxalis
Especie	Oxalis tuberosa Molina.

Fuente:(Pilataxi, 2016, p.7)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

1.1.6. Época de siembra, cosecha y variedades

1.1.6.1. Época de la siembra y cosecha

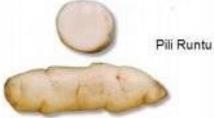
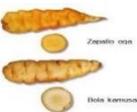
La siembra de la oca se hace entre fines de septiembre y a principios de noviembre para aprovechar la humedad de la estación invernal, la cosecha es oportuna cuando se marchitan las hojas, lo que ocurre entre los 6 a 8 meses después de la siembra de acuerdo con la variedad (Suquilanda, 2009, p.55).

1.1.6.2. Variedades

Los campesinos identifican las próximas variedades: chaucha, blanca, amarilla, rosada, roja, cañareja y leonas, cabe mencionar que las ocas rojas poseen una tonalidad marcada, a la inversa de las variedades combinadas que muestran o bien ojos de color blanco en la carne roja, o manchitas de color rosado sobre la carne blanca o amarilla (Suquilanda, 2009, p.50).

Las más grandes colecciones de variedades de oca se encuentran ubicadas en Perú, en Cusco, donde se registran 400 accesos, seguido de Puno y Huancayo; y en nuestra región, Ecuador, se hallan en Quito (Castañedo et al., 2012, p.15) citado por (Sánchez, 2022, p.6). Puede decirse que al menos hay unas 50 variedades de oca, pero se las agrupado en 3 maneras primordiales: alba, flava y roseo violáceo a negra (Farinango, 2011, p.21). En la tabla 3-1, se muestra la clasificación de las variedades de la oca

Tabla 2-1: Clasificación de variedades de Oca

Clasificación	Característica	Variedad
Albas	Se caracterizan por tener la pulpa y cáscara de color blanco	
Flavas	Ocas de color amarillas claras, de pigmentos o flavonas de color amarillo intenso o anaranjada con pigmentos de caroteno.	
Roseo-violáceas	Son ocas pigmentadas con antocianinas de colores rosa claro y violeta muy oscuro hasta negro.	

Fuente: (Sánchez, 2022, p.7)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

1.1.7. Valor Nutricional y composición química

1.1.7.1. Valor Nutricional

En la oca tenemos la posibilidad de hallar un valor nutricional extenso, ya que tiene diferentes nutrientes, vitaminas y minerales, altas porciones de vitamina C, Hierro, es rica en agua y fibra, en la cáscara de la oca podemos encontrar ácido oxálico el cual impide una buena absorción de calcio (Garcés, 2019, p.10). Es bastante variable, igual o mejor que la papa, su contenido de proteína es bastante variable, sin embargo, principalmente está por arriba del 9% en la materia seca y con buena cantidad de aminoácidos fundamentales (Suquilanda, 2009, p.47). El cuadro 3-1, muestra la composición nutricional de la oca.

Tabla 3-1: Composición Nutricional

Nutriente	Contenidos
Energía	(kcal) 381
Proteína	3,5 gramos
Grasa	0,7 gramos
Carbohidratos	90,0 gramos
Fibra	3,6 gramos
Cenizas	2,3 gramos

Fuente: (Suquilanda, 2009, p.48)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

1.1.7.2. Ácido Oxálico

El ácido oxálico presente en la oca es un ácido carboxílico de fórmula $C_2H_2O_4$, cuyo nombre procede del género de plantas oxalis, debido a que está naturalmente en ellas, cabe mencionar que el ácido oxálico tiene una alta concentración en la cáscara ya que es propio de cada una de las plantas del género oxalis, por tal motivo este ácido es el responsable de que la oca tome un sabor ácido llegando hasta obtener porcentajes de 3.3 gramos hasta 3.7 gramos de ácido oxálico, donde la proporción de ácido oxálico presente en la oca se puede minimizar si la oca es sometida a los rayos del sol (soleado) tal cual se puede reducir hasta un 75% de la porción inicial llegando hasta un 0.9 a 1.4% de cantidad que se puede comer (Villacrés, E. et al., 2003, p.5).

1.1.8. Usos del tubérculo

La oca, es una fundamental fuente de carbohidratos, calcio y hierro. De textura harinosa y sutilmente dulce, puede comerse hervida, cocida al horno, frita, encurtida; además se puede utilizar en panificación, confitura y extracción de alcohol por fermentación, dado su elevado contenido de harina y azúcares, además, tienen la posibilidad de llegar a obtener hasta 6 toneladas/ha de harina. (Suquilanda, 2009, p.47).

En los últimos años la oca se ha involucrado en proyectos de restauración de muchas de sus variedades donde el tubérculo muestra un gran potencial en la producción de alimentos como harina y alcohol (Pilataxi, 2016, p.18).

Además, ha sido utilizada medicinalmente para eso no solo utilizaban el tubérculo sino algunas veces eran utilizadas las hojas, las cuales se las servía como infusión, para contribuir a la inflamación de uretra, las hojas se hervían y se colocaba sobre hinchazones o tumores, se usaba para desinfectar y aliviar picaduras, de sus tallos se extrae el zumo para aliviar molestias estomacales (Garcés, 2019, p.11).

1.2. Almidón

El almidón es un polisacárido de tejidos que tienen como unidad estructural moléculas de glucosa, en forma de gránulos, que generalmente presentan una forma redondeada, irregular, los tamaños variantes entre 2 y 100 micras, las formas como los tamaños de los gránulos son característicos de la especie vegetal (Apaza, 2018, p.25).

(Caiza, 2021, p.4) menciona que almidón es un biopolímero muy importante que está compuesto de amilosa y amilopectina, es la mayor fuente de nutrición para animales y humanos y una materia prima importante para la industria, siendo material abundante, renovable, biodegradable y de bajo costo y una variedad de fuentes.

Además, cabe decir que el almidón es el primordial hidrato de carbono de reserva en cada una de las plantas; En su estado nativo, el almidón es insoluble en agua fría, sus gránulos son parcialmente cristalinos donde la morfología, estructura química, y su composición supramolecular son propiedades de cada especie en especial (Apaza, 2018, p.26).

1.2.1. Propiedades del almidón

Al almidón se le pueden evaluar diferentes propiedades las cuales, dan a conocer su aplicabilidad en diferentes procesos (Villarroel, H. et al., 2018, p24).

pH: Es importante para aquellos procesos de caracterización del almidón ya que tiene la propiedad de ceder o aceptar hidrogeniones, con pH generalmente desviados de media 7-7,5 (Villarroel,H. et al., 2018, p.24).

Solubilidad: De acuerdo al porcentaje de amilosa y amilopectina posee capacidad de solubilidad en agua cuando sobrepasa la temperatura de gelatinización (Villarroel, H. et al., 2018, p.24).

Absorción de agua: Consiste en la capacidad en la que el gránulo de almidón absorbe y retiene agua y se encuentra ligado estrechamente con la temperatura de gelatinización ya que a mayor temperatura mayor retención de agua (Villarroel, H. et al., 2018, p24).

Poder de hinchamiento: Es la propiedad irreversible de los gránulos de almidón debido a que dichos absorben agua debido al aumento de la temperatura de gelatinización (Villarroel, H. et al., 2018, p24).

Sinéresis: El almidón tiene la capacidad de liberar el agua que se encuentra dentro del gránulo del almidón, provocando una reagrupación interna en las moléculas de amilosa y amilopectina, producto de la retrogradación (Villarroel, H. et al., 2018, p24).

Viscosidad: Consiste en la resistencia de las moléculas de un fluido a deformarse, debido a las fuerzas de adherencia que tienen un fluido, la viscosidad pertenece a los fluidos en movimiento la cual se no ve reflejada en líquidos estáticos ya que sus moléculas se encuentra en estado estacionario (Villarroel, H. et al., 2018, p24).

Gelatinización: Es el proceso en el cual los gránulos de almidón que son mezclados con agua gélida absorben y se hinchan entre un 10 - 20%, no obstante, una vez que a esta mezcla se le aplica temperatura se forma una pasta (gelatinización); Este proceso es irreversible pues los gránulos se reorganizan estructuralmente al entrar en contacto con agua caliente, las temperaturas y entalpías de gelatinización de ciertos almidones (Villarroel, H. et al., 2018, p24).

1.2.2. Composición Química

Estructuralmente, el almidón radica de 2 polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina; La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa unidas por enlaces α (1-4), en el que ciertos enlaces α (1-6) tienen la posibilidad de estar presentes; Esta molécula no es soluble en agua, pero puede conformar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y crear una composición helicoidal (Hernández, M. et al., 2008, p.218).

1.2.2.1. Amilosa y Amilopectina

Para (Mogrovejo, 2019, p.7) la amilosa y la amilopectina tienen la posibilidad de organizarse en una composición semicristalina que forma una matriz de gránulos de almidón con material amorfo (amilosa) y cristalina (amilopectina).

La amilosa establece las propiedades que gelatinizan el almidón y la amilopectina su viscosidad; Más características se muestran en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Características de la Amilosa y Amilopectina

Amilosa	Amilopectina
<ul style="list-style-type: none">• Constituida por cadenas largas no ramificadas en forma de hélice.• Compuesta de aproximadamente de 200 a 20000 moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α-1,4.• Muchas moléculas de amilosa tienen ramificaciones α-D-1,6, aproximadamente entre 0.3% y 0.5% del total de los enlaces.• Su estructura es helicoidal no ramificada, responsable del color azul que adquiere con el yodo.	<ul style="list-style-type: none">• Componente más ramificado del almidón.• Constituida por aproximadamente 12 unidades de glucosa que aparecen en promedio cada 20 a 25 unidades de glucopiranosas.• Formándose a través de residuos de cadenas α-D-glucopiranosas unidos principalmente por enlaces (1,4), pero con el 5-6 % de enlaces (1,6) en las ramificaciones.• Estas cadenas son responsables de coloración roja en presencia de yodo.

Fuente: (Mogrovejo, 2019, p.7)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

La proporción relativa de amilosa y amilopectina cambia de un almidón a otro. Generalmente, los almidones tienen dentro más amilopectina que amilosa, la mayoría de los almidones tienen dentro entre 20 y 25% de amilosa, para el isaño y la oca está entre 26 y 29% (Coulate, 1998) citado por (Carrion, 2018, p.28). En la tabla 5-1, se muestra las características de algunos almidones.

Tabla 5-1: Características de algunos almidones comunes

TIPO	AMILOPECTINA %	AMILOSA %	TAMAÑO (μm)
Maíz	73	23	5 - 25
Papa	78	22	5 - 100
Arroz	83	17	2 - 55
Yuca	82	18	5 - 35
Sorgo	99 – 100	0 - 1	5 – 45
Trigo	76	24	11 – 41
Oca	71	29	20 -29
Mashua	73	27	5 – 10

Fuente:(Carrión, 2018, p.29)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

1.2.3. Tipos de Almidones

1.2.3.1. Almidón resistente

El AR está determinado como la suma del almidón y los productos de degradación de todos los almidones no absorbidos en el intestino delgado de personas sanas; La resistencia a la digestión del AR se atribuye primordialmente a la especial composición física, definida en cierta medida por una porción más alta de amilosa respecto a la amilopectina, que posibilita constituir una composición más compacta que es menos susceptible a hidrólisis enzimática; Otro aspecto que perjudica la resistencia de este almidón incluye la medida y tipo de gránulo, donde el crecimiento en la densidad de ramas del almidón y la composición cristalina contribuyen a su propiedad de digestión lenta (Villarreal, H. et al., 2018, p.272).

No hablamos de un tipo de almidón nuevo. Su interés radica en que podría minimizar la curva de glucosa, por lo cual podría usarse en patologías como la diabetes; El almidón resistente es sencillamente un almidón que resiste la digestión, por lo cual alcanza el intestino grueso intacto o casi intacto (Estrada, 2017, p 9).

1.2.3.2. Almidón Modificado

Se dan porque, los almidones nativos, no resisten mucho al calentamiento prolongado (esterilización de diversas conservas, platos cocidos con salsas, alimentos infantiles, etc.), se

genera un estallido de los gránulos, una solubilización e hidrólisis parcial de las moléculas constitutivas y un descenso de la viscosidad (Estrada, 2017, p.9-10).

Para evitar esto, el almidón es sometido a una modificación química consistente en reticulaciones, donde una baja proporción de reticulación estabiliza el estallido de los gránulos hinchados y permite mantener una viscosidad elevada, mientras que una mayor proporción de reticulación protege al almidón contra un calentamiento prolongado (Estrada, 2017, p.9-10).

El almidón modificado prolonga la vida útil de los alimentos, garantiza la calidad de estos al mejorar la textura, brindar un mayor sabor y resiste a los procesos de cocción o calentamiento. También se fabrican almidones de papa modificados para aplicaciones específicas que mejoran los rendimientos de papa natural; El almidón modificado es un almidón alterado por procesos mecánicos o químicos para hacerlo más estable y adecuado para su ingesta, por cierto, que este no se debe confundir con el almidón modificado genéticamente (Estrada, 2017, p.9-10).

1.2.4. Métodos de extracción de almidón

Hay diferentes procedimientos de sustracción de almidón así sea perteneciente de maíz, trigo, yuca, papa o plátano, teniendo como primordiales al procedimiento seco y al procedimiento húmedo, dichos procedimientos son bastante primordiales para la sustracción de almidón de yuca, plátano y un poco más sencillo que los de cereales o de maíz (Carrasco y Molocho, 2015, pp.3-4) citado por (Caiza, 2021, p.6).

1.2.4.1. Método seco

Consiste fundamentalmente en la molienda del fruto desde el lavado, obteniendo de este proceso harina, para su siguiente tamizado y de esta forma obtener almidón; por otro lado se considera operaciones que se conducen a cabo de forma instantánea, para desarrollar el procedimiento y obtener un producto final de calidad y con propiedades que sean deseables en el almidón (Caiza, 2021, p.6).

1.2.4.2. Método húmedo

Este procedimiento consiste en la trituración o reducción de tamaño de los tubérculos para y retire en medio líquido esos elementos de la pulpa que son relativamente mayores como la fibra y la proteína, después se permite la supresión del agua por decantación finalmente se lava el material

sedimentado para borrar las últimas fracciones diferentes del almidón y al final dominar al almidón purificado en seco (Caiza, 2021, p.6-7).

1.2.5. Aplicaciones

Actualmente las aplicaciones del almidón se concentran en la industria alimenticia y adhesivos; No obstante, se ha incursionado en nuevos nichos de mercado como el farmacéutico, madera laminada, textiles y plásticos, además de considerarse como la primordial fuente de alimento del hombre debido a que aporta entre el 70 y 80% de las calorías elementales para el desempeño del organismo (Villarroel, H. et al., 2018, p.275).

El almidón, y sus derivados químicamente modificados, son usados en alimentos para cambiar textura, consistencia y aspecto; y además son una fuente para crear edulcorantes; en donde se necesita hacer una hidrólisis controlada para crear maltodextrinas o jarabes de glucosa con el poder dulcificante apropiado (Aguilar, 2008, p.18).

1.3. Hidrólisis

Proviene de las palabras griegas *hidros*, que significa agua y *lisis* que significa separación. Actitud en la cual una sustancia reacciona con uno o los dos iones del agua para generar 2 productos, sin que se genere transferencia de electrones (González, 2009, p.2).

La hidrólisis es el cambio químico entre una molécula de agua y otra macromolécula, en la cual la molécula se divide y sus átomos pasan a conformar alianza de otra especie química. En la química orgánica, la hidrólisis se muestra como la reacción opuesta a la condensación en este entorno la molécula orgánica y el agua reaccionan rompiendo un enlace covalente para conformar 2 moléculas orgánicas con conjuntos funcionales que integran los átomos de la molécula de agua; por lo general es necesario adicionar ácidos o bases fuertes para catalizar la hidrólisis (Sánchez, 2020, p.32-33).

1.3.1. Hidrolisis del almidón

Proceso químico por cual el almidón reacciona con el agua y se transforma en moléculas más pequeñas de polisacáridos como amilosa y amilopectina que son azúcares con menor peso molecular (Amaya, 2018, p.43). La hidrólisis puede llevarse a cabo por acción de enzimas o por resoluciones acidas y calor, lo cual permite la separación de los enlaces glucosídicos; donde el proceso hidrolítico se ve perjudicado por la medida de los granos de almidón a más grande tamaño la disolución e hidratación tomara más tiempo y a la inversa debido a el área de contacto, otros

componentes que están afectando el proceso hidrolítico son proporción de lípidos y su relación con los corpúsculos de amilosa, concentración de fosforo, difusión y relación de los enlaces de almidón y en el complejo amilosa -lípidos no se lleva a cabo de forma sencilla el proceso hidrolítico (Acán, 2020, p.15).

El enlace glucosídico reacciona con el hidrogeno del agua el cual se entrelaza con el oxígeno final de la molécula de sacarosa, y el hidroxilo se une al otro extremo de la sacarosa produciéndose un monosacárido, lo demás de la molécula se rompe como otro monosacárido o disacárido dependiendo del número de monosacáridos del glucósido (Zambrano y Machado, 2013; Vázquez y Dacosta, 2007) citado por (Acán, 2020, p.15).

1.3.2. Características

La característica principal que tiene la hidrólisis es que involucra la participación del agua para que se puedan romper los enlaces.

Esta clase de actitudes ocupa un espacio particular en lo cual respecta las biomoléculas, ya que los enlaces que mantienen juntos a los monómeros de las moléculas son sensibles al hidrolizarse bajo ciertas condiciones, es decir, los enlaces covalentes con los que permanecen unidas las moléculas se pueden llegar a romper en presencia de agua; un caso muestra de eso son los azúcares que son capaces de hidrolizarse para descomponer los polisacáridos en monosacáridos. Esto pasa debido a la acción de las enzimas conocidas con el nombre de glucosidasas (Portillo, sf, p.2).

