



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

**“UTILIZACIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA CHINA (*Colocasia
esculenta*) COMO ESTABILIZANTE PARA LA ELABORACIÓN DE
HELADO DE LECHE”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: CRISTIAN FÉLIX GUAMÁN TENEGUZNAY

DIRECTOR: ING. IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO MSC.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Cristian Félix Guamán Teneguzñay

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, CRISTIAN FÉLIX GUAMÁN TENEGUZNAY, declaro que el presente Trabajo de Titulación 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 autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación, el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de enero de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cristian Félix Guamán Teneguzñay', with a horizontal line underneath.

Cristian Félix Guamán Teneguzñay

0603773896

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

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Trabajo Experimental, **“UTILIZACIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO ESTABILIZANTE PARA LA ELABORACIÓN DE HELADO DE LECHE”**, realizado por el señor: **CRISTIAN FÉLIX GUAMÁN TENEGUZNAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Darío Javier Baño Ayala PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2024-01-10
Ing. Iván Patricio Salgado Tello MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2024-01-10
Ing. Luis Fernando Arboleda Álvarez PhD. ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2024-01-10

DEDICATORIA

A mi madre Blanca, por haberme apoyado en cada uno de mis pasos y enseñarme buenos valores, por la motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por su amor incondicional. Quiero dedicar además este trabajo a mis hijos, Jesly y Jahir, fueron parte muy importante de lo que hoy puedo presentar como trabajo final, gracias a ellos por cada palabra de apoyo, gracias por cada momento en familia sacrificado para ser invertido en el desarrollo de este trabajo de titulación.

Cristian

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi etapa universitaria en esta prestigiosa institución, también a cada docente que hizo parte de este proceso por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso de investigación.

Cristian

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Justificación.....	3
1.3.	Objetivos.....	4
1.3.1.	<i>General</i>	4
1.3.2.	<i>Específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	Helado.....	5
2.1.1.	<i>Conceptos de helado</i>	5
2.1.2.	<i>Origen y evolución del helado</i>	5
2.1.3.	<i>Evolución del proceso de producción del helado:</i>	6
2.1.4.	<i>Composición básica del helado de leche</i>	7
2.1.4.1.	<i>Leche</i>	8
2.1.4.2.	<i>Azúcar</i>	8
2.1.4.3.	<i>Grasa</i>	8
2.1.5.	<i>Propiedades físicas y organolépticas deseables en un helado de calidad</i>	8
2.1.5.1.	<i>Textura</i>	8
2.1.5.2.	<i>Cremosidad</i>	9
2.1.5.3.	<i>Sabor</i>	9
2.1.6.	<i>Tendencias actuales en el mercado de helados</i>	9
2.1.7.	<i>Agentes estabilizantes en la industria del helado</i>	9

2.1.7.1.	<i>Goma guar</i>	10
2.1.7.2.	<i>Goma de algarrobo</i>	10
2.1.7.3.	<i>Almidón</i>	10
2.2.	Almidón de la Papa china	11
2.2.1.	<i>Generalidades de la papa china</i>	11
2.2.2.	<i>Origen y producción de la planta</i>	11
2.2.3.	<i>Taxonomía y morfología de la papa china</i>	12
2.2.3.1.	<i>Taxonomía</i>	12
2.2.3.2.	<i>Morfología</i>	12
2.2.4.	<i>Composición Química de la papa china</i>	13
2.2.5.	<i>Componentes del almidón de la papa china</i>	16
2.2.5.1.	<i>Amilosa</i>	17
2.2.5.2.	<i>Amilopectina</i>	17
2.2.6.	<i>Propiedades físicas y químicas del almidón de la papa china</i>	18
2.2.6.1.	<i>Propiedades de gelificación:</i>	19
2.2.6.2.	<i>Propiedades de Retrogradación.</i>	20
2.2.6.3.	<i>Propiedades de espesamiento</i>	20
2.2.6.4.	<i>Propiedades de emulsificación:</i>	20
2.2.7.	<i>Interacciones entre almidón de la papa china y otros ingredientes en el helado de leche</i>	21
2.2.7.1.	<i>Interacción con la leche y los sólidos lácteos</i>	21
2.2.7.2.	<i>Interacción con emulsionantes</i>	21
2.3.	Métodos de evaluación de calidad del helado	22
2.3.1.	<i>Análisis microbiológicos</i>	22
2.3.2.	<i>Análisis físico-químicos</i>	22
2.3.3.	<i>Pruebas sensoriales</i>	23

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1.	Localización y duración de la investigación	24
3.2.	Unidades Experimentales	24
3.3.	Materiales, equipos, reactivos e insumos	24
3.3.1.	<i>Materiales</i>	24
3.3.2.	<i>Equipos</i>	25
3.3.3.	<i>Reactivos</i>	26

3.3.4.	<i>Insumos</i>	26
3.4.	Tratamientos y diseño Experimental	26
3.5.	Mediciones Experimentales	27
3.5.1.	<i>Tipo de Estudio</i>	27
3.5.2.	<i>Estudio de intervención</i>	28
3.5.3.	<i>Método Inductivo</i>	28
3.5.4.	<i>Experimental</i>	28
3.6.	Análisis estadístico y pruebas de significancia	29
3.7.	Procedimiento experimental	29
3.7.1.	<i>Obtención del almidón</i>	29
3.7.2.	<i>Procedimiento experimental para la obtención del helado</i>	29
3.8.	Pruebas fisicoquímicas	32
3.8.1.	<i>Análisis Microbiológico</i>	32
3.9.	Pruebas Organolépticas	33
3.10.	Análisis costo beneficio	34

CAPITULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	35
4.1.	Análisis de composición química de la muestra de papa china	35
4.2.	Resultados microbiológicos	37
4.3.	Resultados de la valoración nutricional	39
4.3.1.	<i>% Humedad</i>	39
4.3.2.	<i>% Materia seca</i>	41
4.3.3.	<i>% Proteína</i>	43
4.3.4.	<i>% Grasa</i>	45
4.4.	Resultados fisicoquímicos	46
4.4.1.	<i>pH</i>	47
4.4.2.	<i>% Acidez</i>	48
4.5.	Resultados sensoriales	50
4.6.	Discusión de resultados.	57
4.6.1.	<i>Cálculo del índice de costo-beneficio:</i>	59
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Clasificación botánica de la papa china (<i>Colocasia esculenta</i>).....	12
Tabla 2-2: Valor nutricional de la raíz de papa china CDR.....	16
Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas.....	24
Tabla 3-2: Esquema del experimento.....	26
Tabla 3-3: Esquema del ADEVA.....	29
Tabla 3-4: Pruebas fisicoquímicas para la materia prima	32
Tabla 3-5: Parámetros microbiológicos necesarios para el helado	33
Tabla 4-1: Composición química de la muestra de papa china.....	35
Tabla 4-2: Temperatura de gelatinización del almidón de papa china.....	36
Tabla 4-3: Identificación de los resultados microbiológicos.	37
Tabla 4-4: Cálculos estadísticos de mohos y levaduras	38
Tabla 4-5: Cálculos estadísticos de la valoración nutricional.....	39
Tabla 4-6: Análisis ANOVA para la variable %Humedad	39
Tabla 4-7: Análisis ANOVA para la variable % Materia seca	41
Tabla 4-8: Análisis ANOVA para la variable % Proteína	43
Tabla 4-9: Análisis ANOVA para la variable % Grasa	45
Tabla 4-10: Análisis estadístico de pH y % Acidez en diferentes tratamientos de helado	46
Tabla 4-11: Análisis ANOVA para la variable % pH.....	47
Tabla 4-12: Análisis ANOVA para la variable % pH.....	48
Tabla 4-13: Índice de aceptabilidad de los atributos sensoriales	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Línea de tiempo de la evolución del helado.....	6
Ilustración 2-2: Línea de tiempo de la evolución del helado.....	7
Ilustración 2-3: Tubérculos de papa china.....	13
Ilustración 2-4: Amilosa.....	17
Ilustración 2-5: Amilopectina.....	18
Ilustración 2-6: Proceso de gelatinización.....	19
Ilustración 3-1: Proceso de obtención del almidón de la papa china.....	30
Ilustración 4-1: Mínimos y máximos de mohos y levaduras.....	38
Ilustración 4-2: Medidas marginales estimadas de % de Humedad	40
Ilustración 4-3: Varianza de % Materia seca.....	41
Ilustración 4-4: Varianza de % Proteína.....	43
Ilustración 4-5: Varianza de % Grasa.....	45
Ilustración 4-6: Varianza de % pH.....	47
Ilustración 4-7: Varianza de % Acidez.....	48
Ilustración 4-8: Aceptabilidad del sabor	52
Ilustración 4-9: Aceptabilidad de la consistencia.....	53
Ilustración 4-10: Aceptabilidad del color.....	54
Ilustración 4-11: Aceptabilidad del olor.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: CÁLULOS ANOVA EN SPSS

ANEXO B: ANÁLISIS DE COSTOS DE PROYECTO

ANEXO C: ANÁLISIS DE BENEFICIOS DEL PROYECTO

ANEXO D: FOTOGRAFÍAS DEL EXPERIMENTO

RESUMEN

En la elaboración de helados tradicionalmente se utiliza estabilizantes comerciales, sin embargo, existe una preocupación por la calidad e ingredientes empleados en la elaboración de helados generando dudas sobre un impacto en la salud, por lo tanto, el objetivo del presente estudio tuvo como objetivo evaluar la utilización de tres niveles de almidón de papa china (*Colocasia esculenta*), como agente estabilizante para la elaboración de un tipo de helado de leche. Durante el proceso de elaboración del helado de leche se realizó el proceso de extracción por vía húmeda del almidón de la papa china, donde, se analizó la composición del almidón como agente gelificante, determinando el nivel óptimo en la incorporación del helado. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro repeticiones por cada tratamiento, el tamaño de la unidad experimental fue de 250 ml. Se realizó análisis de la materia prima donde se evaluaron parámetros físico - químicos, sensoriales y análisis microbiológicos de la calidad del helado de leche, donde, la incorporación de almidón de papa china como agente estabilizante en el helado de leche ha obtenido efectos positivos en términos de textura y estabilidad del producto, además, su utilización mejora la calidad y rentabilidad del producto. Se concluye que la utilización del 4 % de almidón de papa china como estabilizante en el helado de leche obtiene mejores resultados de acuerdo con la estabilidad y propiedades organolépticas, además, se ha demostrado una rentabilidad positiva a través del análisis costo-beneficio. Se recomienda continuar evaluando otras propiedades y efectos del almidón de papa china en la formulación de helados de leche.