Por consiguiente, tenemos la posibilidad de mencionar que la hidrólisis es un cambio químico contraria a la condensación y como resultado de la condensación, 2 productos se integran por medio de la liberación de una molécula pequeña; Esta molécula pequeña es el agua, ahora bien, en la hidrólisis una molécula se consume, mientras tanto que en la condensación esta molécula de electrólisis es consumida se libera o se genera (Portillo, sf, p.2).

1.3.3. Tipos de hidrólisis

1.3.3.1. Hidrólisis enzimática

La hidrólisis enzimática se crea por medio de un conjunto de enzimas denominadas hidrolasas, estas enzimas ejercen un impacto catalítico hidrolizante, generan la ruptura de enlaces de agua. (Noriega, 2006) citado por (Sánchez, 2020, p.33).

(Villacrés, et al., 2003, p.137) plantea que las rupturas hidrolíticas catalizada por una enzima es una actitud en la cual el almidón se rompe en unidades monoméricas denominadas azúcares, la primera fase se usa enzimas termoestables (etapa de licuefacción), en la segunda fase (sacarificación) se transforma el almidón en glucosa para lo que se usa otro tipo de enzimas.

(Geissman, 1974, p.570) indica En la naturaleza abundan las enzimas capaces de hidrolizar los almidones, la movilización del almidón pide su ocasional conversión en glucosa. Las enzimas convierten los almidones en maltosa y los fragmentos de polisacáridos que quedan como residuo luego que de las cadenas laterales de la amilopectina fueron degradadas en las uniones 1,6

Para una eficiente Hidrolisis enzimática del almidón por las amilasas conviene que este gelatinizado, por esta razón se realiza un cocimiento del almidón antes de la adicción de las enzimas, quienes son las responsables de transformar el almidón en glucosa y dextrinas (Reyna, 2004, p.41).

- *Enzimas*

(Merino y Noriega, 2006, p.1) mencionan que las enzimas son el conjunto más variado y especializado de las proteínas, su funcionalidad es actuar como catalizadores, permitiendo que las actitudes que transcurren en los organismos vivos logren realizarse a un ritmo correcto. Un catalizador, por definición, es un compuesto que con su sola presencia se incrementa la rapidez de la actitud sin experimentar ni una modificación; Las enzimas son capaces de agilizar actividades químicas concretas en un medio acuoso, y en condiciones en las que los catalizadores no biológicos, podrían ser incapaces de hacer equivalentes funcionalidades.

Las enzimas son catalizadores ideales para la industria alimentaria gracias a su eficiencia, acción específica y su alta purificación y estandarización, demostrando que en los últimos años, se ha llevado a cabo la hidrólisis enzimática de almidón para la obtención de maltodextrinas y jarabes a grado industrial, debido a que se generan jarabes de mejor calidad; Sin embargo, las condiciones de operación permanecen limitadas por las características de todas ellas, es decir, cada enzima actúa en condiciones de pH y temperaturas concretas, lo que constituye un problema para la industria al aumentar los precios o al reducir la eficiencia y calidad de los productos (Aguilar, 2008, p.8).

- *La α – amilasa*

Las α – amilasas hidrolizan los enlaces α – 1,4 del interior del almidón (tanto en amilosa como en amilopectina), del glucógeno y de las ciclodextrinas, manteniendo la configuración α del

carbono anomérico como se muestra en la Ilustración 2-1. Ya que es una enzima “endo”, su acción tiene un enorme impacto sobre la viscosidad de los alimentos que poseen el almidón como base. (Estrada, 2017, p.12).

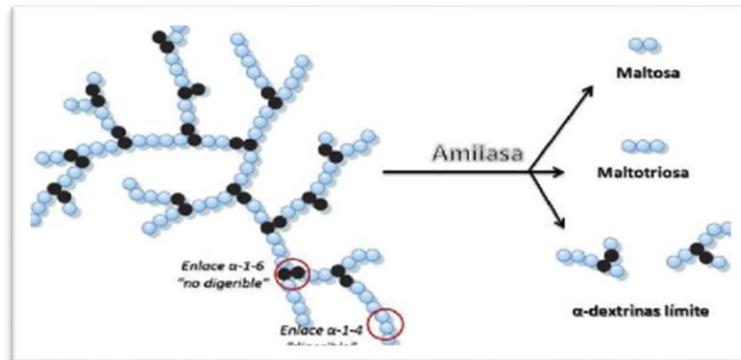


Ilustración 2-1: Proceso de hidrólisis enzimática del almidón

Fuente: (Badui, 2006, p.3)

1.3.3.2. Hidrólisis ácida

En medio ácido y calor el almidón se romperá en cadenas más cortas de dextrinas, la separación de enlaces dependerá del tipo de ácido usado, la concentración de este, la temperatura y tiempo de actitud (Peñaranda y Algecira, 2008, p.48). El ácido clorhídrico, nítrico y sulfúrico son los más usados para los procesos de obtención de dextrinas, obteniéndose como productos jarabes de glucosa, además se recibe como productos no deseados el hidroximetilfurfural, el ácido levulónico y el ácido fórmico, que da al jarabe un sabor agrio (Acán, 2020, p.16).

1.4. Glucosa

Glucosa, o dextrosa, es una manera de sacarosa encontrada en las frutas y en la miel. Es un monosacárido con la misma fórmula experimental que la fructosa, pero con distinta composición. Es una hexosa (6 átomos de carbono) (Carrión, 2018, p.35).

Todas las frutas naturales poseen cierta proporción de glucosa (a menudo con fructosa), que podría ser extraída y concentrada para hacer una sacarosa alternativa, Sin embargo, a grado industrial tanto la glucosa líquida (jarabe de glucosa) como la dextrosa (glucosa en polvo) se obtienen desde la hidrólisis enzimática de almidón de cereales (generalmente trigo o maíz) (Carrión, 2018, p.35-36)

La glucosa se considera uno de los recursos más relevantes y usados en el conjunto de los alimentos, la glucosa es un factor natural que se recibe comúnmente de frutas o del procesamiento

de cereales y que sirve como para endulzar como además para conceder otras características a la comida (López, 2016, p.1).

1.4.1. Características

- Es el compuesto orgánico más abundante de la naturaleza.
- Es la fuente primaria de síntesis de energía de las células, por medio de su oxidación catabólica, y es el elemento primordial de polímeros de trascendencia estructural como la celulosa y de polímeros de almacenamiento energético como el almidón y el glucógeno.
- La glucosa pertenece a los 3 monosacáridos dietéticos, junto con fructosa y galactosa, que se absorben de manera directa al torrente sanguíneo a lo largo de la digestión.
- Las células lo usan como fuente primaria de energía y es un intermediario metabólico.
- La glucosa es uno de los más importantes productos de la fotosíntesis y combustible para la respiración celular.

1.4.2. Propiedades

1.4.2.1. Químicas

La glucosa es una molécula no ionizada de 6 carbonos, 12 átomos de hidrógeno y 6 átomos de carbono, por consiguiente, es una hexosa; Es el monosacáridos más exuberante en la naturaleza (López, 2016, p.1).

1.4.2.2. Físicas

La glucosa se muestra en un polvo cristalino blanco, tiene un sabor dulce, son de forma fácil solubles en agua y tiene un punto de ebullición de 150C (López, 2016, p.2).

1.4.3. Importancia

(Guerrero, 2005 pág. 18) Indica que la glucosa es importante por los siguientes puntos:

- La glucosa es la primordial fuente de energía para el cuerpo.
- La glucosa entra en el organismo con los alimentos, Con la digestión, en todo el tubo digestivo, se pone en marcha una cadena de transformaciones químicas que convierte los alimentos en nutrientes y dichos en recursos más pequeños.

- La sangre se ocupa de mover la glucosa al hígado (glucosa de reserva), al cerebro y a cada una de las células corporal.

1.4.4. Jarabe de Glucosa

Para (Estrada, 2017, p.13), el jarabe de glucosa es una solución acuosa concentrada y purificada de sacáridos nutritivos con dextrosa equivalente (D.E) de 20 a más, obtenido por hidrólisis de almidón, la caracterización de los jarabes de glucosa es de 4 tipos:

- Jarabes de tipo I con D.E de 20 – 38.
- Jarabes de tipo II con D.E de 38 – 58.
- Jarabe de tipo III con D.E de 58 - 73.
- Jarabe de tipo IV con D.E superior a 73.

Teniendo presente que la dextrosa equivalente viene a ser el índice de los azúcares reductores totales calculados como D – glucosa; la glucosa se produce fundamentalmente por la hidrólisis enzimática del almidón (Estrada, 2017, p.14).



Ilustración 3-1: Reacción química del jarabe de glucosa

Fuente: (Estrada, 2017, p.14)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

El jarabe de glucosa se producía comúnmente por hidrólisis ácida, pero desafortunadamente este método no brindó altos rendimientos, ya que no se podían alcanzar los equivalentes de dextrosa por encima de 55 sin sabores desagradables. industria, y también tienen un costo relativamente bajo en promedio (Estrada, 2017, p.14).

1.4.5. Usos del jarabe de glucosa

Los jarabes de glucosa se utilizan para la elaboración de una amplia variedad de productos alimenticios: bebidas suaves, confitería, productos cárnicos, productos horneados, helados, salsas, alimentos para bebés, frutas enlatadas, jaleas, cajetas, así como en conserva (Aguilar, 2008, p.20).

1.5. Fermentación

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación inconclusa, plenamente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico. Dichos productos finales son los que caracterizan los diferentes tipos de fermentaciones (Pilataxi, 2016, p.23).

Las ventajas de la fermentación se han ubicado a partir de tiempos inmemoriales ya que existen pruebas de uso de alimentos fermentados por los sumerios, los de Egipto, los babilonios y los asirios; La fermentación no solo confiere propiedades excepcionales a varios productos, si no paralelamente además podría ser considerada un proceso de conservación (Pilataxi, 2016, p.23).

1.5.1. Importancia

La fermentación y la germinación facilitan su digestión y aportan beneficios, ya que restauran y conservan la flora intestinal, e impiden el incremento de microorganismos patógenos y sus toxinas ayudan a la conservación de los alimentos, permitiendo que se conserven más tiempo (Villén, 2012, p.28.).

1.5.2. Tipos de fermentación

1.5.2.1. Fermentación alcohólica

La fermentación se crea por la acción metabólica de levaduras que convierten azúcares del fruto en etanol y CO₂. Como, ejemplificando: Vino (fermentación alcohólica de la uva), Cerveza (fermentación alcohólica de cereales) primordialmente cebada (Bodegagarzon, 2018, p.3).

Ya hace milenios, la raza humana aprovechó este proceso para hacer pan, cerveza y vino. En dichos 3 productos se emplea el mismo microorganismo: la levadura común o la *Saccharomyces Cerevisae* (Bodegagarzon, 2018, p.3).

En la ilustración 4-1 se muestra la fermentación alcohólica.

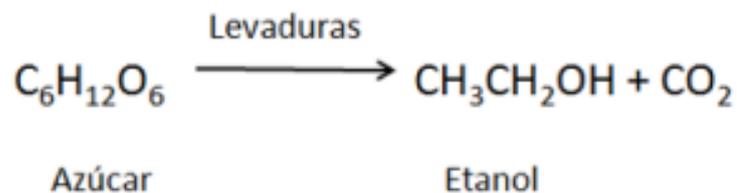


Ilustración 4-1: Reacción química de la fermentación alcohólica

Fuente: (Bodegagarzon, 2018)

1.5.2.2. Fermentación láctica

La fermentación láctica es el proceso en el cual la célula partiendo de una molécula de glucosa, que la mayor parte de las veces se recibe de la disociación del disacárido lactosa, se recibe energía a modo de ATP y se generan los metabolitos secundarios ácido láctico y CO₂ (Contreras, 2022, p.5).

Este proceso lo hacen muchas bacterias denominadas bacterias lácticas. Una ejemplificación de esta clase de fermentación es la acidificación de la leche ciertas bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, al realizarse en la leche usan la lactosa (azúcar de la leche) como fuente de energía, la lactosa al fermentar crea energía que es aprovechada por las bacterias y el ácido láctico es eliminado. (Ramírez, 2010, p.34) citado por (Pilataxi, 2016, p.24). Sus aplicaciones son la elaboración de productos lácteos, embutidos, aceitunas, etc.

En la ilustración 5-1 se muestra la fermentación láctica.

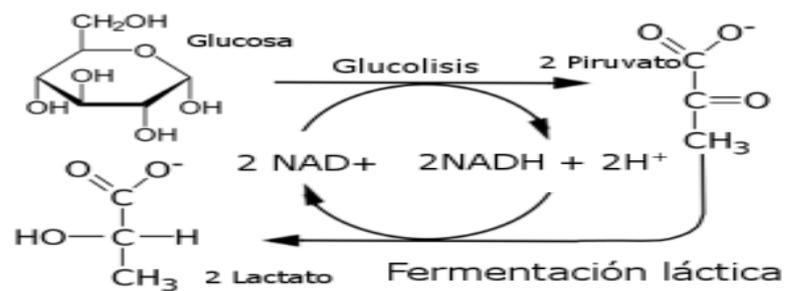


Ilustración 5-1: Reacción química de la fermentación láctica

Fuente: (Ramírez, 2010, p.34)

1.6. Leche

Producto de la secreción regular de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, obtenida por medio de uno o más ordeños cotidianos, higiénicos, enteros e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción (INEN 9, 2015, p.2).

Los productos lácteos son un conjunto de alimentos fundamentales conformado por la leche y sus derivados como: el yogurt, queso, crema, y mantequilla, siendo la leche el de mayor relevancia de este conjunto, es un grupo de alimentos por sus propiedades nutricionales son los más básicos y enteros en estructura de nutrientes como: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales (Bolaños, 2018, p.28-29).

1.6.1. Yogurt

El yogurt es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Sreptococcus salivaris subsp. thermophilus*, estas bacterias deben ser viables y activas desde el inicio y durante toda la vida útil del producto (INEN 2395, 2011, p.2).

1.6.2. Yogurt griego

El yogurt concentrado estilo griego es una diversidad común en el Medio Oriente que se ha difundido en las naciones del continente Europeo, y que disfruta de fama en los Estados Unidos, México, y otros territorios latinoamericanos.(Bolaños, 2018, p.29).

Es de enorme trascendencia la concentración de proteína en la leche para la construcción del yogur griego, siendo mejor con una más grande concentración de caseína; una vez que se incrementa la concentración de proteína, el aumento en la acidez crea la coagulación de la caseína, y de esta forma se puede obtener un producto muchísimo más espeso apto para el consumidor.(Villeda, 2015, p.8).

El yogurt griego contiene menos lactosa porque parte de ésta se remueve con el líquido filtrado. Esto lo hace más adecuado para las personas intolerantes a la lactosa.(Bolaños, 2018, p.30).

El yogurt griego, muestra un color entre blanco y crema, textura dócil y un sabor ácido que se explica entre el sabor de la crema y el queso cottage, tiene capacidad de dispersarse con escasa producción de sinéresis; La mayor parte de los yogures estilo griego que se comercializan, concentran los sólidos que contienen por medio del elevado contenido de estos a partir de su preparación.(CANILEC, 2014, p.18).

1.6.3. Valor nutricional

El yogurt es rico en proteínas de elevado valor biológico, calcio de simple asimilación, fósforo, vitaminas del conjunto B (especialmente, B2 o riboflavina) y vitamina B12. Su estructura nutricional es muy semejante al de la leche, Existe una diferencia referente a la existencia de lactosa, debido a que esta sacarosa está presente en el yogurt en escasas porciones, pues a lo largo de la fermentación se transforma en ácido láctico.(Bolaños, 2018, p.30).

El valor nutritivo de la parte proteica, así como la asimilación de la lactosa mejoran gracias a la fermentación, que se incrementa su digestibilidad, y la materia grasa, aunque bastante influida

por la leche de partida, además cambia en funcionalidad de las especies bacterianas fermentativas; El contenido vitamínico es difícil de implantar gracias a la predominación que ejercen tanto los microorganismos como los tratamientos a los que se somete la leche. (Bolaños, 2018, p.30).

1.6.4. Beneficio del yogurt griego

El yogurt griego tiene el doble de proteínas a diferencia del yogur usual, también tiene menor proporción de sacarosa añadida, por ende, bajo contenido de calorías. Este producto es ventajoso para los niños, mujeres embarazadas y adultos mayores, quienes necesitan un consumo de proteínas de elevado valor biológico para un perfecto desarrollo del sistema inmunológico.(Guerrero, 2011, p.12).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El desarrollo de la investigación se realizó en los laboratorios de: Ciencias Biológicas, Bromatología y Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la panamericana sur Km 1 ½, la misma que tuvo una duración de 90 días, cuyas condiciones meteorológicas se reportan en la Tabla 6-2.

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de la zona

VALORES PROMEDIO	
Heliofilia (: h.luz ¹)	165,1
Temperatura (°C)	13,8
Precipitaciones (mm/año)	465,0
Humedad Relativa (%)	63,2
Altitud (msnm)	2820

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH. (2016).

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

2.2. Unidades Experimentales

Toda la información fue recopilada y analizada de las muestras tomadas del yogurt griego con diferentes niveles de jarabe de oca, para lo cual se utilizó 16 unidades experimentales de 250g cada uno, con un total de 4 Kg de yogurt.

2.3. Materiales, equipos y reactivos

2.3.1. *Materiales*

- Mandil
- Guantes
- Cofia
- botas
- Mascarilla
- Libreta de apuntes
- Cuchillos

- Cámara fotográfica/celular
- Cernidores o tamizadoras
- Bandejas de aluminio desechable
- Baldes transparentes de 5 y 10 L
- Vasos desechables 7 y 1 onzas
- Cucharas pequeñas de plástico
- Servilletas
- Cucharas de acero y de palo
- Litreros
- Tela para filtrar
- Pape desechable de cocina
- Papel aluminio
- Cooler
- Velas
- Frasco de vidrio de 300 ml
- 16 frascos de vidrio de 250 g
- Mortero
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitación de 600, 200, 100 y 50 ml
- Frascos termorresistentes de 200 y 400 ml
- Probetas de 200, 100 y 10 ml
- Pipetas de 30 y 10 ml
- Butirómetros
- Centrifuga manual
- Micropipetas desechables
- Piseta
- Gradillas
- Espátulas
- Cajas Petri
- Puntas desechables de 1ml
- Pipeta repetidora
- Matraz Erlenmeyer
- balón de afloración
- balón
- Bureta

- Acidómetro
- Picnómetro
- Reloj de cristal
- Pinzas

2.3.2. Equipos

- Computador
- Licuadora
- Refrigerador
- Balanza analítica
- Estufa
- Centrífuga
- Baño maría
- Brixometro
- Reverbero
- Yogurtera
- Refrigerador
- Autoclave
- Agitador magnético
- Vórtex
- Cámara de flujo laminar
- Cuenta colonias
- pH metro
- Termobalanza
- Equipo Kjeldahl

2.3.3. Reactivos

- Almidón
- Agua destilada
- Alcohol al 96%
- Agua purificada
- Cloruro de calcio CaCl_2 al 2%
- Alfa-amilasa fúngica al 1%
- Benzoato de potasio

- Sorbato de potasio
- YF-L811 – Fermento Yogurt
- Agar MacConkey
- Agar EMB
- Agar Potato y Dextrosa
- Alcohol amílico
- Ácido sulfúrico al 1% H₂SO₄
- Sulfato de cobre CuSO₄
- Sulfato de sodio Na₂SO₄
- Hidróxido de sodio NaOH
- Ácido bórico H₃BrO₃
- Indicador mixto rojo de metilo y verde de bromocresol
- Ácido clorhídrico HCl
- Fenolftaleína
- Solución titulable
- Solución de Fehling A y B
- Azul de metileno

2.4. Tratamiento y diseño experimental

Se consideró cuatro tratamientos con diferentes niveles de jarabe de oca, un grupo control sin jarabe, con cuatro repeticiones cada uno donde las unidades experimentales fueron modeladas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA).

El esquema del experimento de la investigación se reporta en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Esquema de experimento por tratamiento

Jarabe de Oca (%)	Código	Repeticiones	TUE*	Kg/Tratamiento
0%	T0	4	250g	1kg
10%	T1	4	250g	1kg
20%	T2	4	250g	1kg
30%	T3	4	250g	1kg
Total				4kg

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

TUE*: Tamaño de unidad experimental

2.5. Mediciones experimentales

2.5.1. *Análisis fisicoquímico del jarabe de oca*

- ° brix
- pH
- Acidez titulable (%)
- Densidad g/ml
- Azúcares reductores (%)

2.5.2. *Análisis microbiológicos del yogurt griego con jarabe de oca*

- *Coliformes totales*
- *E. Coli*
- *Mohos y Levaduras*

2.5.3. *Análisis bromatológicos del yogurt griego con jarabe de oca*

- Gradaos Brix
- pH
- Densidad (g/ml)
- Acidez titulable (%)
- Humedad (%)
- Sólidos totales (%)
- Grasa (%)
- Proteína (%)

2.5.4. *Análisis Sensorial del yogurt griego con jarabe de oca*

- Aceptabilidad
- Consistencia
- Color
- Olor
- Sabor

2.5.5. Análisis económico del yogurt griego con jarabe de oca

- Costo/beneficio

2.6. Análisis Estadístico y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos de los diferentes análisis fueron ingresados en el programa estadístico INFOSTAT versión 2020 y evaluados mediante la prueba estadística de Tukey para determinar los siguientes puntos:

- Análisis de varianza (ADEVA) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas.
- Separación de medias según Tukey al $p < 0.05$ de significancia la misma que nos permitirá definir el mejor tratamiento.
- Para los análisis sensoriales se aplicó la Escala de Likert

Tabla 3-2: Esquema de ADEVA

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	(n-1) =15
Jarabe de oca 10, 20 y 30 %	(t-1) =3
Error	T(r-1) =12

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

2.7. Metodología de la evaluación

2.7.1. Obtención del almidón

2.7.1.1. Muestra

Se trabajó con un total de 1.800 g de almidón de “oca” (*Oxalis tuberosa*) extraído de 37,7 kg de “oca” previamente lavado, licuado, filtrado, sedimentado y deshidratado en la estufa a 50°C por 48 horas. El almidón fue obtenido en las mejores condiciones de asepsia durante todo el proceso de obtención (Toscano, 2017, p.17).

La ilustración 1-2, se muestra las operaciones empleadas para respectiva obtención del almidón.

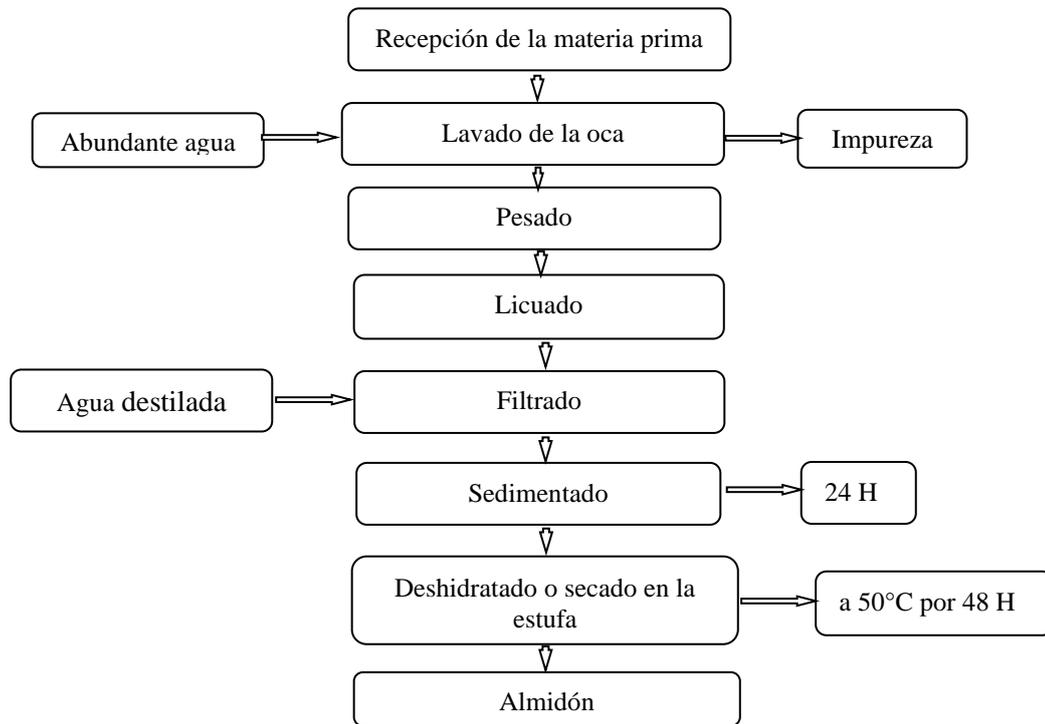


Ilustración 1-2: Diagrama de flujo de la obtención del almidón de oca

Fuente:(Estrada, 2017, p.17)

Elaborado por: Jacho, Sandy, 2023.

2.7.1.2. Descripción del Proceso

Recepción de la materia prima: Se recibió la oca recién cosechada y fresca del sector de Cusubamba.

Lavado: Se lavó la oca roja con abundante agua potable para eliminar todo tipo de impurezas como tierra y basura presentes en el tubérculo.

Pesado: Se pesó la materia prima previamente lavada en una balanza.

Licuado: Con la ayuda de un cuchillo y ralladoras se cortó la oca fresca en pequeños cubos y se trasladó a una licuadora industrial con agua destilada y se procedió con al licuado por 10 minutos cada parada.

Filtrado: Una vez licuado, se tomó un recipiente plástico transparente con capacidad para 20 litros se colocó una tela filtro sobre la boca del del recipiente, seguidamente se colocó la oca licuada sobre la tela filtro y se dejó filtrar por un lapso de 24 horas.

Sedimentado: En la base del del recipiente de logro visualizar que se sedimentó el almidón después del proceso de filtración al que se sometió la oca licuada pasado las 24 horas, seguidamente se retiró el agua y se realizó el primer lavado con agua destilada, finalmente se procedió a traspasar el almidón sedimentado a otro recipiente.

Deshidratado: Pasada las 24 horas se tomó el almidón obtenido para luego colocarlo en una estufa a una temperatura de 50°C por un tiempo de 48 horas y finalmente se obtuvo el almidón de oca.

2.7.2. Obtención del jarabe de Oca (*Oxalis tuberosa*) por hidrólisis enzimática

2.7.2.1. Muestra

Se trabajó con 1800g de almidón, 1100 ml de agua destilada y 20 ml de CaCl₂ al 2% de concentración por cada 100 ml de solución gelatinizada en baño María (almidón mas H₂O), se agregó 2 g de Alfa-amilasa por cada 100g de solución para su posterior incubación, y finalmente la centrifugación (3000 rpm/15min), donde se obtuvo 1,223 ml de jarabe de oca (Decheco, 2015, p. 8). La ilustración 2-2 muestra el proceso a desarrollar.

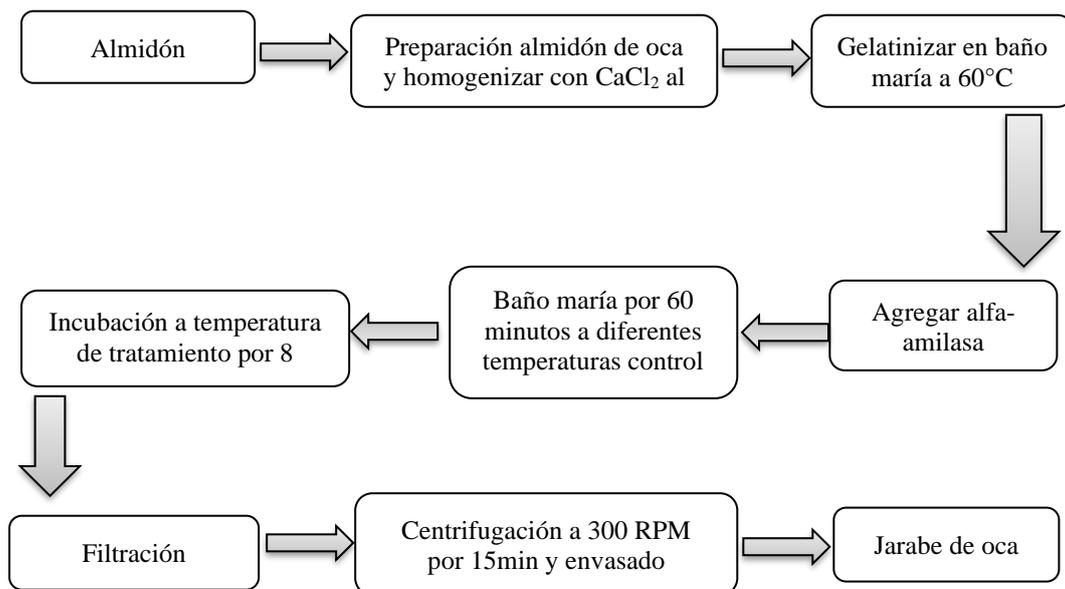


Ilustración 2-2: Diagrama de flujo de la obtención del jarabe de oca por hidrólisis enzimática

Fuente: (Decheco, 2015, p.8)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

2.7.2.2. Descripción del proceso

Preparación: En un recipiente de cristal se colocó 1800 g de almidón previamente pesado, 1100 ml de agua destilada con un pH neutro y 220 ml de CaCl₂ al 2% y procedió a realizar una mezcla homogénea.

Gelatinización: Se colocó la mezcla realizada en diferentes frascos termorresistentes de 400 ml y se trasladó al baño María hasta que llegue a 60°C.

Adición de Alfa-amilasa: Se pesó 20g de alfa-amilasa y se colocó en 10 ml de agua destilada, se retiró los frascos del baño María a 60 °C y se procedió a colocar en cada frasco la enzima diluida, seguidamente se colocó los frascos con las muestras realizada y se colocó una vez más en el Baño María por 60 min a diferentes temperaturas, se tomó los grados brix cada 10 minutos.

Incubación: Pasado los 60 min en el baño María retiramos los frascos y los trasladamos a una estufa a 50°C por 8 horas.

Filtración: Se retiró los frascos con la muestra de la estufa y procedemos a filtrar el fluido con la ayuda de una tela filtro para traspasarlos a los respectivos tubos de ensayo.

Centrifugado: Se tomó varios tubos de ensayo y se colocó el jarabe en cada uno de ellos, se tapó los tubos con sus respectivos tapones y se colocó en la centrifuga a 300 RPM por 15 minutos para su respectiva clarificación y finalmente se obtuvo el jarabe de oca.

Envasado: Pasado los 15 minutos se retiró los tubos de ensayo de la centrifuga y procedemos a traspasar el jarabe ya clarificado a un recipiente transparente previamente esterilizado para evitar una contaminación en el jarabe de oca.

2.7.3. Elaboración de yogurt griego con jarabe de oca

2.7.3.1. Muestra

La materia prima obtenida para la elaboración fue del centro experimental Tunshi, donde se utilizó un volumen de 10 litros para su respectivo proceso detallado:

El proceso que se llevó a cabo se muestra en la ilustración 3-2:

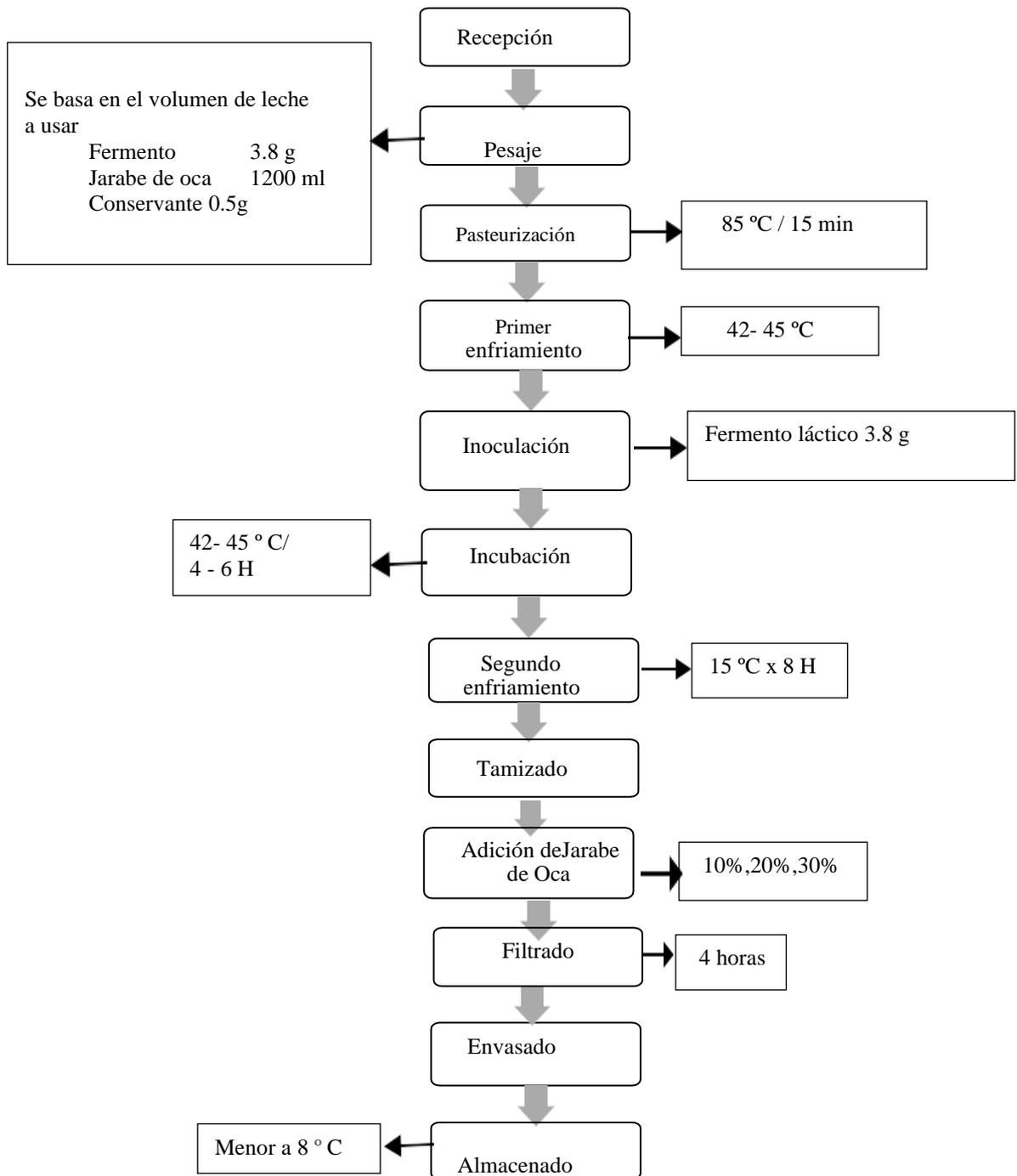


Ilustración 3-2: Diagrama de flujo de la obtención de Yogurt griego con la adición de Jarabe de Oca

Fuente: (Bolaños, 2018, p.39)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

2.7.3.2. Descripción del proceso

Recepción de materia prima: se recibió la leche e insumos para la elaboración del yogurt griego con jarabe de oca, manteniendo buenas prácticas de higiene en el área de trabajo.

Pesaje: Se pesó la materia prima y los insumos conforme a la formulación para la elaboración del yogurt.

Pasteurización: El tratamiento térmico consistió en calentar la leche 85 °C y se mantuvo esta temperatura por 15 minutos.

Primer enfriamiento: Se bajó la temperatura para la inoculación (42-45 °C).

Inoculación: Se agregó 3,8g de fermento láctico acorde al volumen de leche utilizado, manteniendo una temperatura de 42 a 45 °C por un tiempo de incubación de 4 - 6 horas.

Incubación: Se provocó la fermentación láctica después del tiempo requerido.