Palabras clave: <Helado>; <Almidón>; <Estabilizantes>; <Gelificante>; <Rentabilidad>; <Aceptabilidad>, <Formulación>.

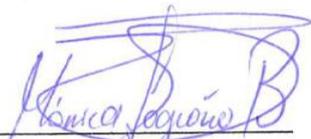


0173-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

The traditional preparation of ice cream includes ingredients like food stabilizers. These products' use has generated concern regarding the quality and ingredients used in ice cream preparation by raising doubts about their potential health impacts. For this reason, the primary aim of this study was to assess the use of three levels of Chinese potato starch (*Colocasia esculenta*) as a stabilizing agent in the production of a specific type of milk-based ice cream. The preparation of the milk ice cream involved the extraction of potato starch via a wet process, and its composition was analyzed as a gelling agent to determine the optimal level for incorporation into the ice cream. A completely random design (CRD) with four repetitions for each treatment was employed, with a 250 ml experimental unit size. The raw material analysis encompassed physical-chemical parameters, sensory evaluations, and microbiological analyses of milk ice cream quality. The Chinese potato starch's inclusion as a stabilizing agent in the milk ice cream demonstrated positive effects on texture and product stability. Furthermore, its use enhanced the overall quality and profitability of the product. Finally, incorporating 4% Chinese potato starch as a stabilizer in milk ice cream yields higher stability and organoleptic properties. The relationship cost-benefit was positive, demonstrating favorable economic viability. Another important aspect is to conduct further research on the evaluation of other properties and effects of Chinese potato starch in milk ice cream formulations.

Keywords: <ICE CREAM>; <STARCH>; <STABILIZERS>; <GELLING AGENT>; <PROFITABILITY>; <ACCEPTABILITY>, <FORMULATION>.



Lic. Mónica Logroño B.Mgs.
0602749533

INTRODUCCIÓN

El helado es uno de los postres que más se consumen a nivel mundial, tan solo en Ecuador existen al menos 150 productos, es decir, entre el 70 % y 80 % se segmenta dentro de palettería, siendo altamente demandada por el consumidor (El Universo, 2021 pág. 3). Este producto consta de una estructura compleja con aproximadamente 30 % de cristales de hielo, 50 % de pequeñas celdas de aire, 5 % de diminutas gotas de grasa en una fase acuosa parcialmente congelada y 15 % es una fase continua, la llamada matriz con leche descremada en polvo, emulsionante y estabilizante (solución de azúcar: sacarosa, glucosa y lactosa), su elaboración presenta dos operaciones unitarias fundamentales, como: el mezclado y la congelación. Sin embargo, los principales defectos estructurales y de textura en el helado se ven afectados por la recristalización del hielo, la cristalización de la lactosa y la contracción, por lo que, para evitar estos desperfectos y lograr la calidad deseada se emplea estabilizadores, como los hidrocoloides para modificar la capacidad de retención de agua, las tasas de congelación, las propiedades reológicas y el crecimiento de cristales de hielo (Kamińska y Ewa, 2022 pág. 1), lo que mejora la textura y la sensación del helado en la boca (Chan y Nam, 2022 pág. 1).

Dentro de la producción de helados los estabilizantes con mayor empleo son la carboximetilcelulosa y polisacáridos como las gomas guar, karaya, xantana, carragenina y tara. Sin embargo, el alto consumo de helados que contienen grandes cantidades de aditivos afecta proporcionalmente a la salud del consumidor, debido a que ciertas sustancias son tóxicas para el organismo del ser humano, arrojando como consecuencias la formación de úlceras en el tracto digestivo e inclusive se puede desarrollar enfermedades cancerígenas.

Debido a ello, es importante elegir una alternativa más sana, considerando el uso de estabilizantes provenientes de recursos naturales como la papa china, que es un tubérculo que proviene de la Amazonia Ecuatoriana, el almidón de esta materia prima está constituido por unidades de glucosa dispuesta en dos componentes: amilosa y amilopectina, que permite regular y estabilizar la textura en la industrialización de los alimentos, además, desde el punto de vista nutricional, la papa china es rica en fibra, calcio, potasio, hierro, vitamina A, vitamina B1, vitamina B2 y vitamina C. La papa china es superior a la papa en valor nutricional, ya que contienen una mayor proporción de proteínas, calcio y fósforo (Kamińska y Ewa, 2022 pág. 2).

Es así que, el presente Trabajo de integración curricular pretende utilizar el almidón de la papa china (*Colocasia esculenta*) con la finalidad de estabilizante para la elaboración de helados.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La elaboración de helado de leche tradicionalmente utiliza estabilizantes comerciales para mejorar su textura, estabilidad y calidad. Existe una creciente preocupación entre los consumidores por la calidad y los ingredientes utilizados en los alimentos que consumen. El uso de estabilizantes comerciales en la elaboración de helado de leche ha generado dudas sobre su impacto en la salud y la preferencia por productos más naturales y saludables (Njintang et al., 2003).

En este contexto el problema radica en la falta de alternativas naturales y saludables como estabilizantes en la producción de helado de leche. Esto puede afectar la percepción de calidad y la elección de los consumidores, así como la competitividad de las empresas en el mercado. (Yüksel et al., 2019)

Por tal motivo las empresas productoras de helado de leche en su búsqueda de ingredientes que cumplan con las demandas y preferencias de los consumidores tienen la necesidad de encontrar estabilizantes que brinden las propiedades deseadas del helado de leche, como textura, estabilidad y vida útil, sin comprometer la calidad y la salud (Yüksel et al., 2019). Y surge la opción de utilizar estabilizantes naturales y rentables. La disponibilidad limitada de alternativas y la dependencia de los estabilizantes comerciales pueden afectar la innovación, la diferenciación y la rentabilidad de las empresas en el mercado (Shi et al., 2017).

Las empresas productoras de Helado se enfrentan al desafío de encontrar un estabilizante que cumpla con los requisitos de sus productos y que satisfaga las preferencias de sus clientes. Es ahí donde nace la necesidad de conocer las propiedades y el uso del almidón de papa china como estabilizante en la elaboración de helado de leche como alternativa para ofrecer una opción de helado de leche más natural y saludable, así como para aprovechar los beneficios de costos y competitividad asociados con el uso de ingredientes alternativos (Songor y Tenesaca, A, 2019).

En este entorno, se plantea la necesidad de investigar y evaluar el almidón de papa china como posible estabilizante en la producción de helado de leche. El almidón de papa china es un producto natural, abundante y de bajo costo, que podría proporcionar propiedades gelificantes y estabilizantes al helado.

1.2. Justificación

La realización de esta investigación sobre la utilización de almidón de papa china (*Colocasia esculenta*) como estabilizante para la elaboración de helado de leche se justifica por varias razones importantes.

Existe una creciente demanda de productos alimenticios más naturales y saludables por parte de los consumidores. El uso de estabilizantes comerciales en la industria alimentaria ha generado preocupación debido a su impacto en la salud y la percepción de calidad de los alimentos (Amon et al., 2011). Por lo tanto, explorar alternativas naturales y más saludables para estabilizar el helado de leche es relevante y oportuno para satisfacer las necesidades y preferencias de los consumidores.

Además, esta investigación contribuyó al conocimiento científico en el campo de la tecnología de alimentos. El estudio de las propiedades y características del almidón de papa china como estabilizante en la elaboración de helado de leche permitirá ampliar la comprensión sobre su capacidad para mejorar la textura, la estabilidad y la vida útil del producto final (Aboubakar et al., 2008). Esto puede abrir nuevas posibilidades de innovación y desarrollo de productos en la industria de helados.

Desde el punto de vista metodológico existe la necesidad de utilizar un enfoque riguroso y sistemático para lograr los objetivos propuestos. Se seguirán los principios y estándares de la metodología científica para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos, como una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con el uso de almidón de papa china como estabilizante en la elaboración de helado de leche que permita obtener una base teórica sólida sobre las propiedades del almidón, sus posibles interacciones con otros ingredientes y su efecto en las características del helado (Clarke y Creamer, 2015). Además de ello, esta revisión bibliográfica contribuirá a identificar las lagunas de conocimiento existentes y definir el marco teórico de la investigación.

También se diseñó un plan experimental adecuado para evaluar el efecto del almidón de papa china en la elaboración de helado de leche. Se definió variables de estudio, como los niveles de concentración de almidón y determinación de los parámetros a medir, como la textura, la estabilidad y las características organolépticas del helado (Caicedo et al., 2013). Además, se seleccionó cuidadosamente los métodos de análisis y las técnicas de recolección de datos más apropiadas para obtener resultados precisos y confiables, como análisis estadísticos para los datos recopilados y determinación de la significancia entre los diferentes tratamientos. Para ello se

utilizó el análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de comparación múltiple, para evaluar la influencia del almidón de papa china en las características del helado de leche.