Segundo enfriamiento: Se realizó un enfriado a la temperatura de 15 °C por 8 h.

Tamizado: Se utilizó un cernidor donde se colocó el yogurt obtenido y con la ayuda de una chuchara se procedió a filtrar el yogurt para eliminar todo tipo de grumos presentes en el producto.

Adición del jarabe de oca: Se tomó 4 recipientes de vidrio transparentes donde se colocó el yogurt natural y se procedió añadir el jarabe de oca con su respectiva formulación, se dejó en reposo por 15 min para lograr que se concentre el jarabe en el yogurt.

Filtrado: Con la ayuda de una malla de acero inoxidable y telas filtro se procedió a filtrar el yogurt con adición de jarabe de oca por un lapso de 4 horas.

Envasado: Se procedió a cerrar los envases con el contenido, para mantener libre de contaminación con microorganismos patógenos.

Almacenamiento: El yogurt ya envasado se lo almacenó a 8 °C

2.7.3.3. Formulación para el yogurt griego

Previo a la obtención del yogurt griego se realizó una formulación y combinación como lo muestra la tabla 4-2, donde el volumen de yogurt indica la cantidad de yogurt natural que se emplea en cada tratamiento, así mismo para la cantidad de jarabe.

Tabla 4-2: Formulación para el yogurt griego con diferentes niveles de jarabe de oca

Niveles	Tratamientos	Volumen de yogurt (ml)	Volumen de jarabe (ml)
0%	T0	2000	0
10%	T1	1800	200
20%	T2	1600	400
30%	T3	1400	600

Fuente: Planta de lácteos Tunshi – ESPOCH

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

2.7.4. Análisis microbiológicos

La tabla 5-2, indica los requisitos que establece la Norma INEN 2395:2011, con respecto a las pruebas microbiológicas, cuyos análisis se realizaron a los cuatro tratamientos (0%, 10%, 20% y 30%), con sus respectivas repeticiones.

Tabla 5-2: Requisitos para análisis microbiológico

Requisitos	n	M	M	c	Método de ensayo
<i>Recuento de E. coli, UFC/g</i>	5	1	0	0	NTE INEN 1529-8
<i>Coliformes totales, UFC/g</i>	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
<i>Recuento de mohos y levaduras, UFC/g</i>	5	200	500	2	NTE INEN 1529 - 10

Fuente: (INEN, 2011, p.4)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

2.7.4.1. Preparación de agares

- Se procedió a la limpieza y desinfección de toda el área de trabajo.
- Seguidamente se realizó los cálculos para cada microorganismo:
 - *Recuento de E. coli*, se pesó 6,12 g de agar EMB más 170 ml de agua destilada (Gil, 2019, p.5).
 - *Coliformes totales* 10 g de agar MacConkey más 170 ml de agua destilada (Rodríguez y Zhurbenko, 2018, p.179).
 - *Recuento de mohos y levaduras*, se pesó 6,63g de agar Potato y Dextrosa más 170 ml de agua destilada (Gil, 2019, p.5).
- Se trasladó los agares preparados a un agitador magnético hasta que llegue a ebullición, evitando la coagulación.

2.7.4.2. Esterilización de materiales de Siembra

- Se tomó 20 tubos de ensayo donde se colocó 9 ml de agua destilada a cada uno.
- Se cubrió con papel aluminio y se colocó en una gradilla.
- Se colocó 50 cajas Petri en su respectiva bolsa, puntas de 1ml junto a los agares ya preparados.
- Se trasladó a la autoclave y se procedió a esterilizar por 1 hora.

2.7.4.3. Siembra

- Se tomó las muestras de yogurt griego (cuatro tratamientos con cuatro repeticiones), cajas Petri, tubos de ensayo esterilizados y se colocó en la cámara de flujo laminar.
- Para la preparación de las cajas Petri con los agares se tomó la micropipeta y se procedió a succionar y traspasar a las cajas Petri 1ml de agar para que se enfríe y se gelifique, esto se realizó para *E. coli*, *Coliformes totales* y Recuento de *mohos y levaduras*.
- Se tomó 1g de muestra de cada tratamiento y se colocó en el primer tubo de ensayo para luego llevarlo al agitador vórtex por 8 segundos, seguidamente de la primera dilución se tomó 1 ml de muestra y se traspasó al segundo tubo y nuevamente se sometió a agitación, de la segunda dilución se tomó un 1ml de muestra para una tercera dilución.
- Con la ayuda de una micropipeta de la tercera dilución se tomó 1ml de muestra y por el método de profundidad se procedió a sembrar en las cajas que contienen el agar para *Coliformes totales* (1ml x caja), el mismo procedimiento se realizó para *E. coli* y *mohos y levaduras*.
- Finalmente se procedió a etiquetar las cajas con sus respectivos códigos y se trasladó a estufas con las siguientes temperaturas:
 - *E. coli* a 38°C por 24 h.
 - *Coliformes totales* a 37°C por 24 h.
 - *Mohos y levaduras* a temperatura Ambiente por 48 h.

2.7.4.4. Recuento en placas a las 24 y 48 horas

Se tomó las cajas Petri correspondientes a *E. coli* y *Coliformes totales* pasado las 24 horas y al no presenciar colonias en la placa en ninguna de las repeticiones se determinó ausencia de estos microorganismos. De igual manera sucedió para *mohos y levaduras* a las 48 horas.

2.7.5. *Ensayo preliminar de los Análisis fisicoquímicos del jarabe de oca*

2.7.5.1. *pH*

El método utilizado fue el establecido por (NMX-F-428, 1982, p.3).

Se usó un pH-metro digital previamente calibrado con una solución buffer pH 7, el electrodo se introdujo en la muestra y se tomó lectura del pH, seguidamente se lavó con agua destilada y se secó cuidadosamente (Zapata, et al. 2015., p.19).

2.7.5.2. *Acidez titulable*

- Se tomó 10 ml de jarabe de oca, donde se colocó dos gotas de fenolftaleína con la ayuda de una pipeta.
- Se procedió a titular con una solución valorada de hidróxido de sodio al 0.1 N, hasta que la muestra torne un color rosa bajo.
- Se tomó lectura del volumen del hidróxido de sodio consumido.
- Finalmente, mediante cálculos se determinó el % de acidez en relación con el ácido oxálico.

CÁLCULO:

$$\text{FÓRMULA: } \% \text{AT} = (\text{VB} * \text{N} * \text{Meqq}) / \text{V} * 100$$

Donde:

%AT: porcentaje de acidez titulable

VB: Volumen de la bureta consumido

N: Normalidad del hidróxido de sodio 0,1

Meqq: miliequivalente del ácido oxálico

V: Volumen de la muestra

2.7.5.3. *Grados Brix*

Para la determinación de los grados brix se siguió la metodología establecida por la norma técnica ecuatoriana (INEN 273, 1990, p.2).

- Se tomó con una pipeta la muestra de jarabe.
- se colocó de una a dos gotas en el lente del Brixómetro.
- Se procedió a tomar lectura de los grados Brix.

- Para cada lectura se lavó el lente con agua destilada.

2.7.5.4. Densidad g/ml

El procedimiento para realizar la determinación de la densidad fue conforme a la Norma técnica ecuatoriana (INEN 273, 1990, p.2).

- Se pesó el picnómetro vacío en una balanza analítica.
- seguidamente se pesó el picnómetro con agua destilada en su interior.
- Finalmente se pesó el picnómetro con el jarabe de oca en su interior y se realizó el cálculo correspondiente:

CÁLCULO:

$$\rho = \frac{P3 - P1}{P2 - P1} \cdot \rho_w$$

Donde:

ρ : Densidad relativa de la muestra

ρ_w : Densidad del agua

P3: Peso del picnómetro con la muestra (g)

P2: Peso del picnómetro con agua (g)

P1: Peso del picnómetro vacío (g)

2.7.5.5. Azúcares reductores (%)

Para la determinación del % azúcares reductores se empleó el método de Fehling y se siguió los pasos que menciona el manual de (Reagents, 2017, p.1).

- Se procedió a mezclar 10 ml de Reactivo Fehling A, 10 ml de Reactivo Fehling B y 25 ml de agua destilada. Este es el reactivo para usar para hacer la valoración.
- Se calentó el reactivo hasta que llegue al punto de ebullición.
- Se colocó en la bureta el jarabe de oca y se procedió a adicionar gota a gota en la solución hasta que desaparezca el color azul y se torne una coloración naranja de la solución que se sometió a ebullición.
- Finalmente se tomó lectura del volumen consumido de la bureta.

2.7.6. *Análisis Bromatológico del yogurt griego con adición de jarabe de oca*

2.7.6.1. *pH*

Para la determinación del pH se siguió el procedimiento establecido por la norma mexicana (NMX-F-444, 1998, p.3).

- Para la medición del pH se usó un pH-metro digital previamente calibrado con una solución buffer pH 7.
- El electrodo se introdujo en la muestra y se tomó lectura del pH resultante.
- Se realizó cuatro repeticiones de cada Tratamiento, entre cada determinación el electrodo se lavó con agua destilada y se secó cuidadosamente (Zapata, et al., 2015, p.19).

2.7.6.2. *Acidez titulable (%)*

La acidez titulable se determinó con cuatro repeticiones por tratamiento por el método establecido por la norma (INEN 13, 2012, p.2).

- Se realizó por titulación con una solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N.
- Se tomó un gramo de yogur griego para formar una dilución en 9 ml de agua destilada con un pH neutro y se adicionó, dos gotas de solución de fenolftaleína.
- Posteriormente se tituló la muestra hasta que se obtuvo un vire al color rosa por un minuto. La acidez titulable es expresada como porcentaje de ácido láctico. (Zapata, et al., 2015, p.19).

A continuación, la fórmula para el % de acidez:

$$\text{FÓRMULA: } A = (VB * N * Meqq) / V * 100$$

Donde:

GB =Gasto de bureta [se mide en] ml

N = Normalidad del agente titulante Na (OH) 0,1

Meqq = Miliequivalente del ácido láctico 0,090

V = ml de muestra (titulada).

2.7.6.3. Grados Brix

Los grados brix se determinó con un Brixómetro, metodología establecida por (INEN 273, 1990, p.2). Con la ayuda de una pipeta se tomó una muestra de cada repetición por tratamiento y se procedió a colocar una gota de yogurt en el lente del Brixómetro y se procedió a dar lectura de los grados Brix presente en las muestras (PCE Ibérica, 2010, p.1).

2.7.6.4. Densidad g/ml

La densidad relativa se realizó a través del método que se establece en la norma (INEN 11, 1983, p.3).

Se tomó picnómetro de vidrio previamente seco y limpio y se pesó en la balanza analítica, seguidamente se llenó el picnómetro con agua destilada a temperatura ambiente, evitando la formación de burbujas de aire y se pesó, finalmente se secó nuevamente y peso el picnómetro con el yogurt griego (Cordova, 2020, p.12). Se realizó el mismo procedimiento para lectura de cada muestra y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{FÓRMULA } \rho = \frac{P3 - P1}{P2 - P1} \cdot \rho_w$$

Donde:

ρ : Densidad relativa de la muestra

ρ_w : Densidad del agua

P3: Peso del picnómetro con la muestra (g)

P2: Peso del picnómetro con agua (g)

P1: Peso del picnómetro vacío (g)

2.7.6.5. Sólidos totales (%)

Para la determinación de sólidos totales por el método de termobalanza, se pesó un gramo de muestra y se colocó en el reloj de cristal previamente tarado la muestra debe ser dispersada por todo el reloj y se procedió a bajar la tapa y se esperó entre 20 a 30 minutos y se procedió a tomar lectura. (NMX-F-428, 1982, p.3-4).

2.7.6.6. *Humedad (%)*

Al resultado obtenido de sólidos totales se le resta 100 y así se obtuvo el porcentaje de la humedad, el mismo procedimiento se llevó a cabo para las cuatro repeticiones de cada tratamiento (NMX-F-428, 1982, p.3-4).

CÁLCULO

$$\%H = 100 - \%ST$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad

%ST: Porcentaje de sólidos totales

2.7.6.7. *Grasa%*

Para determinar la grasa se empleó el método de Gerber como lo menciona la norma (INEN 12, 1973, p.3), donde:

Se tomó un butirómetro y se procedió a llenar con 10 ml de Ácido Sulfúrico + 11g de yogurt griego + 1 ml de alcohol, seguidamente se agitó cuidadosamente la solución y se colocó en la centrifuga por 10 minutos y se procedió a tomar lectura.

2.7.6.8. *Proteína %*

Para la determinación de proteína se utilizó el método Kjeldahl, método que establece la norma (INEN 16, 2015, p.4).

- Se pesó 1g muestra del yogurt griego y se procedió a introducir en el balón para la digestión Kjeldahl.
- Se colocó 1g de sulfato de cobre y 9 g de sulfato de sodio; más 25 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Se colocó el balón y calentó hasta obtener un líquido verde esmeralda.
- Se enfrió el balón y se adiciono 200 ml de agua destilada.
- Se retiró y se agregó 100 ml de NaOH, seguidamente dejó pasar lentamente al balón de destilación.

- El producto destilado se almacena en un vaso conteniendo 100 ml de H₃BO₃ y de 3 a 4 gotas del indicador, el tubo de salida del destilador debe estar sumergido en el vaso que contiene los reactivos y destilar hasta obtener 100 ml aproximadamente de destilado.
- Titular el destilado con HCl N/10

CÁLCULO:

$$\%P = V \times N \times F \times 0.014/m *100$$

Donde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa.

f = factor para transformar el %N₂ en proteína, y que es específico para cada alimento.

V = volumen de HCl o H₂SO₄N/10 empleado para titular la muestra en ml.

N1 = normalidad del HCl.

m= masa de la muestra analizada.

2.7.7. *Análisis Sensorial*

Se realizó la evaluación de la aceptabilidad y las características organolépticas del producto terminado, mediante la aplicación de una prueba afectiva a escala hedónica, con la ayuda de 50 estudiantes de las carreras de Agroindustrias y Medicina Veterinaria de la ESPOCH. Donde se les impartió una breve explicación y se les entregó cuatro muestras de yogurt griego con diferentes niveles de jarabe de oca, con su respectiva codificación y junto a ellas una boleta de catación con una escala de me gusta mucho a me disgusta mucho en la cual cada panelista se encargó de analizar. Los atributos analizados en el yogur griego con adición de jarabe de oca fueron:

- Sabor
- Color
- Olor
- Consistencia

2.7.8. Análisis Económico

2.7.8.1. Costo de producción

El costo de producción se determinó sumando los costos directos para la cantidad de producto final en gramos (Gagñay, 2010, p.54).

2.7.8.2. Costo/Beneficio

Para la determinación del C/B se tomó en consideración los egresos y los ingresos producidos en la elaboración del yogurt griego con los diferentes niveles de jarabe de oca (Gagñay, 2010, p.54).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Caracterización del jarabe de oca

Previo al proceso de elaboración del yogurt griego se realizó la caracterización del jarabe con el objetivo de conocer los beneficios que brindaría al producto terminado.

En la tabla 1-3 se muestra los resultados fisicoquímicos del ensayo preliminar realizado al jarabe de almidón de Oca (*Oxalis Tuberosa*) resultante de un hidrolisis enzimático.

Tabla 1-3: Características del jarabe de oca (*Oxalis tuberosa*)

°BRIX	pH	Acidez Titulable%	Densidad g/ml	Azúcares Reductores %
25	5,33	0,04	1,089	6,73

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.1.1. Grados brix

La tabla 1-3, indica una concentración de 25°Brix, lo cual muestra que cumple con la norma INEN 2773, ya que menciona que los jarabes diluidos tienen una concentración mínima de 18 °Brix, demostrando que el jarabe obtenido se encuentra en el rango establecido. Al compararlo con (Decheco, 2015, p.10) en su investigación titulada “Obtención de jarabe de glucosa a partir de almidón de yuca Manihot (*esculenta Crantz*) y estudio comparativo entre los métodos de hidrólisis ácida y enzimática”, menciona que obtuvo un valor promedio de 35°Brix en el jarabe de yuca, la diferencia de los resultados posiblemente se deduce al tipo de tubérculo empleado.

3.1.2. pH

De acuerdo con lo reportado en la tabla 1-3, el valor de pH obtenido fue de 5,33 cuyo valor fue comparado con (López, 2008, p.68), donde el valor resultante fue de 5,05 en su trabajo titulado “Extracción y tratamiento enzimático del almidón de papa, para la obtención de jarabes de glucosa y fructosa”. La comparación se lo realizó en relación a la papa ya que al ser un tubérculo similar a la oca sus características fisicoquímicas son similares, demostrando así que estos valores se encuentra dentro del rango estándar establecido por (CODEX STAN 212-1999, 2019, p.2).

3.1.3. Acidez titulable

Con respecto a la acidez titulable la tabla 1-3, indica un porcentaje de 0,04 resultado obtenido en relación al ácido oxálico, ácido que predomina en la oca, al comparar con los resultados de (Nauca, 2015, p.69), en su trabajo titulada " Determinación de parámetros tecnológicos para la conservación en almíbar de tubérculos de oca (*Oxalis Tuberosa*)" mostro un porcentaje de acidez del 0,08, valor superior al obtenido en el presente trabajo, la diferencia posiblemente se deba a la adición del ácido cítrico en el almíbar.

3.1.4. Densidad g/ml

Según la tabla 1-3, muestra que se obtuvo una densidad de 1,089 g/ml, valor inferior obtenido por (López, 2008, p.65), con una densidad de 1,4033 g/ml, este valor posiblemente se deba a la viscosidad. (Sánchez, 2020, p.29) obtuvo una densidad de 1,320 g/ml, probablemente se debe por el tipo de enzima utilizada.

3.1.5. Azúcares Reductores

Se obtuvo un 6,73% de azúcares reductores, al compararlo con (Deheco, 2015, p.10) se pudo evidenciar un resultado inferior al valor obtenido, ya que este autor obtuvo un 5,5 % de azúcares reductores. La probable causa de este resultado puede ser a la concentración de °Brix.