Por último, esta investigación tuvo implicaciones económicas y comerciales. Encontrar una alternativa rentable y eficaz a los estabilizantes comerciales utilizados actualmente en la producción de helado de leche puede beneficiar a las empresas del sector, al reducir los costos de producción y aumentar la competitividad en el mercado (Zhang et al., 2018). Además, al utilizar ingredientes locales como el almidón de papa china, se pueden fortalecer las cadenas de suministro locales y promover el desarrollo sostenible.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Utilizar tres niveles de almidón de papa china (*Colocasia esculenta*), como agente estabilizante para la elaboración de un tipo de helado de leche.

1.3.2. Específicos

- Evaluar el efecto de la amilosa y amilopectina como agente gelificante, mediante análisis bromatológico, microbiológico y organoléptico.
- Determinar el nivel óptimo del almidón de papa china (2%, 4%, 6%) en la elaboración de un tipo de helado de leche.
- Establecer los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio / costo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Helado

2.1.1. *Conceptos de helado*

Goff. y Hartel (2013) definen el helado como un producto congelado y aireado que se produce mediante la mezcla de ingredientes como leche, crema, azúcar, emulsionantes, estabilizantes y saborizantes, congelado y agitado para incorporar aire y darle una textura suave y cremosa (Liddell y Weir, 2018).

Marshall y otros (2019), estos autores mencionan que el helado es un producto de consistencia suave, cremosa y aireada, que se obtiene mediante la mezcla de ingredientes como leche, crema, azúcar, emulsionantes, estabilizantes y saborizantes (Marshall et al., 2019).

Clarke y Creamer (2015). en su artículo, los autores definen el helado como un producto congelado y cremoso que se produce mediante la incorporación de aire y la formación de una estructura de cristales de hielo, líquido y grasa, y que se logra mediante la mezcla de ingredientes y la aplicación de un proceso de congelación y agitación controlada (Clarke & Creamer, 2015).

Es decir, el helado es un postre frío y cremoso que se elabora a partir de una mezcla de ingredientes que se congelan, mientras se agita para evitar la formación de cristales de hielo y lograr una textura suave y cremosa. A continuación, se presentan algunos conceptos e información histórica sobre el helado

2.1.2. *Origen y evolución del helado*

El helado tiene una larga historia que se remonta a la antigua China, donde se elaboraba una mezcla de leche, arroz y nieve para producir un postre helado. También se sabe que los romanos y los persas consumían helado, y que los árabes introdujeron el helado en Europa durante la Edad Media. En la época moderna, el helado se popularizó en Italia y luego se extendió por todo el mundo (Ratti y Vercellotti, 2019).

En la ilustración se muestra una línea de tiempo de la evolución del helado.

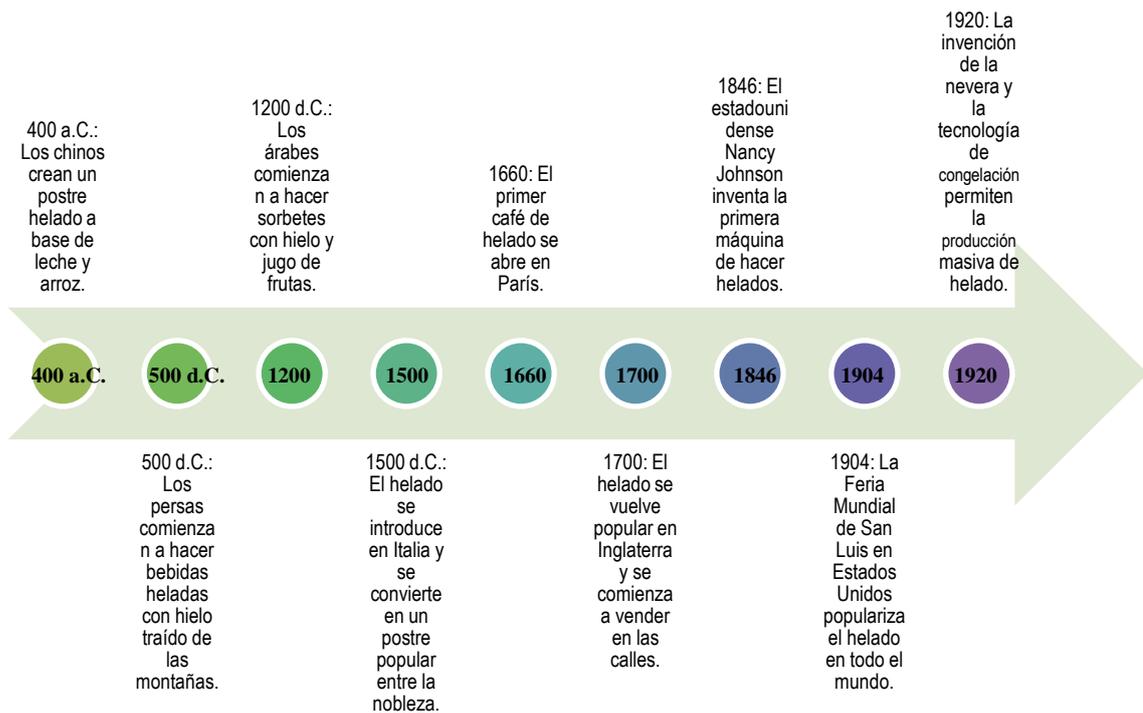


Ilustración 2-1: línea de tiempo de la evolución del helado

Fuente: (Clarke y Creamer, 2015); (Liddell y Weir, 2018); (Marshall et al., 2019)

Aunque el origen exacto del helado es incierto, se cree que se remonta a la antigua China y ha evolucionado a lo largo de los siglos para convertirse en el postre congelado y cremoso que conocemos hoy en día. La historia del helado ha sido descrita por varios autores que han discutido la evolución de la tecnología y la ciencia detrás de su producción.

2.1.3. Evolución del proceso de producción del helado:

La producción de helado ha evolucionado con el tiempo, desde la mezcla manual de los ingredientes hasta la elaboración en máquinas modernas y la aplicación de tecnologías avanzadas como la congelación instantánea y la elaboración en frío. Estas mejoras han permitido una mayor eficiencia y consistencia en la producción de helado (Mandala et al., 2017).

A continuación, se presentan algunos hitos importantes en la evolución del proceso de producción del helado:

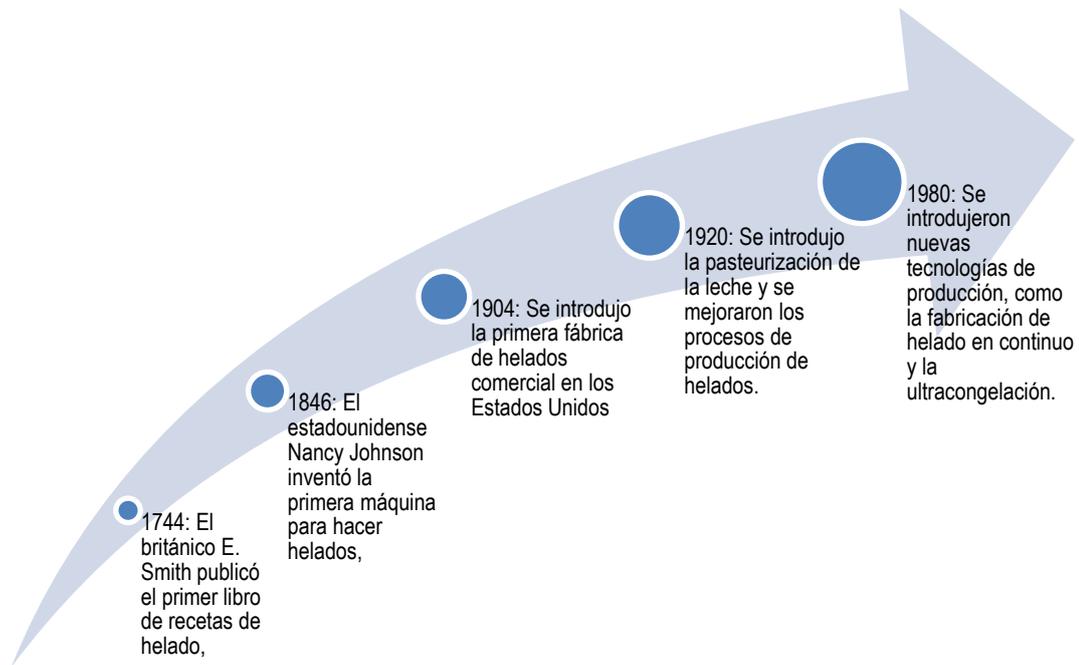


Ilustración 1-2: Línea de tiempo de la evolución del helado

Fuente: (Clarke y Creamer, 2015); (Liddell y Weir, 2018); (Marshall et al., 2019)

El proceso de producción del helado ha evolucionado significativamente a lo largo de los años. Originalmente, el helado se hacía a mano con hielo y sal para enfriar la mezcla y se mezclaba constantemente para evitar la formación de cristales de hielo. Con el tiempo, se desarrollaron máquinas de helado que hicieron que el proceso fuera más eficiente y menos laborioso, esto ha permitido mejorar la calidad, la consistencia y la variedad de sabores del helado. Además, de aumentar la producción y reducir los costos, haciendo que el helado sea más accesible para más personas en todo el mundo.

2.1.4. Composición básica del helado de leche

El helado de leche es un producto alimenticio que se obtiene a partir de la mezcla y congelación de varios ingredientes. Su composición básica incluye la leche, el azúcar y la grasa, los cuales desempeñan un papel fundamental en las características sensoriales y la calidad del helado (Clarke y Schmidt, 2017). Seguidamente, se describen estos ingredientes principales y su influencia en la formulación del helado de leche.

2.1.4.1. *Leche*

La leche es uno de los componentes principales del helado de leche y aporta nutrientes esenciales, como proteínas, vitaminas y minerales. La leche también contribuye a la textura, la cremosidad y el sabor del helado. Además, la cantidad y el tipo de leche utilizada pueden afectar la consistencia y la capacidad de retención de agua del helado (Patel et al., 2018).

2.1.4.2. *Azúcar*

El azúcar es un ingrediente esencial en la formulación del helado de leche, ya que proporciona dulzor y mejora la palatabilidad del producto. Además, el azúcar actúa como un agente crioprotector al reducir la formación de cristales de hielo durante la congelación del helado (Marshall et al., 2019).

2.1.4.3. *Grasa*

La grasa, generalmente en forma de crema o nata, es un componente clave para la textura, la suavidad y la sensación en boca del helado de leche. La grasa ayuda a formar una estructura estable y cremosa, al tiempo que brinda una sensación de untuosidad. Además, la grasa contribuye a la capacidad de retención de aire del helado y ayuda a evitar la formación de cristales de hielo (Goff, 2017).

2.1.5. *Propiedades físicas y organolépticas deseables en un helado de calidad*

El helado es un producto alimenticio muy popular que se caracteriza por su textura suave, cremosa y por su agradable sabor. Estas propiedades son fundamentales para la calidad y aceptación del helado (Clark y Goff, 2017). A continuación, se describen las propiedades físicas y organolépticas deseables en un helado de calidad: textura, cremosidad y sabor.

2.1.5.1. *Textura*

La textura es una propiedad clave en el helado, ya que influye en la percepción del consumidor. Un helado de calidad debe tener una textura suave y libre de cristales de hielo. Para lograrlo, es importante controlar la velocidad de congelación y la formación de cristales de hielo durante la producción del helado. También se puede mejorar la textura mediante la incorporación de estabilizantes y emulsionantes que ayuden a mantener una estructura homogénea (Clark y Goff, 2017).

2.1.5.2. *Cremosidad*

La cremosidad es una característica deseable en el helado, ya que aporta una sensación suave y untuosa en boca. La presencia de grasa láctea en el helado es fundamental para lograr esta propiedad. La cantidad y el tipo de grasa utilizada en la formulación del helado pueden influir en su cremosidad. Además, la incorporación de aire durante el proceso de batido contribuye a aumentar la cremosidad y suavidad del helado (Hartel, 2017).

2.1.5.3. *Sabor*

El sabor es uno de los aspectos más importantes en la calidad del helado. Los ingredientes utilizados, como la leche, el azúcar, los sabores naturales o artificiales, y otros ingredientes adicionales, determinan el sabor final del helado. Un helado de calidad debe tener un sabor equilibrado, agradable y auténtico. Es importante garantizar la correcta proporción de ingredientes y la adecuada intensidad de sabor para obtener un helado sabroso (Goff, 2017).

2.1.6. *Tendencias actuales en el mercado de helados*

El mercado de helados ha experimentado una serie de tendencias en los últimos años, incluyendo la creciente demanda de productos más saludables, naturales y sostenibles, así como la aparición de sabores innovadores y la inclusión de ingredientes funcionales. También se ha producido un aumento en la popularidad de los helados artesanales y gourmet (Balthazar et al., 2019)

Los consumidores buscan cada vez más opciones de helado que sean más saludables y sostenibles. En este sentido, se han investigado ingredientes alternativos como leches vegetales, como la leche de almendra o de soja, así como edulcorantes naturales, como el sirope de agave o la Stevia y estabilizantes naturales (Yüksel et al., 2019).

La textura y las propiedades reológicas del helado son aspectos muy importantes para la calidad y el disfrute del helado. La textura se refiere a la sensación táctil que experimenta el consumidor al comer el helado, mientras que las propiedades reológicas se refieren a cómo se comporta el helado bajo diferentes condiciones de deformación y flujo (Nascimento et al., 2018).

2.1.7. *Agentes estabilizantes en la industria del helado*

Los agentes estabilizantes son ingredientes utilizados en la producción de helados con el objetivo de mejorar su estabilidad, textura y capacidad de retención de agua. En la industria del helado, se

emplean diversos tipos de agentes estabilizantes, entre los que se destacan la goma guar, la goma de algarrobo y el almidón (Clark y Goff, 2017). Posteriormente, se explorará la función principal de estos agentes estabilizantes y su impacto en la estructura y calidad del helado.

2.1.7.1. *Goma guar*

La goma guar es un polisacárido obtenido de las semillas de la planta de guar. Se utiliza como agente estabilizante en la producción de helados debido a su capacidad para formar una red tridimensional que atrapa el agua y evita la formación de cristales de hielo. Además, la goma guar contribuye a mejorar la textura del helado, proporcionando una mayor cremosidad y evitando la formación de grumos. Estudios han demostrado que la adición de goma guar en el helado resulta en una mayor viscosidad y capacidad de retención de agua (Dickinson, 2003).

2.1.7.2. *Goma de algarrobo*

La goma de algarrobo, también conocida como goma de garrofín, se extrae de las semillas de la planta de algarrobo. Esta goma se utiliza como agente estabilizante en el helado debido a su capacidad para formar geles viscosos y retener agua. La presencia de la goma de algarrobo en el helado ayuda a mejorar su textura, previniendo la formación de cristales de hielo y proporcionando una mayor suavidad y cremosidad. Además, la goma de algarrobo ha demostrado tener propiedades emulsionantes, lo que contribuye a mejorar la estabilidad de la emulsión de grasa en el helado (Agustí et al., 2011).

2.1.7.3. *Almidón*

El almidón, derivado de fuentes como el maíz, la papa o el arroz, también se utiliza como agente estabilizante en la industria del helado. El almidón tiene la capacidad de formar una matriz gelatinizada que retiene agua y evita la formación de cristales de hielo. La incorporación de almidón en el helado contribuye a mejorar su textura, proporcionando una mayor cremosidad y suavidad. Además, el almidón ayuda a controlar la liberación de agua durante la fusión del helado, evitando la formación de una fase acuosa no deseada (Marshall et al., 2019).

2.2. Almidón de la Papa china

2.2.1. Generalidades de la papa china

Colocasia esculenta es el nombre científico de la papa china, originaria de Asia tropical, que ahora se cultiva activamente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, la papa china es una hierba perenne que crece hasta una altura de 1 m o más, con un bulbo carnoso en la base y estolones laterales, gruesos y comestibles. El cormo puede ser masivo (hasta 4 kg), cilíndrico o esférico, con yemas laterales ubicadas sobre las cicatrices de las hojas dando lugar a nuevos cormos, retoños o estolones (Aboubakar et al., 2008).

Hay dos grupos principales de cultivares: el tipo eddoe, que tiene cormelos grandes y bien desarrollados, y el tipo dasheen, que tiene un cormo central grande y unos pocos cormelos pequeños agrupados. Los cormos con almidón y los bulbos son tóxicos cuando están crudos, por lo que deben comerse hervidos, fritos o asados, o pueden usarse para producir almidón y harina, el rendimiento del cormo puede ser de hasta 75 t/ha o tan bajo como 2 t/ha, dependiendo del cultivo, las hojas también son comestibles y nutritivas (Caicedo et al., 2013).

2.2.2. Origen y producción de la planta

La papa china es originaria de las regiones tropicales húmedas del sudeste asiático, incluida la India. Diversos investigadores concluyen que no es posible determinar un único centro de origen de la papa china. Pruebas procedentes de las tierras altas de Papúa Nueva Guinea indican que la transformación de la papa china se remonta al menos a hace 10.000 años, mientras que se han encontrado residuos de almidón de *Alocasia* y *Colocasia* en utensilios de piedra de Buka (Islas Salomón) que datan de hace unos 28.000 años (Madrigal et al., 2018).

Actualmente, la especie se encuentra en todas las islas del Pacífico y en todo el mundo. La mayor parte de la producción mundial de papa china se encuentra en África, seguida de Asia y Oceanía. Los principales productores en Asia son China, Japón, Filipinas y Tailandia; mientras que, en Oceanía, la producción está dominada por Papúa Nueva Guinea, Samoa, Islas Salomón, Tonga y Fiyi (FAO, 1999).

2.2.3. Taxonomía y morfología de la papa china

2.2.3.1. Taxonomía

(*C. esculenta*) conocida como papa china, pertenece a la familia de las aráceas, está emparentado con *Xanthosoma* y *Caladium*, plantas cultivadas comúnmente como ornamentales, y como ellas, a veces se denomina vagamente oreja de elefante. Está compuesto por al menos 100 géneros y más de 1500 especies (Mandal, 2013). Existe cormos de la papa china silvestre que no pueden utilizarse como alimento debido a una concentración extremadamente alta de cristales de oxalato cálcico. El epíteto específico, esculenta, significa "comestible" en latín. La tabla muestra la clasificación botánica. (Njintang et al., 2003)

Tabla 2-1: Clasificación botánica de la papa china (*Colocasia esculenta*).

Rango	Nombre científico
Reino	<i>Plantae</i> (Plantas)
Sub-reino	<i>Tracheobionta</i> (Plantas vasculares)
Superdivisión	<i>Espermatofitas</i> (Plantas con semilla)
División	Magnoliophyta (Plantas con flores)
Clase	Liliopsida (Monocotiledóneas)
Subclase	Arecidae
Pida	Arales
Familia	Aráceas (familia Arum)
Género	<i>Colocasia Schott (Colocasia)</i>
Especie	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott (Cocoyam)
Sinónimos	Malanga, Papa china, isla malanga, oreja de elefante, papa china, pituca, tayoba, yautía malanga, yautía Meléndez

Fuente: (Njintang et al.,2003)

Realizado por: Guamán C., 2024.