3.2. Análisis Microbiológicos de yogurt griego

Los análisis que se realizó a las muestras de cada tratamiento fueron el recuento de *E. coli*, *Coliformes totales* y *Mohos y levaduras*, para determinar ausencia o presencia de UFC/conforme a lo que estipula el INEN 2395, 2011, para así demostrar si el producto es apto para el consumo.

3.2.1. Recuento de *Escherichia coli*

El análisis de recuento de *E. coli*, se realizó para descartar la presencia de este microorganismo con una dilución de 10^{-3} por duplicado con el agar MacConkey, donde las muestras colocadas en las cajas Petri se incubaron a 35°C por un tiempo de 24 horas, dando como resultado la ausencia de este microorganismo en todas las cajas como lo muestra en anexo A, cumpliendo así con lo establecido por la Norma (INEN 2395, 2011, p.4) en el numeral 6.1.6.1 correspondiente a las leches fermentadas, donde menciona que este tipo de leches debe dar ausencia de microorganismos patógenos.

3.2.2. Recuento de Coliformes totales

Una vez pasada las 24 horas de incubación a 35°C las muestras colocadas en cajas Petri con agar EMB, se procedió con el respectivo conteo de colonias de *Coliformes totales* observándose la ausencia de estos microorganismos de acuerdo con el anexo A, demostrando así una vez más que el producto es apto para el consumo recalcando que el proceso de elaboración se lo realizó bajo estándares de calidad en cada uno de sus procesos.

3.2.3. Recuento de Mohos y levaduras

El recuento de *mohos y levaduras* reporto ausencia al conteo de colonias cumpliendo con la Norma (INEN 2395, 2011, p.4) que establece los requisitos microbiológicos en leches fermentadas.

3.3. Análisis Bromatológicos del yogurt griego

Tabla 2-3: Cuadro de resumen de los parámetros fisicoquímicos y bromatológicos del yogurt griego con la adición de diferentes niveles de jarabe de oca.

Variables	NIVELES DE JARABE DE OCA				CV	EE	Prob P < 0,05
	(0%)	(10%)	(20%)	(30%)			
Grasa %	2,78 a	2,60 b	2,50 c	2,48 c	1,37	0,02	< 0,0001
Proteína %	3,15 a	2,79 b	2,81 b	2,78 b	3,10	0,04	0,0002
Sólidos totales %	17,63 a	16,69 c	16,88 b	16,83 bc	0,54	0,05	<0,0001
Humedad %	82,37 c	83,31 a	83,12 a	83,17 ab	0,11	0,05	<0,0001
Densidad g/ml	1,02 c	1,03 b	1,03 a	1,04 a	0,15	7,9	0,0048
° brix	5,05 d	7,08 c	8,40 b	10,00 a	0,73	0,03	<0,0001
Ph	4,08 b	4,10 b	4,23 a	4,18 ab	1,44	0,03	0,0143
Acidez titulable %	0,61 a	0,59 b	0,57 c	0,51 d	0,51	1,4	<0,0001

Fuente: (INFOSTAT, 2020)

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

CV= Coeficiente de variación

EE= Error experimental

Prob= Probabilidad al < 0.05

3.3.1. Grasa

El contenido de grasa registra diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto de los diferentes niveles de jarabe de oca como lo revela la tabla 2-3, donde la muestra control presento mayor contenido de grasa con 2,78%, a comparación del tratamiento que contienen el 30% de jarabe de oca con un valor de 2,48%.

Lo cual la ilustración 1-3 responde a una ecuación lineal en la que se evidencia que, al incrementar el nivel de jarabe de oca, disminuye el contenido de grasa. Esto posiblemente se debe al desuerado al que se sometió el yogurt en el proceso de filtración, ya que a mayor adición de jarabe de oca existe mayor desuerado, por ende el contenido de grasas disminuye como lo dice (Villeda, 2015, p.18).

Los valores obtenidos se encuentran en el rango mínimo 2,5% que establece la norma (INEN 2395, 2011; p 3), resultados superiores al reportado por (Bolaños, 2018, p.52) con 0,93% en su trabajo titulado; Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata McVaugh*), esto posiblemente debido al tiempo y tipo de filtración empleado.

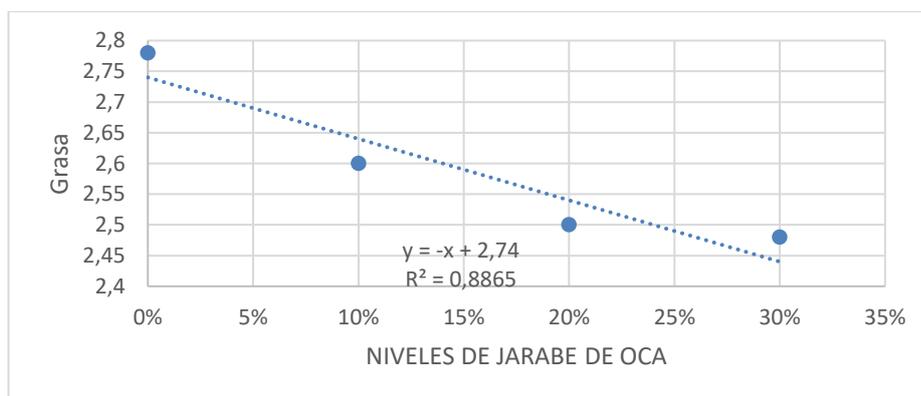


Ilustración 1-3: Grasa del yogurt con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.3.2. Proteína

El contenido de proteína presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), esto se debe a la adición de diferentes niveles de jarabe de oca en el yogurt griego como se evidencia en la tabla 2-3, ya que el contenido de proteína fue de 2,78% cuando se utilizó el 30% de jarabe a diferencia del tratamiento control que obtuvo un 3,15%, lo que determina que la adición de jarabe de oca en el yogurt griego afecta al contenido de proteína, como también se puede evidenciar en la ilustración 2-3, la cual responde a la ecuación cuadrática, lo cual indica que hay relación entre la

proteína y los niveles de jarabe de oca, ya que al adicionar el jarabe de oca disminuye el contenido de proteína como lo menciona (Cabezas, et al., 2015, p.323).

Sin embargo, los resultados obtenidos cumplen con lo establecido por la norma (INEN 2395, 2011). Al comparar los resultados obtenidos por (Villeda, 2015, p.15) en su investigación titulada “Elaboración de yogur estilo griego con diferentes porcentajes de ATECAL, leche en polvo y horas de desuerado”, menciona que obtuvo un porcentaje de proteína de 7.2, lo cual muestra un valor superior a los obtenidos en el presente trabajo, esto puede deberse a que se le incremento 0.33 unidades de ATECAL al yogurt, otra causante puede ser la calidad de la materia prima, en otro estudio realizado por (Toro, 2017, p.22) indica que obtuvo valores promedios de proteína del 5,6% en su trabajo titulado “Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (*Variedad INIA Salcedo*)”, el motivo de este resultado puede ser a que el yogurt fue fortificado con la harina de quinua, elevando así el contenido de proteína.

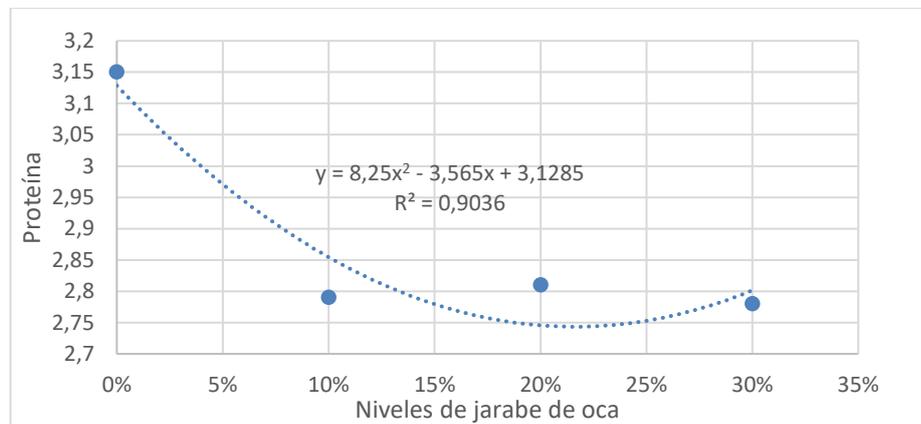


Ilustración 2-3: Proteína del yogurt griego con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.3.3. Sólidos Totales

La tabla 2-3 indica que los resultados obtenidos de sólidos totales muestran diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por consecuencia de la adición de diferentes porcentajes de jarabe de oca, debido a este motivo el contenido de sólidos totales registró un valor de 17,63% en el tratamiento control, a diferencia de la muestra que utilizó el 10% de jarabe que resultó un 16,69%, lo que demuestra que existe un efecto al adicionar el jarabe de oca, respondiendo así a la ecuación cuadrática mostrada en la ilustración 3-3.

(Toro, 2017, p.22) en su estudio denominado “Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (*Variedad INIA Salcedo*)” indica que obtuvo valores de sólidos totales de 26,6% a 26,8%, resultados superiores al del presente estudio, esto

posiblemente se debe a la adición de harina de quinua en su producto, elevando el contenido de sólidos totales.

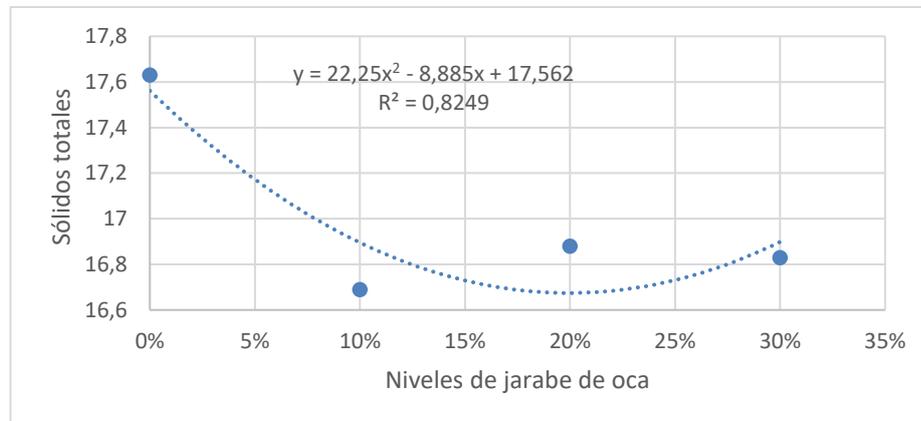


Ilustración 3-3: Sólidos totales del yogurt griego con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.3.4. Humedad

En cuanto a la humedad se registró diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), según lo observado en la tabla 2-3, por efecto de los niveles de jarabe de oca utilizado, ya que se registraron valores de 83,31%, 83,12% y 83,17% cuando se empleó el 10%, 20% y 30%, de jarabe de oca en el yogurt, a diferencia del tratamiento control que obtuvo un 82,37%, lo cual afectó al contenido de humedad, como se observa en la ilustración 4-3, que responde a la ecuación cuadrática, ya que la adición de jarabe elevó el porcentaje de esta variable, otra causante puede ser el proceso de filtración que se le efectuó al producto.

Cumpliendo así con la norma Mexicana NOM-181-SCFI-2010 donde indica que valor máximo de humedad es del 80%, siendo estos resultados superiores a los reportados por (Contreras, et al., 2020, p.102) que obtuvo una humedad de 79,35% en su libro sobre “Evaluación fisicoquímica y microbiológica de un yogurt vegano, estilo griego elaborado de manera artesanal, complementado con mermelada de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)”, así mismo se comparó con (Toro, 2017, p.22), con un 73,4% en su trabajo “Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinua (*Variedad INIA Salcedo*)”, esto se debe a que se añadió la harina de quinua, reduciendo así el contenido de humedad del yogurt.

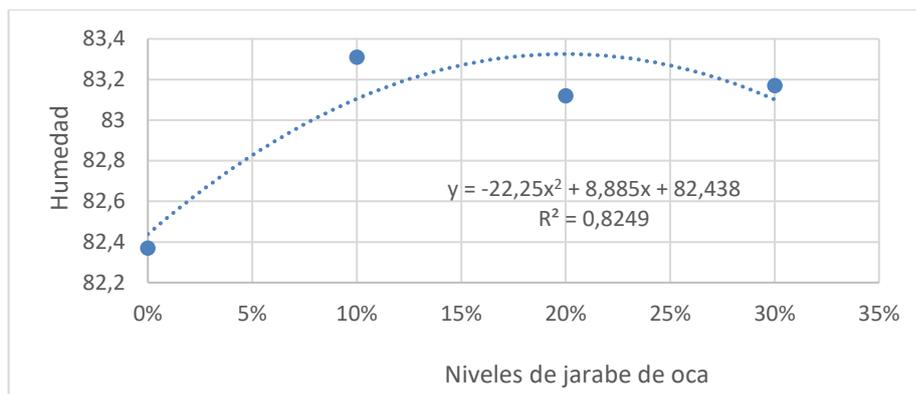


Ilustración 4-3: Humedad del yogurt griego con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.3.5. Densidad g/ml

Como se puede evidenciar en la tabla 2-3, la densidad en el yogurt griego con jarabe de oca presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), teniendo al tratamiento con el 20% de jarabe como valor intermedio de 1,03g/ml. De acuerdo con la ilustración 5-3, se observó que la adición de los diferentes niveles de jarabe de oca no afectó a la densidad en sus diferentes tratamientos, respondiendo así a la ecuación lineal.

Al compararlo con (Toro, 2017, p.22), en su trabajo nominado “Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (*Variedad INIA Salcedo*)” se evidenció una densidad similar a los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que el yogurt griego fortificado con harina de quinua registró valores que va entre 1,034 a 1.036 g/ml. Cabe mencionar que la densidad es otro parámetro que no se encuentra dentro de los requisitos de la norma (INEN 2395, 2011, p.3), pero se lo realizó como un análisis complementario.

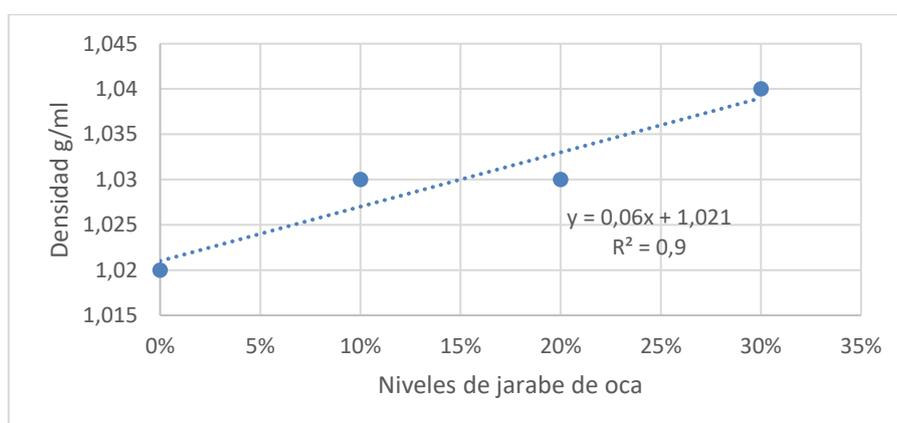


Ilustración 5-3: Densidad del yogurt griego con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.3.6. Grados Brix

En la tabla 2-3, se observa que la cantidad de ° Brix del producto presento diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) por consecuencia de los niveles del jarabe, el tratamiento que contiene el 30% de jarabe de oca, alcanzó mayor concentración °Brix (10 °Brix) a comparación del tratamiento control que presentó 5,05 °Brix. Lo cual la ilustración 6-3 responde a la ecuación lineal, lo que indica que la concentración de °Brix incrementa conforme se adiciona los niveles de jarabe de oca.

Este parámetro no se encuentra dentro de los requisitos para leches fermentadas según la norma (INEN 2395, 2011, p.3), sin embargo se consideró como un análisis complementario ya que al haber adicionado jarabe de oca fue necesario conocer los grados de dulzor que obtendría cada tratamiento. Al realizar una comparación con (Herrera, 2021, p.19) en su trabajo titulado “Efecto del uso de endulzantes en las características fisicoquímicas y sensoriales en el yogur griego” y (Contreras, et al., 2020, p.101) en su trabajo con el tema “Evaluación fisicoquímica y microbiológica de un yogurt vegano, estilo griego elaborado de manera artesanal, complementado con mermelada de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)”, se determinó que los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por estos autores que fue de 12,06 y 13,5 °Brix, probablemente se debe a que se complementó al yogurt griego con mermelada de tomate de árbol y otro tipo de endulzantes.

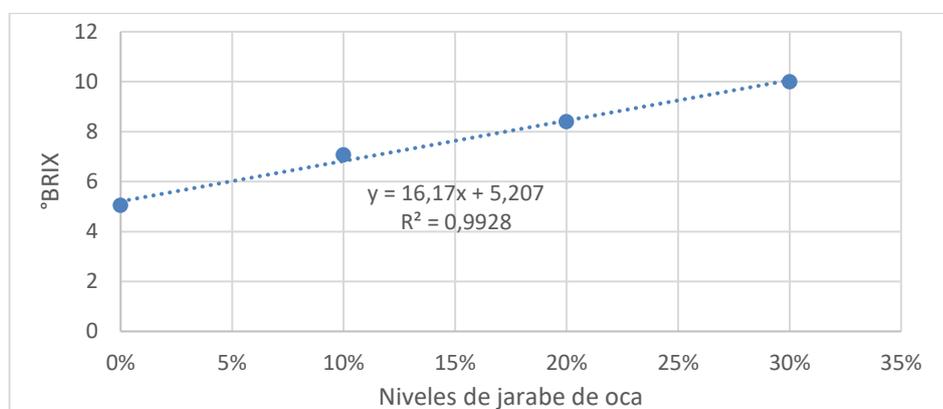


Ilustración 6-3: °Brix del yogurt griego con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.3.7. pH

En la tabla 2-3 en cuanto al pH, los resultados muestran que existió diferencias significativas ($P < 0,05$), donde el tratamiento que utilizó el 20% de jarabe de oca presentó el valor más alto de pH 4,23, a comparación del resto de tratamientos que obtuvieron valores que van de 4,08 a 4,18 cuando se utilizó el 0%, 10% y 30% de jarabe, esto debido al efecto de jarabe adicionado.

El pH obtenido cumple con lo establecido por la Norma Mexicana NMX-F-444-1983 para leches fermentadas, donde indica que el mínimo valor de pH es 4,0 y máximo 4,5. Lo cual responde a la ecuación lineal mostrada en la ilustración 7-3, lo que indica que el grado de afectación es mínima al adicionar los diferentes niveles de oca, al comparar los resultados obtenidos con (Herrera, 2021, p.19) en su investigación titulada “Efecto del uso de endulzantes en las características fisicoquímicas y sensoriales en el yogurt griego”, indica que obtuvo un pH de 4,7; mientras que (Contreras, et al., p.101), en su trabajo “Evaluación fisicoquímica y microbiológica de un yogurt vegano, estilo griego elaborado de manera artesanal, complementado con mermelada de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)”, reportó un pH de 4,02 lo cual son resultados similares a los obtenidos en la presente investigación.

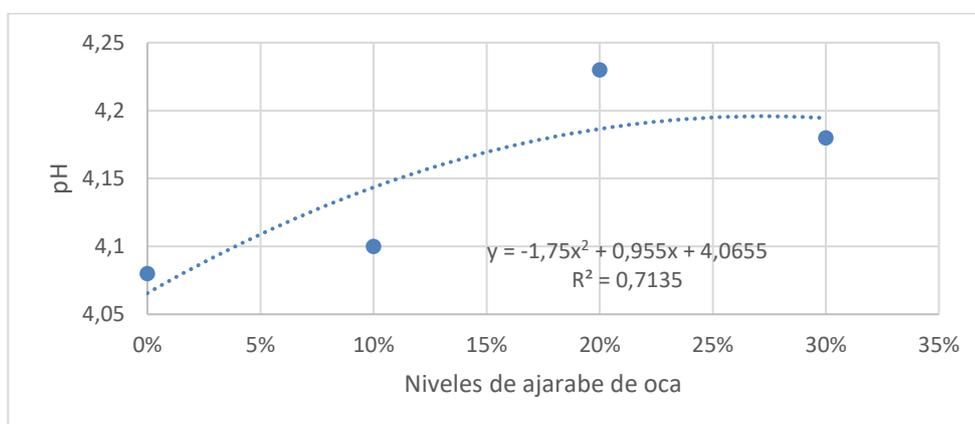


Ilustración 7-3: pH del yogurt griego con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.3.8. Acidez titulable

Los valores de acidez obtenidos en el yogurt griego se muestran en la tabla 2-3, lo que significa que presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto de los niveles de jarabe de oca utilizado, siendo la acidez directamente proporcional al pH, donde el tratamiento control presentó el valor más alto 0,61%. De acuerdo con la ilustración 8-3 responde a una ecuación lineal, mostrando una relación entre la acidez y los niveles de jarabe de oca, ya que al incrementar el nivel del jarabe disminuye el porcentaje de acidez.

Según la norma INEN 381 establece como un mínimo de 0,6% y máximo 1,5%, mostrando que el tratamiento control cumple con la normativa a diferencia de los tratamientos que emplearon el 10%, 20 % y 30% que no cumplen, ya que se obtuvo valores que van de 0,51% a 0,59%, esto debido a la adición de jarabe de oca, ya que elevó el contenido de °Brix y disminuyó el porcentaje de acidez. (Salazar, 2017, p.85) menciona que, a mayor concentración de azúcar, menor es el

porcentaje de acidez. Al comparar los resultados obtenidos con (Pilataxi, 2016, p.42) en su investigación denominada “Utilización de la oca (*oxalis tuberosa*) para la elaboración de yogurt. Riobamba 2014”, reportó resultados superiores de 0,96%, esto posiblemente se debe a la baja concentración de azúcar en yogurt griego.

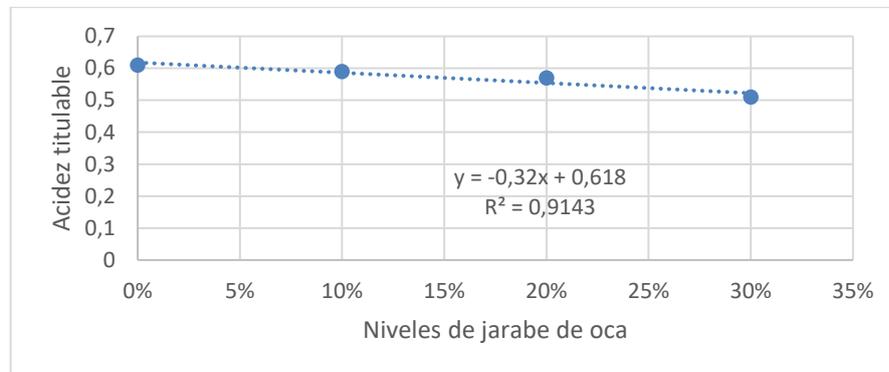


Ilustración 8-3: Acidez titulable del yogurt griego con jarabe de oca

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

3.4. Análisis Sensorial

3.4.1. Aceptabilidad

La prueba de aceptabilidad es un medio empleado para recolectar información, mediante una escala hedónica, que va de me disgusta mucho a me gusta mucho, la misma que pide al encuestado que exprese agrado o desagrado del producto, con una secuencia de afirmaciones relativas en los atributos que se evaluarán. (Pilataxi, 2016, p.99).

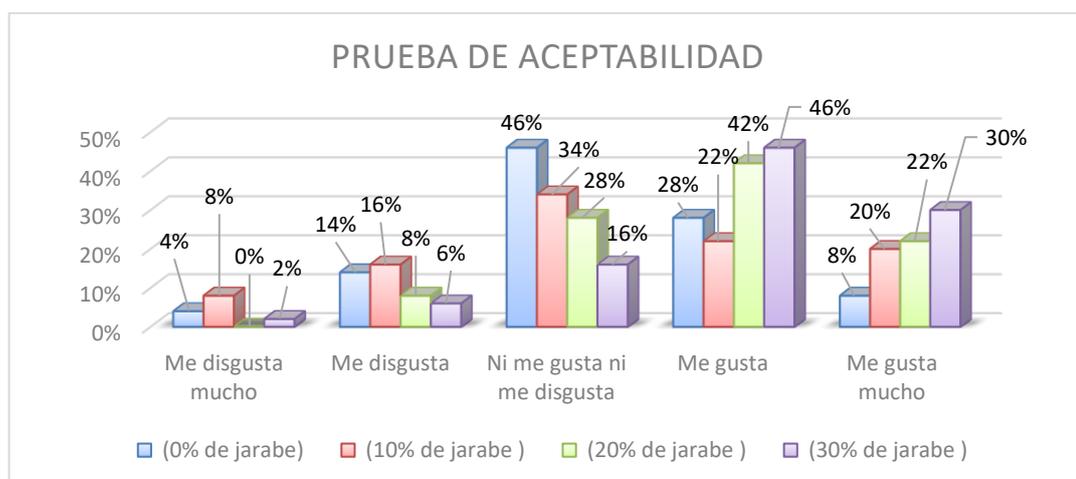


Ilustración 9-3: Prueba de aceptabilidad

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

La norma INEN 2395 para leches fermentadas determina que el yogurt debe presentar un aspecto cremoso, con sabor y aroma característico a un producto fresco. En cuanto a los resultados para determinar la aceptabilidad de los diferentes tratamientos, se consideró el grado de aceptabilidad ME GUSTA, mostrado en la ilustración 9-3, donde el tratamiento con el 30% de jarabe de oca muestra un 46% de aceptación y un 42% cuando se empleó 20% de jarabe, a diferencia del tratamiento control y el tratamiento con el 10% de jarabe, que presentaron valores del 22% al 28% de aceptabilidad. Por ende, los tratamientos con mayor aceptabilidad fueron los que emplearon el 20% y 30% de jarabe, debido a que estos tratamientos contienen mayor concentración de °Brix, permitiendo ser más agradable al momento de consumirlo.

3.4.2. Características organolépticas

La evaluación de las características organolépticas es el estudio de las respuestas emitidas de los consumidores hacia un producto. Además, sirve para determinar cuán aceptable es un alimento, las características percibidas del mismo y si existe diferencias entre muestras.

3.4.2.1. Color

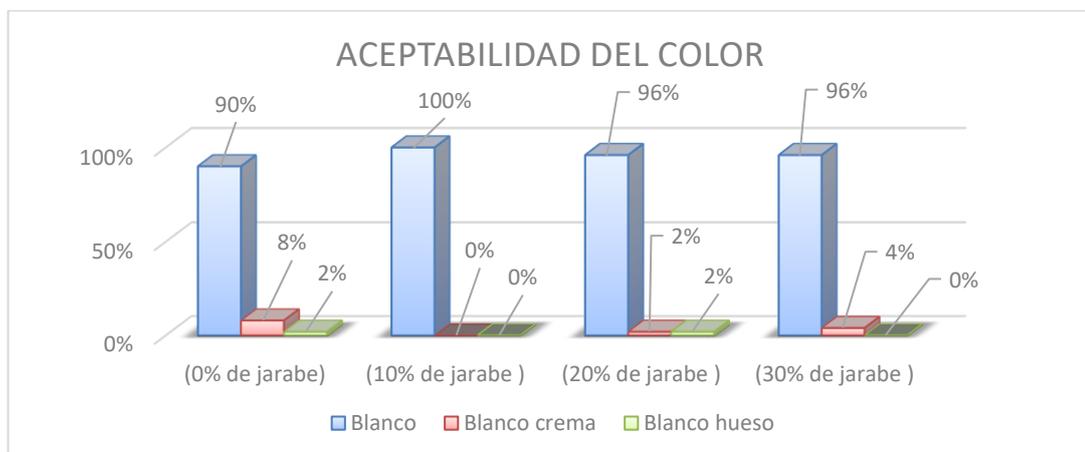


Ilustración 10-3: Aceptabilidad del color

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

La ilustración 10-3, muestra los resultados obtenidos en cuanto al color, donde a la muestra control el 90% visualizaron un color blanco, con el 10% de jarabe de oca un 100% y cuando se utilizó el 20% y 30% de jarabe lograron visualizar un 96% una coloración blanquecina, esto probablemente se deba al bajo poder de coloración del jarabe de oca, demostrando así que el producto obtuvo el color característico del yogurt griego según lo establecido por la norma (CXS 243, 2003, p.3), donde indica que el yogurt deberá tener una coloración que va de blanco o amarillento pálido.

3.4.2.2. Olor

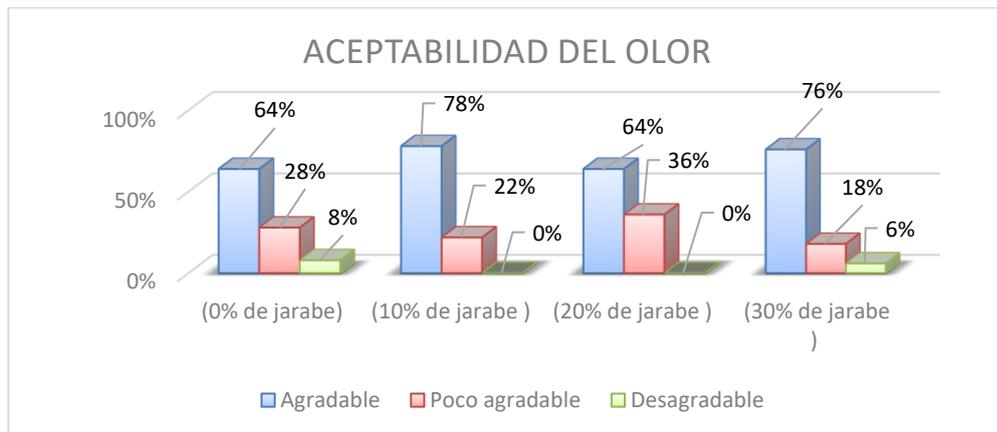


Ilustración 11-3: Aceptabilidad del olor

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

En cuanto al olor se logró determinar que los tratamientos con el 0%,10%, 20%, y 30% obtuvieron un resultado que sobrepasa el 50% como lo indica la ilustración 11-3, demostrando así que el yogurt griego obtuvo un olor agradable al olfato de los catadores, esto se debe a que los compuestos que generan el aroma en la fermentación no cambiaron al adicionar el jarabe de oca y se mantuvo el olor característico de un yogurt como lo indica la norma (CXS 243, 2003, p.3), donde menciona que una leche fermentada debe tener un olor característico y debe encontrarse libre de cualquier olor extraño.

3.4.2.3. Sabor

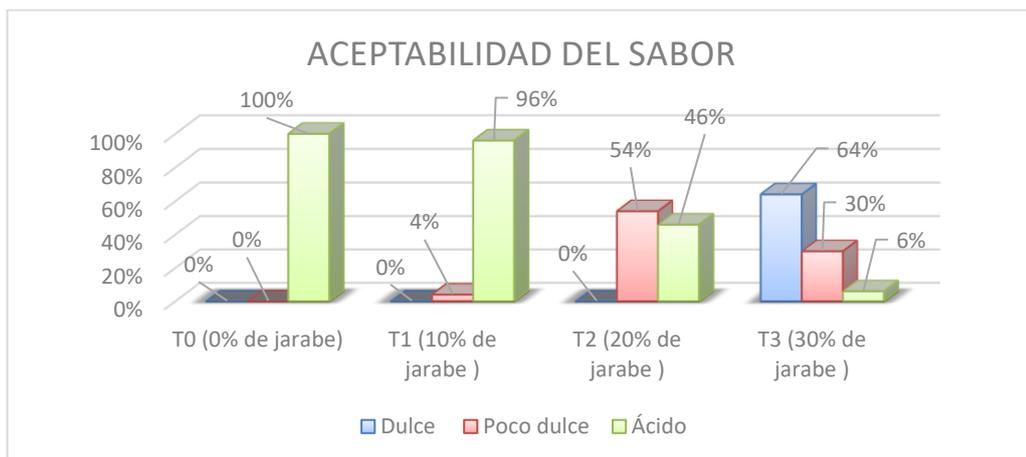


Ilustración 12-3: Aceptabilidad del sabor

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

La ilustración 12-3, indica que el nivel de acidez en el tratamiento control fue del 100%, cuando se empleó el 10% de jarabe un 96%, al adicionar el 20% de jarabe el 54% menciona un sabor poco dulce y 46% ácido, sabor característico de un yogurt griego, sin embargo, el 64% de personas

dijeron que al utilizar el 30% de jarabe reportaron un sabor dulce, esto debido a que disminuyó la acidez de yogurt, por ende aumentó el nivel de dulzor, haciendo que el producto sea más apetecible por el consumidor.

3.4.2.4. Consistencia

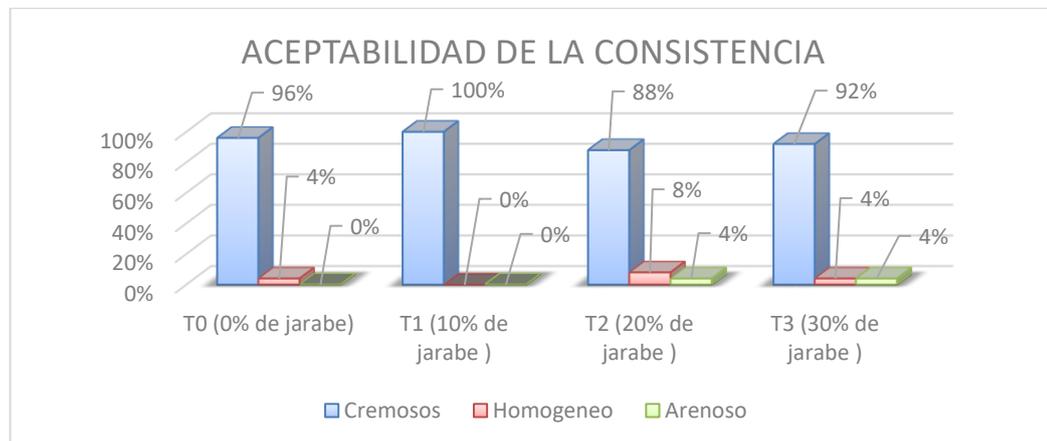


Ilustración 13-3: Aceptabilidad de la consistencia

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

En cuanto a la consistencia la ilustración 13-3, indica que en el tratamiento control el 96% consideraron que el producto tiene una consistencia cremosa, en el tratamiento con el 10% de jarabe reportó un 100%, cuando se utilizó el 20% se obtuvo un 88%, finalmente al utilizar el 30% de jarabe se evidenció un 92%, esto se debe a que el jarabe adicionado en los tratamientos no alteró la consistencia, cabe recalcar el método y tipo de filtración juega un papel muy importante en este parámetro.

3.5. Análisis Económico

Para el análisis económico del yogurt griego con adición de diferentes niveles de jarabe de oca se tomó en cuenta los costos fijos y los costos variables que intervinieron en el proceso de elaboración, cabe recalcar que el costo de producción se realizó a todos los tratamientos.

3.5.1. Costo de Producción

El análisis económico se muestra en la tabla 13-3, donde los costos de producción por cada 250g de yogurt griego con jarabe de oca son elevados conforme va aumentando el nivel de jarabe de oca, lo cual reportó un costo de producción de \$ 0,84 para la muestra control; \$ 1,30 cuando se

empleó 10% de jarabe de oca; \$ 1,88 para el tratamiento con el 20% de jarabe y \$ 2,55 cuando se utilizó el 30% de jarabe de oca.