2.2.3.2. Morfología

La papa china es naturalmente una hierba monocotiledónea perenne, pero para fines prácticos se cosecha después de 5 a 12 meses de crecimiento. Alcanza una altura de 1 a 2 m y consta de un cormo central, situado justo debajo de la superficie del suelo, del que crecen hojas hacia arriba y raíces hacia abajo, mientras que los cormos, los cormos hijos y los estolones crecen lateralmente (Ubalua, 2016).

Tiene hojas verdes o púrpuras en forma de corazón junto con pecíolos largos, raíces fibrosas y un órgano de almacenamiento de nutrientes cilíndrico o a menudo irregular (cormo) y la naturaleza de la floración, fructificación y producción de semillas por papa chinas silvestres o cultivados no se ha entendido completamente (Matthews, 2012).



Ilustración 2-3: Tubérculos de papa china.

Fuente: (FAO, 1999)

2.2.4. Composición Química de la papa china

El cormo de la papa china tiene un 70 - 80 % (peso seco) de almidón con gránulos pequeños. Debido al pequeño tamaño (1-4 μm de diámetro) de sus gránulos de almidón, es altamente digestible, por lo que se utiliza ampliamente en alimentos infantiles y en las dietas de personas alérgicas a los cereales y de niños sensibles a la leche (Xurun et al., 2022).

El almidón de papa china, dado su pequeño tamaño de gránulo, también se ha utilizado para aplicaciones industriales, tiene naturaleza hipoalérgica (baja tendencia a causar reacciones alérgicas) y además el almidón no contiene gluten (Xurun et al., 2022).

El almidón de papa china también es bueno para pacientes con úlcera péptica, enfermedades pancreáticas, problemas hepáticos crónicos y enfermedades inflamatorias intestinales y de la vesícula biliar. El tamaño de los gránulos de almidón varía según la variedad y oscila entre 1,5 y 6,6 μm , la forma es poligonal. El almidón de esta planta contiene aproximadamente un 50 % menos de amilosa y un contenido de amilopectina superior al de otros cereales (Singh y Kaur, 2022).

La relación amilosa/amilopectina es de 1:7. El almidón de papa china forma una pasta clara y blanda similar al almidón de patata. La temperatura de gelatinización del almidón depende de la variedad, así como de la madurez en el momento de la cosecha, y es más baja a medida que aumenta la edad, oscilando entre 63 - 73 ° C. El azúcar más importante de la papa china es la sacarosa, pero también están presentes la fructosa, la maltosa, la glucosa y la rafinosa. El ácido

málico es el ácido orgánico más importante (60 %), seguido del ácido cítrico (25 %) y el ácido oxálico (15 %) (Arnavid, et al., 1999).

- a. **Humedad:** Dado que es un cultivo de raíz, su contenido de humedad es muy alto y representa dos tercios del peso total de los cultivos frescos. El contenido de humedad varía según la variedad, las condiciones de crecimiento y el momento de la cosecha. En general, el contenido de humedad de la papa china oscila entre el 60-83 % (FAO, 1999).
- b. **Proteínas:** La papa china contiene aproximadamente un 11 % de proteínas en peso seco. Este porcentaje es superior al del ñame, la mandioca o la patata. La fracción proteica es rica en aminoácidos esenciales de triptófano, leucina, arginina, valina y fenilalanina. Entre los aminoácidos esenciales, la metionina, la lisina, la cisteína, la fenilalanina y la leucina son relativamente más abundantes en la hoja que en el cormo. El contenido proteínico del cormo es mayor hacia la periferia del cormo que hacia su centro (FAO, 1999). Esto implica que debe tenerse cuidado al pelar el cormo; de lo contrario, podría perderse una cantidad significativa de proteína en el pelado. En cuanto a la hoja, al igual que las plantas superiores, la hoja de la papa china es rica en proteínas. Contiene aproximadamente un 23 % de proteínas en peso seco (FAO, 1999).
- c. **Grasa:** Como muchos otros cultivos de raíces y tubérculos, el contenido de grasa de la papa china es muy bajo y se compone principalmente de los lípidos de la membrana celular. En general, el contenido de grasa de la raíz de papa china oscila entre el 0,3 y el 0,6 % (Caicedo et al., 2013).
- d. **Fibra bruta:** El contenido de fibra bruta de la papa china oscila entre el 0,3 y el 3,8 % (FAO, 1999). La fibra cruda tiene muchas propiedades funcionales deseables. Entre ellas se incluyen la facilitación de las funciones alimentarias, la ayuda en el suministro de microcomponentes y en el metabolismo de la glucosa y también la ralentización del proceso de reabsorción de componentes indeseables de la dieta, como el colesterol, la disminución del tiempo de tránsito intestinal, la reducción del colesterol total y del colesterol LDL en sangre, disminuir el nivel de glucosa e insulina en sangre posprandial, amortiguar el exceso de ácido en el estómago, prevenir el estreñimiento, aumentar la capacidad de retención de agua de los alimentos, aumentar la estabilidad de los alimentos modificando su estructura y densidad, texturizar los alimentos, formar gel en los alimentos y espesar los alimentos (Nijoku y Ohia, 2007).

- e. **Ceniza total:** La papa china contiene una cantidad bastante elevada de cenizas. De ello se deduce que tiene un buen contenido mineral. El contenido en cenizas oscila entre el 3,54 y el 7,78 % (Nijoku y Ohia, 2007; Mbofung et al., 2006).
- f. **Minerales:** esta planta tiene una buena fuente de minerales, como hierro (8,66 - 10,8 mg/100 g), calcio (31 - 132 mg/100 g), sodio (82 - 1521,34 mg/100 g), magnesio (118-415,07 mg/100 g), fósforo (72,21-340 mg/100 g), zinc (2,63 mg/100 g), cobre (1,04 mg/100 g) y una excelente fuente de potasio (2271 - 4276,06 mg/100 g). Alimento con alta proporción de potasio y sodio recomendado para pacientes con hipertensión (FAO, 1999).
- g. **Vitaminas:** La vitamina C y el complejo vitamínico B (niacina, riboflavina y tiamina), que son componentes importantes de la dieta humana, están presentes en cantidad apreciable en los cormos y las hojas de la papa china. Al igual que otras raíces y tubérculos, es deficiente en la mayoría de las demás vitaminas, pero contiene cantidades significativas de fibra dietética. La hoja cocida contiene betacaroteno, hierro y ácido fólico que protegen contra la anemia (FAO, 1990). Una libra de harina (*xanthosoma*) contiene unas 1.530 calorías. La composición de la harina de malanga es aproximadamente: 75,5 % de hidratos de carbono, 5,1 % de proteínas, 1,6 % de planos, 9,8 % de fibra, 1,2 % de agua y 6,8 % de minerales (Njoku et al., 2007).

Tabla 1-2: Valor nutricional de la raíz de papa china CDR (Cantidades Dietéticas Recomendadas).

Principio	Valor nutritivo por 100 g	
	Valor nutritivo	Porcentaje de RAD
Energía	112 kcal	6
Carbohidratos	26.46 g	20
Proteína	1.50 g	3
Grasa total	0.20 g	<1
Colesterol	0 mg	0
Fibras alimentarias	4.1 g	0
Vitaminas		
Folatos	22 µg	5.5
Niacina	0,600 mg	4
Ácido pantoténico	0,303 mg	6
Piridoxina	0,283 mg	23
Riboflavina	0,025 mg	2
Tiamina	0,095 mg	8
Vitamina A	76 IU	2.5
Vitamina C	4,5 mg	7
Vitamina E	2,38 mg	20
Vitamina K	1 µg	1
Electrolitos		
Sodio	11 mg	<1
Potasio	591 mg	12.5
Minerales		
Calcio	43 mg	4
Cobre	0,172 mg	19
Hierro	0,55 mg	7
Magnesio	33 mg	8
Manganeso	0,383 mg	1.5
Selenio	0,7 µg	1
Zinc	0,23 mg	2

Fuente: Base de datos nacional de nutrientes del USDA.

Realizado por: Guamán C., 2024.

2.2.5. Componentes del almidón de la papa china

Químicamente el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares estos son amilosa y amilopectina.

2.2.5.1. Amilosa

La amilosa es un polímero esencialmente lineal formado por unidades de D-glucosa unidas por enlaces a 1 - 4; sin embargo, se ha demostrado la presencia de cierta cantidad de enlaces a 1 - 6 en esta macromolécula (Hood, 1982). Dichas ramificaciones se encuentran de manera espaciada no frecuentes, lo que permite observar que la amilosa se comporta como un polímero lineal (Lineback y Rasper, 1988). Las moléculas de amilosa contienen, en promedio de 500 a 6000 unidades de D-glucosa repartidas en un número de cadenas que va de 1 a 20. Cada cadena presenta un grado de polimerización (GP) promedio de 500 siendo GP el número de unidades de glucosa que se encuentran unidas en una cadena (Mac Allister, 1979).