3.5.2. Costo/Beneficio

En cuanto a costo beneficio el mejor tratamiento fue el de la muestra control ya que reportó un valor de \$ 2,58, seguido del tratamiento que empleó el 10% de jarabe con \$ 1,30, al utilizar 20% de jarabe de oca se obtuvo un valor de \$ 0,59, siendo estos tratamientos quienes generan mayor costo beneficio, a diferencia de tratamiento con el 30% de jarabe que presentó un valor de \$ 0,17 por lo tanto, no se considera rentable la utilización de este nivel en la formulación de yogurt griego. Esto se debe a que uno de los ingredientes principales para la elaboración del yogurt griego fue el jarabe de oca, que presentó un costo elevado de \$ 7,07 por litro, por ende, en cada nivel aumento el volumen de jarabe a utilizar, reduciendo así la rentabilidad del producto.

El costo/beneficio para la producción de yogurt griego con diferentes niveles de jarabe de oca se muestra en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Costo/Beneficio del yogurt griego con la adición de diferentes niveles de jarabe de oca.

Rubro	Unidades	Niveles de jarabe de oca			
		0%	10%	20%	30%
Leche	L	0,60	0,54	0,48	0,42
Jarabe de oca	L	0,00	1,41	2,82	4,24
Benzoato de Potasio	Kg	0,00	0,00	0,00	0,00
Fermento	Kg	0,03	0,03	0,03	0,03
Envases	U	1,60	1,60	1,60	1,60
Etiquetas	U	0,20	0,20	0,20	0,20
EGRESOS TOTALES		2,43	3,78	5,13	6,49
Yogurt griego obtenido en g		725,75	725,74	680,39	635,05
Costo prod. /unidad yogurt griego (250g)		0,84	1,30	1,88	2,55
Precio de venta, dólares/unidad (250 g)		3,00	3,00	3,00	3,00
INGRESOS TOTALES		2,16	1,70	1,12	0,45
BENEFICIO/COSTO		2,58	1,30	0,59	0,17

Realizado por: Jacho, Sandy, 2023.

CONCLUSIONES

- Se elaboró un yogurt tipo griego, con la utilización de jarabe oca, cuya formulación se basó en diferentes porcentajes de inclusión (10%, 20% y 30%).
- Se logró obtener un jarabe a base del almidón de oca mediante un hidrolisis enzimático, donde la muestra fue sometida a un ensayo preliminar, obteniendo los siguientes resultados 25 °Brix, pH de 5,33, acidez 0,04%, densidad 1,089 g/ml y un contenido de azúcares reductores de 6,73%, parámetros que se utilizaron para la elaboración de yogurt griego.
- Se evaluó el yogurt griego endulzado con jarabe de oca, donde los análisis microbiológicos en todos los tratamientos reportan ausencia de microorganismos, cumpliendo con la Norma INEN 2395, 2011. En cuanto a las pruebas bromatológicas se evidencio que la adición del el 20% de jarabe de oca muestra los siguientes resultados 2,81 % en la proteína, 2,50% en la grasa, 16,88% en sólidos totales, 83,17% en humedad, 1,03g/ml en cuanto a la densidad, 8,40 °Brix, pH 4,23 y un porcentaje de acidez de 0,57.
- Se logró determinar que los tratamientos con el 20% y 30% de adición de jarabe de oca presentaron un 42% y 46% de aceptabilidad respectivamente, en cuanto a las características organolépticas se calificó al producto con un color blanco, olor agradable, sabor dulce y consistencia cremosa con una aceptación que sobrepaso el 50%.
- Se determinó que el tratamiento control posee mayor costo-beneficio con \$ 2,58, sin embargo, los tratamientos con mayor aceptabilidad fueron los que emplearon un 20% y 30% de jarabe, presentando un costo/beneficio de \$ 0,59 y \$ 0,17 por cada 250g de yogurt griego.

RECOMENDACIONES

- Se debería utilizar más tubérculos andinos en la elaboración de productos lácteos; además realizar un análisis de calidad con respecto a la materia prima para así obtener resultados óptimos.
- Se recomendaría utilizar jueces semi entrenados para un mejor resultado en cuanto a la aceptabilidad del producto.
- En cuanto al análisis económico, se recomienda investigar en que tipos de productos sería óptimo el uso del jarabe de oca, con el objetivo de mejorar la rentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

ACÁN ACÁN, Ángel Euclides. Efecto de la temperatura y pH sobre el proceso industrial para la obtención de bioetanol por hidrólisis enzimática a partir de Colocasia Esculenta (Papa China) [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Posgrado y Educación Continua, Riobamba - Ecuador. 2022. pp. 15-16. [Consulta: 2022-07-11]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/14502/1/20T01361.PDF>

AGUILAR SANDOVAL, Alondra. Tratamiento enzimático de la pulpa de plátano (*Musa paradisiaca* L) para la obtención de jarabe de glucosa y fibra dietética [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Yautepec Morelos. 2008. pp. 8-18-20. [Consulta: 2022-07-05]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7636/24.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALULEMA MOYA, Marco Steven. Conservación de la oca como patrimonio alimentario en el Cantón Píllaro Parroquia La Matriz [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Hospitalidad, Arte Culinario y Turismo, Quito-Ecuador. 2017. pp. 16. [Consulta: 2022-08-19]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/160259936.pdf>

AMAYA PINOS, J. "Resumen Química Aplicada y Analítica Estudio de la dosificación Study of the starch dose thermoplastic type polymer amido extraído de bananas em um polímero de tipo Introducción". Revista colombiana de química [en línea], 2018 (Ecuador) 48(1), pp. 43. [Consulta: 2022-10-10]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcq/v48n1/0120-2804-rcq-48-01-43.pdf>.

APAZA MOROCCO, Betty Daysi. Extracción y caracterización del almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) de la variedad k'ellu kamusa [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, Juliaca-Perú. 2018. pp. 25-26. [Consulta: 2022-10-07]. Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/503>.

BADUI, S. *Química de los Alimentos* [en línea]. 4. México-México: Pearson Educación, 2006. ISBN 9702606705. [Consulta: 15 septiembre 2022]. Disponible en: <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>

BODEGAGARZON. *Fermentación alcohólica: qué es y cómo afecta al vino* [blog] 2018. [Consulta: 18 octubre 2022.]. Disponible en: <https://bodegagarzon.com/es/blog/fermentacion-alcoholica/#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20alcoh%C3%B3lica%20es%20un%20proceso%20anaer%C3%B3bico%20realizado%20por%20las,degrada%20en%20un%20%C3%A1cido%20pyruvic>.

BOLAÑOS MENDOZA, Gabriela Isabel. Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Guayaquil-Quito. 2018. pp. 29-52. [Consulta: 2022-11-24]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10201/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-36.pdf>

BRITO, B. et al. El endulzamiento de la oca (*Oxalis tuberosa*) una alternativa para la agroindustria rural en el Ecuador [en línea]. Quito-Ecuador: Producto micelanea, 2003. [Consulta: 2022-11-19]. Disponible en: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.

CABEZAS ZABAL, C. et al. "Sugars added in food: Health effects and global regulation". Revista Facultad de Medicina [en línea], 2015, (Colombia) 64(2), pp. 323. [Consulta: 19 diciembre 2022]. ISSN 01200011. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112016000200017

CAIZA ASITIMBAY, Corina Dayanara. Elaboración y valoración nutricional de tres productos alternativos a base de oca (*Oxalis tuberosa*) para escolares del proyecto Runa Kawsay [En línea] (Trabajo de titulación). (Bioquímica) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba-Ecuador. 2010. pp. 3-7. [Consulta: 2022-07-19]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/729/1/56T00247.pdf>

CAIZA CUZCO, Jhoanna Isabel. El almidón, su uso y efecto como recubrimiento comestible en la conservación de frutas [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba-Ecuador. 2021. pp. 4-7. [Consulta: 2022-08-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/729/1/56T00247.pdf>

CALVO, Miguel. sf. Estructura del Almidon [en línea] Bioquímica de los Alimentos, sf. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html>.

CANILEC. "Los lácteos son salud" Lacticinios [en línea], 2014, (México) S.l.: s.n. pp. 18. [Consulta: 19 junio 2022]. Disponible en: <https://www.canilec.org.mx/Revista/revista2014/julio-sep14.pdf>.

CARRIÓN FLORES, Lucero. Obtención de almidón y glucosa a partir de la oca (oxalis tuberosa) por hidrólisis ácida y su cinética de extracción [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Química, Puno-Perú. 2018. pp. 20-37. [Consulta: 2022-10-07]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8494>.

CODEX STAN 212-1999, 2019. Norma Para Los Azúcares.

CONTRERAS FLORES, A. et al. 2020. Evaluación fisicoquímica y microbiológica de un yogurt vegano, estilo griego elaborado de manera artesanal, complementado con mermelada de tomate de árbol (*solanum betaceum*) Veracruz- México: Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. 2020. [Consulta: 20 diciembre 2022]. Disponible en: <https://redibai-myid.org/portal/wp-content/uploads/2021/01/607-8617-86-9.pdf>.

CONTRERAS, Ramón. Fermentación láctica. La Guía [en línea] 2022. [Consulta: 25 Agosto 2022.] <https://biologia.laguia2000.com/bioquimica/fermentacion-lactica>.

CÓRDOVA CULQUI, Mercedes Elizabeth. Determinación del perfil lipídico en yogurt de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua [En línea] Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera de Ingeniería Bioquímica, Ambato-Ecuador. 2020. pp. 12. [Consulta: 2022-08-20]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31590/1/BQ%20237.pdf>

CXS 243, 2003. Norma para Leches Fermentadas.

DECHECO EGÚSQUIZA, Alicia. "Obtención de jarabe de glucosa a partir de almidón de yuca Manihot (esculenta Crantz) y estudio comparativo entre los métodos de hidrólisis acida y enzimática". Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu [en línea], 2015, (Perú) 2(2), pp. 8-10. [Consulta: 02 septiembre 2022]. ISSN: 2409-1537. Disponible en: <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2015v2n2.001>

CAJAMARCA RUIZ, Esther Elizabeth. Evaluación Nutricional de la oca (oxalis tuberosa sara-oca) Fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas [En línea] (Trabajo de titulación). (Bioquímica) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba-Ecuador. pp. 27. [Consulta: 2022-06-05]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/217/1/56T00191.pdf>

ESTRADA TOSCANO, Mijael Flavio. Parámetros operativos para la obtención de jarabe de glucosa a partir de almidón de "Oca" (Oxalis tuberosa. M.) con enzimas α – amilasa y amiloglucosidasa. UNSCH – Ayacucho [En línea] (Trabajo de titulación). (Biología) Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología, Ayacucho-Perú. 2017. pp. 2-17. [Consulta: 2022-10-12] Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/574>.

FARINANGO PILATAXI, Sheyla Janeth. La oca como alimento andino y su utilización en la Gastronomía Ecuatoriana [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Iberoamericana del Ecuador, Escuela de Administración de Empresas Gastronómica, Quito-Ecuador. 2011. pp. 21. [Consulta: 2022-06-16] Disponible en: <http://repositorio.unibe.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/87/1/FARINANGO%20PILATAXI%20SHEYLA%20%20JANETH.pdf>

FAO. Producción Orgánica de Tubérculos Andinos [en línea] 2016. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf.

GAGÑAY HUARACA, Luís Gonzalo. 2010. Efecto de diferentes niveles de Stevia rebaudiana como edulcorante en la elaboración de yogurt tipo II [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba-Ecuador. 2010. pp. 54. [Consulta: 2022-11-09]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/822>.

GARCÉS HERNÁNDEZ, Byron Fernando. Obtención de harina de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) y oca (*Oxalis Tuberosa*) mediante deshidratación para la elaboración de pastas artesanales [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía, Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 9-11. [Consulta: 2022-09-27]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/11786/1/84T00628.pdf>.

GEISSMAN, T. "Principios de la Química Orgánica". [en línea]. n°2. Barcelona-España: Revérte, 1974. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=msYg6IgMFU8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

GIL, Marielsa. *Agar EMB: fundamento, preparación y uso* [en línea]. 2019. [Consulta: 18 septiembre 2022]. Disponible en: [https://www.lifeder.com/agar-emb/..](https://www.lifeder.com/agar-emb/)

GUERRERO JAIMES, Yary Zulay. 2011. Aislamiento, identificación y caracterización molecular de *Lactobacillus* sp, provenientes de diferentes fuentes animales y ensilados: su evaluación como potencial probiótico para nutrición animal [En línea] (Trabajo de titulación). (Posgrado) Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Mérida-Venezuela. 2011. pp. 12. [Consulta: 2022-07-27]. Disponible en: <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/36860.pdf>

GONZÁLES, A. *Hidrólisis* [en línea] 2009. pp. 2 [Consulta: 10 Octubre 2022.] https://www.academia.edu/35735307/Hidr%C3%B3lisis_Contentido.

HERNÁNDEZ MEDINA, M. et al. "Physical-chemical characterization of starch from cultivated tubers in Yucatan, Mexico". *Ciencia e Tecnología de Alimentos* [en línea], 2008, (México) 28(3), pp. 718-726. [Consulta: 02 agosto 2022]. ISSN 0101-2061. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bjps/a/Y7S58ndpf5TzqDQkMfGMbrf/?format=pdf&lang=en>

HERRERA PAZMIÑO, Mishell de los Ángeles. Efecto del uso de endulzantes en las características fisicoquímicas y sensoriales en el yogur griego [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria, Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Honduras. 2021. pp. 19. [Consulta: 2022-12-27]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6962/1/AGI-2021-T001.pdf>.

INEN 12. Leche. Determinación del Contenido de Grasa (1973-06). Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/12.pdf>

INEN 16. Leche Y Productos Lácteos. Determinación De Contenido De Nitrógeno. Método Kjeldahl (2015-01). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te-inen-16-2.pdf>

INEN 11. Determinación de la densidad relativa (1983-028). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/11.pdf>

INEN 13:1984. Leche. Determinación de la acidez titulable (2012-01) Instituto Ecuatoriano de Normalización. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/13.pdf>.

INEN 2395. Leches Fermentadas (2011-01) Norma Técnica Ecuatoriana Disponible en: http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/n-te-inen-2395-2r.pdf.

INEN 9. Leche Cruda. Requisitos (2015-06) Instituto Ecuatoriano de Normalización Disponible en: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/n-te_inen_009_6r.pdf www.inen.gob.ec.

INEN 273. Determinación De La Densidad De Grados Brix (1990-02) Instituto Ecuatoriano de Normalización. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/273.pdf>

LÓPEZ HERNÁNDEZ, Luis Enrique. "Propiedades físicas: Enfermedades relacionadas con la glucosa y su degradación". Rev. Mexicana de Ciencia y Tecnología [en línea], 2016, (México). 142(2). [Consulta: 20 junio 2022]. pp. 1-2. Disponible en: <http://www.redciteg.mx/documentos/tripticos/idioma/Glucosa.pdf>.

LÓPEZ RUÍZ, Y. et al. "Extracción y tratamiento enzimático del almidón de papa, para la obtención de jarabes de glucosa y fructosa". Rev. UPTC [en línea], 2008, (Colombia) S.l.: s.n. [Consulta: 20 junio 2022]. pp. 65-68. ISSN. Disponible en: [file:///C:/Users/HP/Downloads/3408%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/3408%20(1).pdf)

MERINO PERÉZ, Jesús & NORIEGA BORGE, María. *Fisiología General Enzimas* [en línea]. S.l.: s.n. Santander-España: Debate, 2006. [Consulta: 20 junio 2022]. Disponible en: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/879/course/section/967/Tema%25202B-Bloque%2520I-Enzimas.pdf>.

MENEZ, Xiandani. *Academia. Glucosa* [en línea] 2009. [Consulta: 18 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.academia.edu/33406909/Glucosa>.

MOGROVEJO ÁLVARES, Ángel Gabriel. Determinación de la influencia de dos métodos distintos en la obtención de almidón a partir de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) variedad amarilla [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales, Cuenca-Ecuador. 2019. pp. 7. [Consulta: 2022-07-23]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17712/1/UPS-CT008394.pdf>.

NAUCA EDQUEN, Reinerio Reiner. Determinación de parámetros tecnológicos para la conservación en almíbar de tubérculos de oca (*Oxalis Tuberosa*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Tarapoto-Perú. 2015. pp. 69. [Consulta: 2022-12-23]. Disponible en: https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/527/1/TFAI_14.pdf.

NINA GUTIÉRREZ, Ayrton Paul. 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 [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera Ingeniería Agronómica, La Paz- Bolivia. 2018. pp. 3. [Consulta: 2022-06-20]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20045/T2594.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

NMX-F-428-1982. *Alimentos - Determinación De Humedad (Método rápido De La Termobalanza).*

NMX-F-444-1983. *Alimentos. yoghurt o leche búlgara. foods. Yoghurt or bulgarian milk. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.*

ORE ARECHE, Franklin. Estudio de la demanda de oca (*Oxalis tuberosa mol.*) en el mercado regional de Huancavelica [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad de Posgrado, Huancavelica -Perú. 2018. pp. 35. [Consulta: 2022-05-05]. Disponible en: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/8048>.

OROSCO COBO, Ricardo Andres. Caracterización funcional del almidón de dos genotipos de oca (*Oxalis tuberosa molina*) cultivadas con dos aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosfatados [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, Ambato-Ecuador. 2019. pp. 1-2. [Consulta: 2022-06-07]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30538/1/Tesis240%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20645.pdf>

PCE, Ibérica. Refractómetro de mano [en línea] 2010. S.l.: Disponible en: <https://www.pce-iberica.es/manuales/manual-refractometro-manual.pdf>.

PEÑARANDA CONTRERAS, O. et al. "Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos". Ingeniería e Investigación [en línea], 2008, (Colombia) 28(3), pp. 47-52. [Consulta: 20 junio 2022]. ISSN 0120-5609. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v23n3/v28n3a06.pdf>

PILATAXI CÑAREJO, Achic. Utilización de la oca (*Oxalis tuberosa*) para la elaboración de yogurt. Riobamba 2014 [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía, Riobamba-Ecuador. 2016. pp. 7-99. [Consulta: 2022-12-12]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/11360/1/84T00512.pdf>

PORTILLO, Germán. *Hidrólisis* [en línea] sf. [Consulta: 10 Octubre 2022], Disponible en: https://www.renovablesverdes.com/hidrolisis/#Caracteristicas_principales.