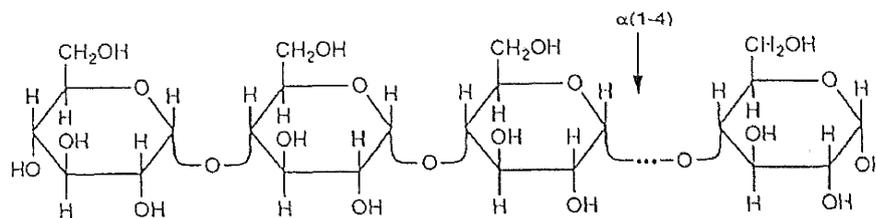


Ilustración 2-4: Amilosa

Fuente: (FAO, 1999)

La presencia de grupos hidroxilos permite que presente propiedades hidrofílicas al polímero, permitiéndole tener afinidad con el agua, pero debido a su linealidad, los polímeros de la amilosa tienden a agruparse de forma paralela permitiendo la formación de puentes de hidrógeno, entre los hidroxilos de los polímeros adyacentes reduciendo así su afinidad por el agua. En soluciones diluidas, la estructura lineal del polímero permite la formación de películas fuertes, fenómenos relacionados con la asociación intermolecular entre las moléculas de amilosa, denominado retrogradación (Aristizábal et al., 2007).

2.2.5.2. Amilopectina

Es un polímero ramificado formado por cadenas lineales constituidos por 15 - 35 moléculas de glucosa unidas por enlaces α -D - (1,4). Estas cadenas están unidas entre ellas por enlaces α -D - (1,6) que forman los puntos de ramificación. La amilopectina tiene 5-6 % de enlaces α -D - (1,6) y está constituida alrededor de 100 000 moléculas de glucosa (Aristizábal et al., 2007). Debido al gran tamaño de la amilopectina se reduce la movilidad de los polímeros e interfieren su tendencia de orientarse estrechamente para permitir niveles significantes de enlaces de hidrógeno. Como resultado, las soluciones acuosas de amilopectina se caracterizan por su claridad y estabilidad como medida de la resistencia a gelificarse durante el almacenamiento (Badui Dergal, 2012).

Generalmente, los gránulos de almidón al colocarlos en agua a temperaturas superiores de 60 ° C, dependiendo el tipo se observa que sufre un proceso de hinchamiento, obteniendo una fracción soluble de amilosa en 15 - 30 % y el resto de amilopectina, que es la fracción insoluble (Laguna, 1962). Existen cereales como el maíz, sorgo y arroz, tienen variedades llamadas “céreas” que están constituidas casi sólo por amilopectina; hay otras que tienen hasta 90 % de amilosa. La concentración relativa de estos dos polímeros está regida por factores genéticos típicos de cada cereal (Aristizábal et al., 2007).

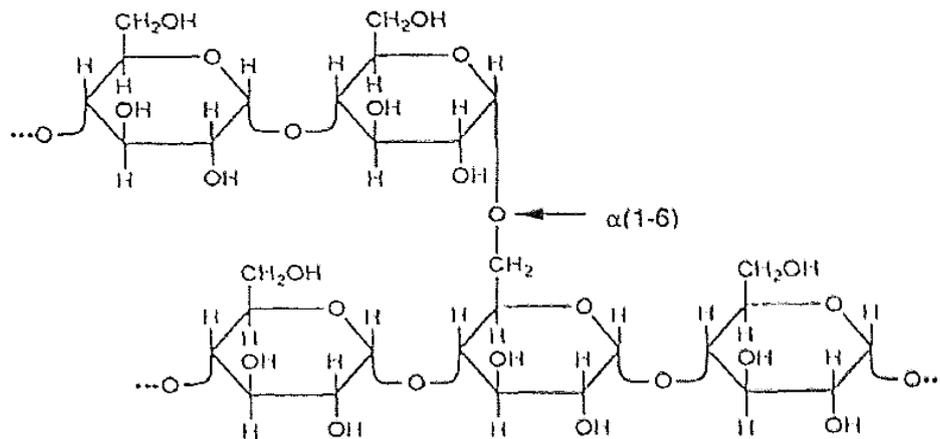


Ilustración 2-5: Amilopectina

Fuente: (FAO, 1999)

Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización. En ciertos casos, cuando una de las fracciones está en exceso, puede traer consigo algunos inconvenientes, esto se observa en el caso del arroz cocido, cuya calidad mejora cuando se reduce el contenido de amilopectina, pues resulta menos pegajoso (Aristizábal et al., 2007).

2.2.6. *Propiedades físicas y químicas del almidón de la papa china*

El procesamiento térmico de una suspensión de almidones se asocia principalmente a dos fenómenos: la gelatinización, que es el colapso o rompimiento del orden molecular con cambios irreversibles en sus propiedades y la retrogradación, que es un retorno a la estructura ordenada cuando el gel se enfría (Aziz et al., 2019).

2.2.6.1. *Propiedades de gelificación:*

El almidón de papa china tiene una capacidad significativa para formar geles termorreversibles, lo que es importante en la producción de alimentos procesados y productos farmacéuticos. Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, aunque se hinchan cuando se calientan en un medio acuoso. Inicialmente el hinchamiento es reversible y las propiedades ópticas del gránulo no se pierden (birrefringencia); sin embargo, cuando se alcanza una cierta temperatura el hinchamiento llega a ser irreversible y la estructura del gránulo se altera significativamente. Este proceso es conocido como gelatinización y la temperatura a la cual ocurre este fenómeno se le conoce como temperatura de gelatinización (Shi et al., 2017)

Cuando el gránulo alcanza esta temperatura pierde su birrefringencia, la amilosa se difunde hacia el agua y la amilopectina queda dentro del gránulo para finalmente perder su estructura. La amilosa fuera del gránulo forma una red y produce un gel. En general la solubilización de las moléculas de almidón, el hinchamiento e hidratación y la pérdida de la estructura granular son colectivamente definidos por el término gelatinización (Nurhidayatullaili et al., 2018).

Nurhidayatullaili y otros (2018) mencionan que son tres los procesos que integran el proceso de gelatinización los cuales están basados en la termodinámica de no-equilibrio y son los siguientes:

1. Difusión de agua dentro de los gránulos de almidón.
2. Un proceso de fusión característico que es facilitado por la hidratación ya presente.
3. Un hinchamiento del gránulo como resultado de la desintegración de los cristales como se ejemplifica en la ilustración:

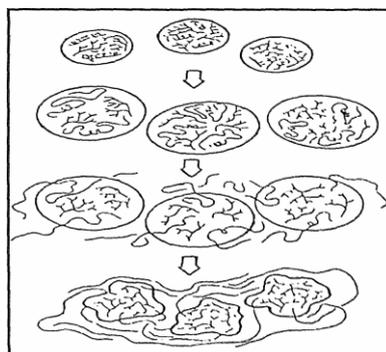


Ilustración 2-6: Proceso de gelatinización

Fuente: (Nurhidayatullaili et al., 2018)

Los geles obtenidos una vez que el almidón ha sufrido gelatinización presentan diversas propiedades las cuales van a depender del contenido de amilosa y amilopectina.

2.2.6.2. *Propiedades de Retrogradación.*

Cuando la dispersión de almidón gelatinizado es enfriada las moléculas de amilosa se aproximan entre ellas formando zonas cristalinas, como consecuencia de la formación de un gel. Esta transformación de almidón es conocida como retrogradación y acompañada de la expulsión de agua de las moléculas de amilosa; denominada sinéresis (Sun et al., 2019).

La retrogradación se manifiesta por la formación de precipitados o geles y afecta a la textura, aceptabilidad y digestibilidad de los alimentos que contienen almidón. A pesar de que la amilosa y la amilopectina están sujetas a la retrogradación, parece ser que la amilopectina es la molécula que más influye en los cambios que se suscitan en los alimentos que contiene almidón cuando son almacenados (Nurhidayatullaili et al., 2018).

2.2.6.3. *Propiedades de espesamiento*

- **Capacidad de retención de agua:** El almidón de papa china tiene una alta capacidad de retención de agua, lo que significa que puede absorber y retener grandes cantidades de agua en su estructura. Esto lo convierte en un buen agente espesante para sopas, salsas y otras comidas que requieren una textura más espesa (Aziz et al., 2019).
- **Viscosidad:** El almidón de papa china tiene una alta viscosidad en solución, es decir puede formar mezclas más espesas y estables. Esta propiedad lo hace útil como agente espesante y estabilizador en productos alimenticios y bebidas, como pudines, helados, batidos y bebidas deportivas (Sun et al., 2019).
- **Compatibilidad con otros ingredientes:** Este almidón es compatible con otros ingredientes utilizados en la industria alimentaria y de bebidas, como emulsionantes, estabilizantes y espesantes. Esta propiedad lo hace adecuado para su uso en la producción de productos alimenticios que requieren una textura más espesa y estable (Aziz et al., 2019).

2.2.6.4. *Propiedades de emulsificación:*

El almidón de papa china (*Colocasia esculenta*) también tiene propiedades emulsificantes que lo hacen útil en la industria alimentaria y de bebidas. A continuación, se detallan algunas de sus propiedades emulsificantes:

- **Capacidad emulsificante:** El almidón de papa china puede actuar como un emulsionante natural en alimentos y bebidas, estabilizando y mejorando la textura de las emulsiones. La

capacidad emulsificante se debe a su estructura química y a su capacidad para interactuar con grasas y aceites (Álvarez et al., 2021).

- **Tamaño de partícula:** El tamaño de partícula del almidón de papa china puede influir en su capacidad emulsificante. Se ha encontrado que los almidones con un tamaño de partícula más pequeño tienen una mayor capacidad emulsificante debido a una mayor área superficial y a una mayor interacción con las moléculas de grasa (Chen et al., 2019).
- **Estabilidad de la emulsión:** El almidón de papa china puede mejorar la estabilidad de la emulsión al prevenir la separación de fases y la coalescencia de las gotas de grasa. Esto se debe a su capacidad para formar una capa protectora alrededor de las gotas de grasa y a su capacidad para reducir la tensión superficial en la interfaz de la emulsión (Álvarez et al., 2021).