REAGENTS I.T.W. *Reactivo de Fehling. PanReacAppliChem* [en línea] 2017. [Consulta: 10 Octubre 2022], Disponible en: https://www.itwreagents.com/download_file/ce_ivd_instructions/CEIVD08/es/CEIVD08_es.pdf

REYNA, L. et al. "Hidrólisis del Almidón". Rev. Per. Quím. Ing. Quím [en línea], 2004, (Perú) 7(1), pp. 40-44. [Consulta: 20 agosto 2022]. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/viewFile/4685/3758>.

RODRÍGUEZ, C & ZHURBENKO, R. *Manual de Medios de Cultivo 2018* [en línea]. 4. Cuba: BioCen, 2018. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.biocen.cu/wp-content/uploads/2021/05/Manual-MC-2018.pdf>.

SÁNCHEZ BUSTAMANTE, Eder Daniel. Obtención de jarabe azucarado mediante hidrólisis enzimática a partir de la yuca (*Manihot esculenta*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agrícola Mención Agroindustrial, Milagro-Ecuador. 2020. pp. 1-2. [Consulta: 2022-11-11]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/S%C3%81NCHEZ%20BUSTAMANTE%20EDER%20DANIEL.pdf>

SÁNCHEZ CASTRO, Fanny del Rocío. Caracterización de la oca (*Oxalis tuberosa*) como base para la elaboración de mermelada [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba-Ecuador. 2022. pp. 4-7. [Consulta: 2022-06-11]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/17478/1/27T00542.pdf>

SUQUILANDA, M.B., 2009. *Producción orgánica de cultivos andinos* [en línea]. Quito-Ecuador: 2009. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf.

TORO RAMOS, Aguedita Isabel. Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (Variedad INIA Salcedo) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Trujillo- Perú. 2017. pp. 22. [Consulta: 2022-12-11]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10095/Toro%20Ramos%20Aguedita%20Isabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VILLACRÉS, E. et al. *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* [en línea], Ecuador: 2003. pp. 117-142. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/RTAs_Ecuador_05.pdf.

VILLARROEL HEISE, P. et al. 2018. Resistant starch: Technological characteristics and physiological interests. *Revista Chilena de Nutrición* [en línea], 2018, (Chile) 45(3), pp. 271-278. [Consulta: 13 agosto 2022]. ISSN 07177518. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000400271

VILLEDA FUENTES, Claudia María. Elaboración de yogur estilo griego con diferentes porcentajes de ATECAL, leche en polvo y horas de desuerado [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Zamorano, Carrera de Agroindustria Alimentaria, Zamorano-Honduras. 2015. pp. 8-15. [Consulta: 2022-12-11]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4bb77890-43e4-4ec5-9beb-44379822f0e8/content>.

VILLÉN, Martha. Beneficios de la fermentación [blog]. 2012. [Consulta: 18 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.conasi.eu/blog/productos/levaduras-ecologicas-en-polvo-madre-pasteleria/beneficios-de-la-fermentacion>.

ZAPATA, Isabel. et al. "Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas, probióticas y antioxidantes de yogurt saborizado con mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*)". *Información Tecnológica* [en línea], 2015, (Colombia) 26(2), pp. 17-28. [Consulta: 20 septiembre 2022]. ISSN 07180764. Disponible: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642015000200004&script=sci_abstract



ANEXOS

ANEXO A: CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA

REQUISITO	TRATAMIENTOS	DILUSIÓN	REPETICIONES	UFC/ml
<i>Coliformes Totales</i>	T0	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T1	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T2	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T3	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	T0	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T1	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T2	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T3	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
<i>Mohos y Levaduras</i>	T0	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T1	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T2	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia
	T3	1X10-3	1	Ausencia
			2	Ausencia
			3	Ausencia
			4	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

Realizado por: Jacho, S, 2022.

ANEXO B: CONTENIDO DE GRASA EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFRENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES GRASA						
REPETICIONES	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
TRATAMIENTOS						
T0	2,8	2,7	2,8	2,8	11,1	2,78
T1	2,6	2,6	2,6	2,6	10,4	2,60
T2	2,5	2,5	2,5	2,5	10,0	2,50
T3	2,5	2,5	2,5	2,4	9,9	2,48

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	0,24			
Tratamiento	3	0,22	0,07	59,33	<0,0001
Error	12	0,01	1,2		
CV%	1,37				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

c. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	2,78	T0
B	2,60	T1
C	2,50	T2
C	2,48	T3

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

ANEXO C: CONTENIDO DE PROTEÍNA EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES PROTEÍNA						
REPETICIONES TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
T0	3,30	3,00	3,15	3,15	12,60	3,15
T1	2,70	2,88	2,79	2,79	11,15	2,79
T2	2,77	2,85	2,81	2,81	11,26	2,81
T3	2,90	2,65	2,78	2,78	11,11	2,78

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	0,48			
Tratamiento	3	0,39	0,13	16,12	0,0002
Error	12	0,10	0,01		
CV%	2,10				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

c. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	3,15	T0
B	2,81	T2
B	2,79	T1
B	2,78	T3

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho S, 2022.

ANEXO D: CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES EN ELYOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES SÓLIDOS TOTALES						
REPETICIONES TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
T0	17,69	17,56	17,63	17,63	70,51	17,63
T1	16,56	16,81	16,69	16,69	66,75	16,69
T2	16,84	16,91	16,84	16,84	67,43	16,86
T3	16,99	16,67	16,83	16,83	67,32	16,83

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho S, 2022.

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	2,23			
Tratamiento	3	2,14	0,71	91,66	<0,0001
Error	12	0,09	0,01		
CV%	0,65				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

c. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	83,31	T1
AB	83,17	T3
B	83,12	T2
C	82,37	T0

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022

ANEXO E: CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES HUMEDAD						
REPETICIONES TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
T0	82,31	82,44	82,38	82,38	329,51	82,38
T1	83,44	83,19	83,31	83,31	333,25	83,31
T2	83,16	83,09	83,12	83,12	332,49	83,12
T3	83,01	83,33	83,17	83,17	332,68	83,17

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	2,23			
Tratamiento	3	2,14	0,71	91,66	<0,0001
Error	12	0,09	0,01		
CV%	0,11				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho S, 2022.

a. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	83,31	T1
AB	83,17	T3
B	83,12	T2
C	82,37	T0

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho S, 2022.

ANEXO F: DENSIDAD EN ELYOGURT GRIEGO CON DIFRENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES DENSIDAD						
REPETICIONE S TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
T0	1,022	1,025	1,024	1,023	4,094	1,024
T1	1,029	1,027	1,030	1,028	4,114	1,029
T2	1,034	1,034	1,031	1,033	4,132	1,033
T3	1,034	1,038	1,033	1,035	4,140	1,035

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	3,4			
Tratamiento	3	3,1	1,0	41,87	<0,0001
Error	12	3,0	2,5		
CV%	0,15				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

c. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	1,04	T3
A	1,03	T2
B	1,03	T1
C	1,02	T0

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

ANEXO G: CONTENIDO DE GRADOS BRIX EN ELYOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES °BRIX						
REPETICIONES TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
T0	5,0	5,2	5,0	5,0	20,2	5,05
T1	7,1	7,1	7,1	7,0	28,3	7,08
T2	8,4	8,4	8,4	8,4	33,6	8,40
T3	10,0	10,0	10,0	10,0	40,0	10,00

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	52,73			
Tratamiento	3	52,70	17,57	5621,00	<0,0001
Error	12	0,04	3,1		
CV%	0,73				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho S, 2022.

c. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	10,00	T3
B	8,40	T2
C	7,08	T1
D	5,05	T0

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022

ANEXO H: CONTENIDO DE pH EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES pH						
REPETICIONES						
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
T0	4,1	4,2	4,0	4,0	16,3	4,08
T1	4,1	4,1	4,1	4,1	16,4	4,10
T2	4,2	4,2	4,3	4,2	16,9	4,23
T3	4,1	4,2	4,2	4,2	16,7	4,18

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	0,10			
Tratamiento	3	0,06	0,02	5,35	0,0143
Error	12	0,04	3,5		
CV%	1,44				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

c. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	4,23	T2
AB	4,18	T3
B	4,10	T1
B	4,08	T0

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho S, 2022.

ANEXO I: CONTENIDO DE ACIDEZ TITULABLE EN EL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA.

a. Mediciones Experimentales

VALORES ACIDEZ TITULABLE						
REPETICIONES						
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	SUMA	PROMEDIO %
T0	0,60	0,61	0,61	0,60	2,42	0,61
T1	0,59	0,59	0,59	0,59	2,36	0,59
T2	0,57	0,57	0,57	0,57	2,28	0,57
T3	0,51	0,51	0,51	0,51	2,04	0,51

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

b. Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
Total	15	0,02			
Tratamiento	3	0,02	0,01	835,00	<0,0001
Error	12	1,0	8,3		
CV%	0,51				

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho S, 2022.

c. Separación de Medias según Tukey al 5%

Rango	Medias	Tratamientos
A	0,61	T0
B	0,59	T1
C	0,59	T2
D	0,51	T3

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal-FCP-ESPOCH (2022).

Realizado por: Jacho, S, 2022.

ANEXO J: CUADRO DE CALIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS SENSORIALES

ACEPTABILIDAD

Grado de aceptabilidad	0% de jarabe	10% de jarabe	20% de jarabe	30% de jarabe	Suma
Me gusta mucho	4	10	11	15	40
Me gusta	14	11	21	23	69
Ni me gusta ni me disgusta	23	17	14	8	62
Me disgusta	7	8	4	3	22
Me disgusta mucho	2	4	0	1	7
Totales	50	50	50	50	200

Fuente: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

Realizado por: Jacho, S,2022

COLOR

Características	0% de jarabe	10% de jarabe	20% de jarabe	30% de jarabe	SUMA
Blanco	45	50	48	48	191
Blanco crema	4	0	1	2	7
Blanco hueso	1	0	1	0	2
Total	50	50	50	50	200

Fuente: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

Realizado por: Jacho, S,2022

OLOR

características	T0% de jarabe	10% de jarabe	20% de jarabe	30% de jarabe	SUMA
Agradable	32	39	32	38	141
Poco agradable	14	11	18	9	52
Desagradable	4	0	0	3	7
Total	50	50	0	50	200

Fuente: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

Realizado por: Jacho, S,2022

SABOR

características	0% de jarabe	10% de jarabe	20% de jarabe	30% de jarabe	SUMA
Dulce	0	0	0	32	32
Poco dulce	0	2	27	15	44
Ácido	50	48	23	3	124
Total	50	50	50	50	200

Fuente: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

Realizado por: Jacho, S,2022

ANEXO K: COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL JARABE DE OCA

a. Costos variables

Rubro	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Oca Fresca	Kg	37,7	0,2	7,54
Agua	L	15,0	0,10	1,50
Cloruro de Calcio	Kg	0,22	3,50	0,77
Alfa-amilasa	Kg	0,022	35,00	0,77
Total				10,58

Realizado por: Jacho, S, 2022

Costo Producción

Suma total =	10,58
Total, de Jarabe Obtenido en L=	1,223
Costo para 1,223 L de jarabe =	8,65
Costo para 1,000 L de Jarabe=	7,07

ANEXO L: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL DEL TRATAMIENTO CONTROL

a. Costos variables

Rubro	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Total
Leche	L	2	0,3	0,6
Jarabe	L	0	7,07	0,00
Benzoato de Potasio	Kg	0,0005	4,20	0,00
Fermento	Kg	0,0038	7,90	0,03
Envases		4	0,50	2,00
Etiquetas		4	0,05	0,20
Total				2,43

Realizado por: Jacho S, 2022

ANEXO M: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL DEL TRATAMIENTO CON EL 10% DE JARABE DE OCA

a. Costos variables

Rubro	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Total
Leche	L	1,8	0,3	0,54
Jarabe	L	0,2	7,07	1,41
Benzoato de Potasio	Kg	0,0005	4,20	0,00
Fermento	Kg	0,0038	7,90	0,03
Envases		4	0,50	2,00
Etiquetas		4	0,05	0,20
Total				3,73

Realizado por: Jacho, S, 2022.

ANEXO N: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL DEL TRATAMIENTO CON EL 20% DE JARABE DE OCA

a. Costos variables

Rubro	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Total
Leche	L	1,6	0,3	0,48
Jarabe	L	0,4	7,07	2,82
Benzoato de Potasio	Kg	0,0005	4,20	0,00
Fermento	Kg	0,0038	7,90	0,03
Envases		4	0,50	2,00
Etiquetas		4	0,05	0,20
Total				5,13

Realizado por: Jacho, S, 2022.

ANEXO Ñ: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL TRATAMIENTO CON EL 30% DE JARABE DE OCA

a. Costos variables

Rubro	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Total
Leche	L	1,4	0,3	0,42
Jarabe	L	0,6	7,07	4,24
Benzoato de Potasio	Kg	0,0005	4,20	0,00
Fermento	Kg	0,0038	7,90	0,03
Envases		4	0,50	1,60
Etiquetas		4	0,05	0,20
Total				6,49

Realizado por: Jacho, S, 2022.

ANEXO O: OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN



ANEXO P: OBTENCIÓN DEL JARABE DE OCA POR HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA



ANEXO Q: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO PRELIMINAR DEL JARABE DE OCA

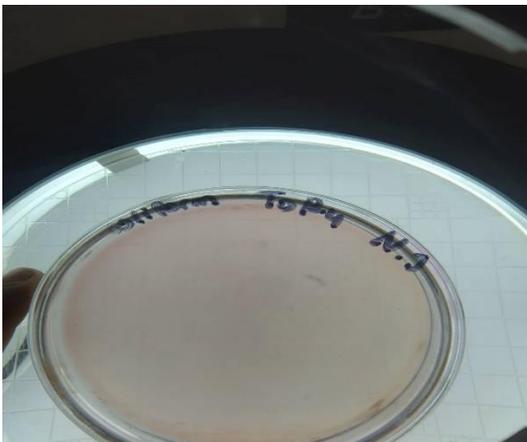
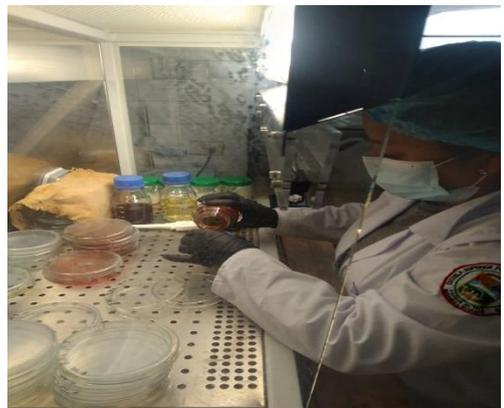


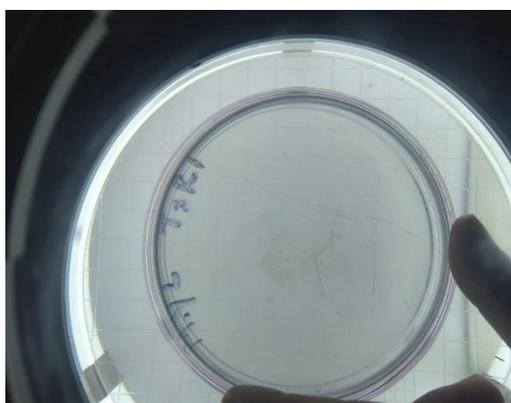
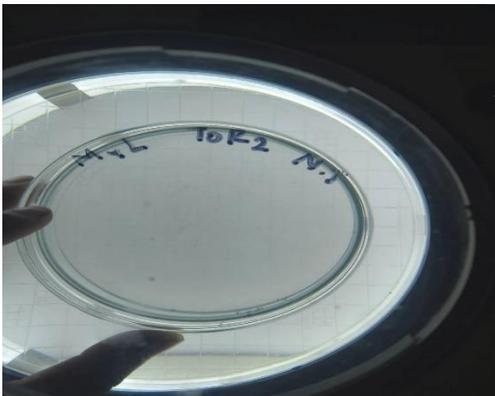
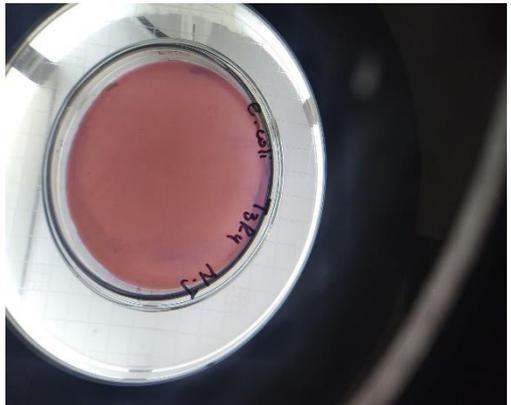
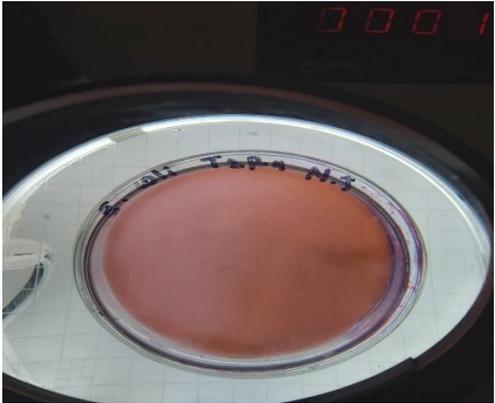
ANEXO R: ELABORACIÓN DEL JARABE DE OCA CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA





ANEXO S: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA





ANEXO T: ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA



ANEXO U: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGURT GRIEGO CON DIFERENTES NIVELES DE JARABE DE OCA







epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 09 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Sandy Nataly Jacho Gunoluisa
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniera en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



DBRA.I.
Ing. Cristhian Fernando Castillo



0314-DBRA-UTP-2023