2.2.7. Interacciones entre almidón de la papa china y otros ingredientes en el helado de leche.

En la formulación del helado de leche, el almidón de papa china interactúa con otros ingredientes clave como la leche, los sólidos lácteos y los emulsionantes. Estas interacciones pueden tener un impacto significativo en las propiedades y la calidad del helado. A continuación, se analizarán las posibles interacciones entre el almidón y estos ingredientes, así como la función de la amilosa y la amilopectina en estas interacciones.

2.2.7.1. Interacción con la leche y los sólidos lácteos

El almidón de papa china puede interactuar con los componentes de la leche, como las proteínas y los lípidos. La amilosa, una fracción lineal del almidón, tiene una mayor afinidad por las proteínas lácteas, lo que puede influir en la formación de complejos de inclusión y afectar la estabilidad de la matriz del helado. Por otro lado, la amilopectina, una fracción ramificada del almidón, puede interactuar con los lípidos de la leche, y puede interactuar en la estabilidad de la emulsión y la textura del helado (Gibbs et al., 2010).

2.2.7.2. Interacción con emulsionantes

Los emulsionantes utilizados en la formulación del helado, como las lecitinas y los mono- y diglicéridos, también pueden interactuar con el almidón de papa china. Estas interacciones pueden afectar la estabilidad de la emulsión de grasa en el helado, así como las propiedades reológicas y texturales. Se ha observado que los emulsionantes pueden formar complejos con la amilosa y la

amilopectina, lo que puede modificar la estructura del almidón y afectar la retención de agua y la textura del helado (Liu et al., 2016). La comprensión de estas interacciones entre el almidón de papa china y otros ingredientes es fundamental para controlar y optimizar las propiedades físicas y organolépticas del helado de leche. Estas interacciones pueden afectar la estabilidad de la estructura del helado, la formación de cristales de hielo, la textura, la cremosidad y la liberación de sabor y aroma (Lutz et al., 2008).

2.3. Métodos de evaluación de calidad del helado

Para determinar el efecto del almidón de papa china en la calidad del helado de leche, se utilizan diversos métodos y técnicas de evaluación. Estos métodos permiten analizar tanto las características sensoriales como las propiedades físico - químicas y microbiológicas del helado. Seguidamente, se describirán algunos de los métodos más comunes utilizados en la evaluación de la calidad del helado:

2.3.1. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos son esenciales para evaluar la seguridad y calidad microbiológica del helado. Se realizan pruebas para determinar la presencia y cantidad de microorganismos patógenos y de deterioro, así como para verificar la eficacia de los procesos de pasteurización y congelación en la eliminación de microorganismos. Estos análisis se basan en técnicas de cultivo, como recuento de bacterias aerobias, coliformes, *Salmonella* y recuento de hongos y levaduras (FDA, 2017).

La combinación de estos métodos y técnicas de evaluación permite obtener una visión completa de la calidad del helado de leche y determinar el efecto del almidón de papa china en sus características físicas, organolépticas y microbiológicas.

2.3.2. Análisis físico - químicos

Las técnicas para evaluar las propiedades físico - químicas del helado incluyen la determinación del contenido de grasa, humedad, sólidos totales, pH, viscosidad, tamaño de cristales de hielo, capacidad de retención de aire y perfil de fusión. Se utilizan equipos y metodologías específicas, como espectrofotometría, cromatografía, reología y microscopía, para realizar estos análisis (ICMSF, 2002).

2.3.3. Pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales son fundamentales para evaluar la aceptabilidad y preferencia del helado. Se pueden utilizar diferentes métodos, como pruebas de evaluación hedónica, escalas de puntuación y pruebas de comparación, para determinar atributos como el sabor, la textura, la cremosidad y la apariencia del helado. Estas pruebas son realizadas por un panel de catadores entrenados o consumidores seleccionados (Liddell y Weir, 2018).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración de la investigación

Los análisis se los efectuó en el Laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la Panamericana Sur Km 1, Sector Cutuglagua, Cantón Mejía, Pichincha y la investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana sur Km. 1 ½, a una altitud de 2760 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de 13°C. En la Tabla 3-1, se presentó las principales características meteorológicas del Laboratorio de Procesamiento de alimentos.

Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas.

Temperatura (° C)	13,50
Humedad relativa %	66,30
Precipitación (mm/año)	720,40
Heliofalía, horas luz	165,15

Fuente: Estación meteorológica de la FRN – ESPOCH. (2020).

Realizado por: Guamán C., 2024.

El periodo de investigación del presente trabajo fue aproximadamente de 90 días, en la obtención de harina de (*Colocasia esculenta*), como agente estabilizante en la elaboración de un tipo de helado de leche.

3.2. Unidades Experimentales

Se utilizó como unidad experimental 250 ml de leche por tratamiento, dándonos un total de 4000 mililitros de helado.

3.3. Materiales, equipos, reactivos e insumos

3.3.1. Materiales

- Termómetro
- Pala de madera

- Malla de tela
- Cedazo plástico
- Jarra de plástico
- Recipientes para leche
- Bidones
- Envases plásticos
- Balanza
- Cuchillo
- Espátula
- Probeta
- Papel aluminio
- Vaso termo resistente
- Cajas Petri
- Tubos de ensayo
- Campana
- Mechero
- Asa de siembra
- Porta objetos
- Reloj
- Bandeja de tinción
- Gotero
- Cápsula de platino
- Pipetas

3.3.2. Equipos

- Pasteurizador
- Homogeneizador
- Refrigerador
- Congelador
- Olla mezcladora
- Batidora industrial
- Quemador a gas
- Baño maría
- Refrigerador

- Autoclave
- Microscopio
- Estufa
- Desecador
- Acidómetro
- Agitador magnético

3.3.3. *Reactivos*

- Agares
- Agua destilada
- Colorantes
- Saborizantes artificiales
- Colorantes artificiales
- Almidón de papa china

3.3.4. *Insumos*

- Leche
- Azúcar

3.4. **Tratamientos y diseño Experimental**

Los tratamientos que se desarrollaron en la investigación se basaron en la utilización de tres diferentes niveles de almidón de papa china (2%, 4%, 6%), como agente estabilizante para la elaboración de un tipo de helado de leche incluido el tratamiento control (0%), con 4 repeticiones.

Tabla 3-2: Esquema del experimento

Tratamientos	Código	Repeticiones	*TUE ml	ml/Tratamiento
Almidón de papa china 0%	T0	4	250ml	1000ml
Almidón de papa china 2%	T1	4	250ml	1000ml
Almidón de papa china 4%	T2	4	250ml	1000ml
Almidón de papa china 6%	T3	4	250ml	1000ml
Total				4000

*TUE: Tamaño de la unidad experimental en ml.

Realizado por: Guamán C., 2024.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) cuyo modelo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media por observación

α_i = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Efecto del error experimental

3.5. Mediciones Experimentales

3.5.1. Análisis Físico Químico

- pH
- Grasa
- Proteína
- Sólidos Totales
- Acidez

3.5.2. Análisis Microbiológico

- Recuento de microorganismos mesófilos.
- Recuento de coliformes.
- Recuento de *E. coli*.
- Recuento de *Staphylococcus aureus*.
- Detección de *Salmonella*.
- Detección de *Listeria monocytogenes*.

3.5.3. Análisis Organoléptico

- Sabor
- Consistencia
- Olor
- Color

3.5.4. Análisis Económico

- Costo – Beneficio

3.5.5. Tipo de Estudio

El presente estudio es un trabajo experimental, con un tipo descriptivo cuyo fundamento es la representación de eventos y hechos referentes a la factibilidad de la utilización de almidón de papa china (*Colocasia esculenta*) como estabilizante para la elaboración de helado de leche realizando el diagnóstico de la materia prima y estableciendo el diseño mediante la transformación de la materia prima para la obtención del estabilizante. Además, se seleccionó parámetros de estudio de categorías técnicas y se evaluó los indicadores de las categorías mediante la validación del producto final obtenido.

3.5.6. Estudio de intervención

El estudio permitió simular el proceso de elaboración de almidón a escala, de tal manera que se pudo identificar los parámetros de funcionamiento tales como tiempo, temperatura, presiones variables que resultaron de vital importancia para obtener el producto deseado, otro de los puntos claves en el estudio fue que permitió conocer la cantidad de materia prima que se requiere para producir cierta cantidad de almidón, influyendo en el control de calidad, etapa que se encargó de verificar que el producto cumpla con lo establecido en la norma de calidad.

3.5.7. Método Inductivo

Se inició con la observación como método para tomar información en las diferentes etapas para la obtención del almidón como: lavado, pelado, secado, molienda, tamizado, licuado, sedimentación, etapas que contaron con un control de calidad constante para garantizar un producto de calidad.

3.5.8. Experimental

Este método se empleó utilizando operaciones unitarias, transformando la materia prima en producto final con cambios físicos, químicos y microbiológicos. En el proceso, se controló cada etapa de producción, por lo que, se determinó los puntos críticos para que el producto este acorde con los parámetros a la normativa de control.

3.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Para el presente trabajo se utilizó los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Estadística descriptiva.
- Pruebas organolépticas.
- Separación de medias mediante Duncan al nivel de significancia $P < 0,05$.

Tabla 1-3: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	$(n - 1) = 15$
Tratamiento	$(t - 1) = 3$
Error	$(n - 1) - (t - 1) = 12$

Realizado por: Guamán C., 2024

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. *Formulación para la obtención del helado*

Potti (2012), menciona que el proceso de elaboración de helados es de la siguiente manera.

- Seleccionar las materias primas que fueron a formar parte del producto.
- Añadir los ingredientes como almidón y la leche.
- Mezclar con los aditivos (azúcares, estabilizantes, etc.), por varios minutos.
- Pasteurizar la mezcla a una temperatura de 80 - 85 ° C durante 25 s.
- Enfriar la mezcla a 4 ° C.
- Maduración, a una temperatura de 4 - 6 ° C durante unas 24 horas.
- Mantecación, en constante batido hasta que adquiriera la característica homogénea del helado (estado semisólido).
- Envasar el helado en tarrinas.
- Endurecer el helado a una temperatura de -15 ° C. El endurecimiento debe ser rápido para prevenir la formación de grandes cristales de hielo con lo que se obtendrá un helado de textura áspera o rugosa.
- Identificación del producto.

3.7.2. Obtención del almidón

Se empleó el método de extracción del almidón por vía húmeda descrito por (Songor y Tenesaca, 2019):

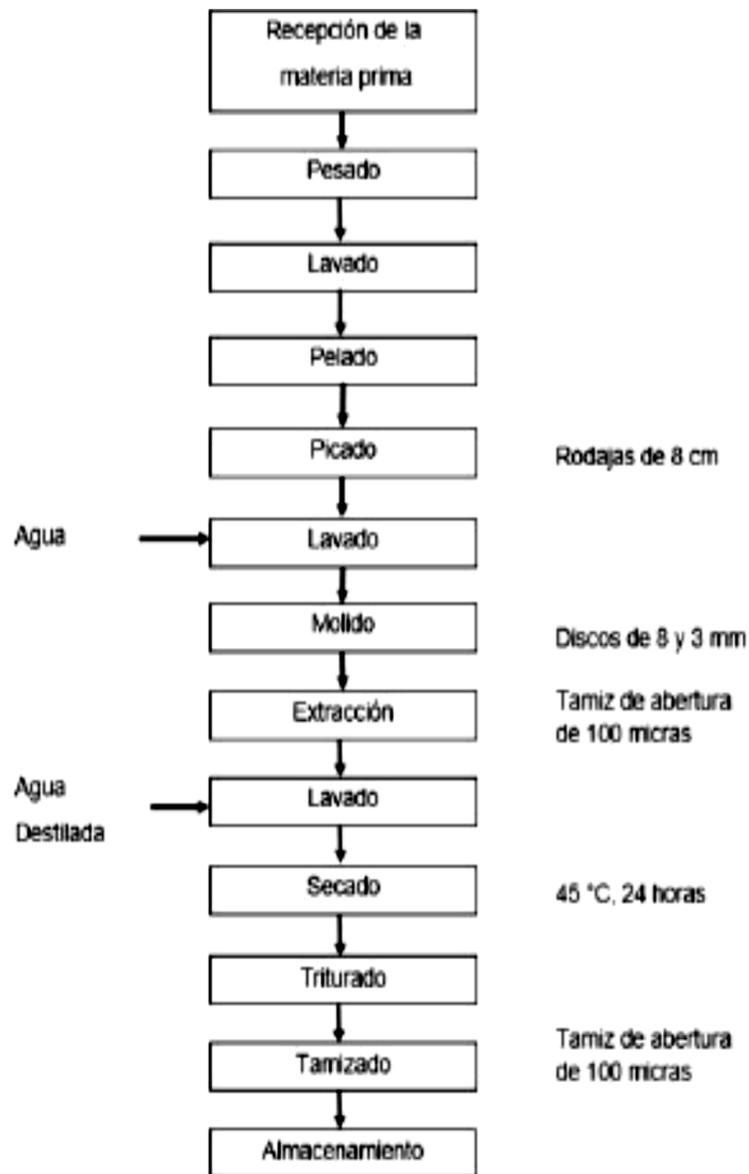


Ilustración 3-1: Proceso de obtención del almidón de la papa china

Fuente: (Songor y Tenesaca, 2019)

- **Recepción de la materia prima:** La papa china se obtuvo de la región amazónica, preparándose para mantenerse en un recipiente seco a temperatura ambiente.
- **Pesado:** Posteriormente se pesó para determinar cuál era su rendimiento.

- **Lavado:** Se procedió a lavar la papa china con agua corriente y un cepillo de plástico, durante quince minutos para eliminar la tierra e impurezas. Luego, se retiró la cáscara y se colocó en un recipiente con agua para evitar que se oxidara.
- **Picado:** Se cortó rodajas de papa china de 8 cm aproximadamente y se realizó un segundo lavado para eliminar impurezas.
- **Molido:** Se empleó discos de 8 y 3 mm para moler las rodajas de papa china en el molino para crear una pasta fina que permitiera separar la fibra de los gránulos de almidón.
- **Extracción y lavado de la pulpa:** en esta etapa, la pulpa del molino se colocó en un tamiz de abertura de 100 μm y se lavó con agua destilada en una relación de peso 2:1. Se realizó dos lavados de la pulpa, lo que resultó en un residuo blanco que contiene fibra, minerales y proteínas.
- **Secado:** Para extraer el agua del almidón, la pulpa del filtrado se situó en bandejas de acero inoxidable y se dejó en el secador del laboratorio, a una temperatura de 45°C durante un día. Es importante no superar este tiempo porque se corre el riesgo de que el almidón se quemé y se oscurezca.
- **Triturado:** el almidón seco se retiró de las bandejas y se instaló en una licuadora industrial durante 15 minutos para reducir la granulometría de las partículas.
- **Tamizado:** Luego, se utilizó una malla de 100 μm para tamizar las partículas que no pasaron el tamiz, lo que resultó en un gránulo fino.
- **Almacenado:** Se almacenó en un recipiente hermético para evitar el contacto con cualquier agente contaminante.

3.8. Pruebas fisicoquímicas

Tabla 3-4: Pruebas fisicoquímicas para la materia prima

Parámetro	Procedimiento	Norma/ técnica
Ph	<ul style="list-style-type: none"> En un vaso de precipitación se colocó 10 ml de la muestra. Se lavó y secó los electrodos del pHmetro. Se calibro con la solución buffer de pH 7. Se realizó la lectura correspondiente. 	pHmetro
Grasa	<ul style="list-style-type: none"> Se colocó 10 ml de ácido sulfúrico 1,7 mg/lt en el butirómetro, 11 ml de la muestra, bien agitada y 1 ml de alcohol Isoamílico. Se tapó el butirómetro y mezclar hasta que se torne de color marrón homogéneo. Se centrifugó a 1200 rpm por un tiempo de 5 minutos Se realizó la lectura correspondiente. 	NTE INEN 12:1973 Método de Gerber
Proteína	<ul style="list-style-type: none"> Se determinó el nitrógeno total en forma de amonio de los alimentos. $\%N = \frac{V * N * Pe}{10 * \alpha}$ $\%P = \%N * 6,38$	NTE INEN 16:2015 Método de Kjeldahl
Solidos totales	<ul style="list-style-type: none"> Se pesó la cápsula a peso constante Se agregó 10 g de leche - Mezclar con agitador Se calentó a BM 20min colocando la cápsula en un triángulo refractario Se secó en estufa 4h/99°C. 	NTE INEN 14:1984
Acidez	<ul style="list-style-type: none"> Se introdujo 20,0 cm³ de muestra a determinar en el interior de un matraz Erlenmeyer. Añadir 3 gotas de fenolftaleína y homogeneizar con el agitador magnético Se valoró la leche con el Hidróxido de Sodio que se encuentra en la bureta, anotando cuidadosamente el volumen gastado hasta que la muestra mantenga la coloración rosácea más de 30 segundos. 	NTE INEN 13:1984

Realizado por: Guamán C., 2024.

3.8.1. Análisis Microbiológico

Para el análisis microbiológico se basó en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 706 HELADOS. REQUISITOS. En la Tabla 3-5 se detalla los parámetros necesarios:

Tabla 3-5: Parámetros microbiológicos necesarios para el helado

Parámetro	Normativa
Recuento de microorganismos mesófilos.	NTE INEN 1529-5 (ISO 4833, o en la ISO 6610).
Recuento de coliformes.	NTE INEN 1529-7 (ISO 4832).
Recuento de <i>E. coli</i> .	NTE INEN 1529-8 (ISO 4831).
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> <i>coagulasa positiva</i> .	NTE INEN 1529-14
Detección de <i>Salmonella</i> /25g.	NTE INEN 720 (ISO 6785 (ISO 6579)
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> /25 g	ISO 10560 (ISO 11290-1).

Fuente: (NTE INEN 706: 2013, pp. 6-7).

Realizado por: Guamán C., 2024.

3.9. Pruebas Organolépticas

Se realizó una evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad y las características organolépticas (sabor, consistencia, color y olor), del helado con adición de diferentes niveles de almidón de papa china. El Test a utilizar será el Rating Test de respuesta objetiva.

La evaluación sensorial desempeña un papel crucial en la determinación de la calidad de un producto alimenticio, incluido el helado de leche, los resultados sensoriales proporcionan información valiosa sobre las preferencias del consumidor y la aceptabilidad del producto (Balthazar et al., 2019). En este estudio, se evaluaron cuatro atributos sensoriales importantes del helado de leche: sabor, consistencia, color y olor. Estos atributos fueron evaluados en cuatro tratamientos diferentes (T0, T1, T2, T3) utilizando una escala de Likert con tres categorías: Me gusta (3), Ni me gusta, ni me disgusta (2) y No me gusta (1).

El sabor es uno de los atributos sensoriales más importantes en el helado de leche, ya que influye en la satisfacción del consumidor. La evaluación del sabor proporciona información sobre la intensidad y la calidad de los sabores presentes en el helado. Una puntuación alta en la escala de Likert para el sabor indicaría una preferencia positiva y una experiencia sensorial agradable (Clark y Goff, 2017).

La consistencia se refiere a la textura y la estructura del helado. Evaluar la consistencia del helado es importante para determinar si presenta la cremosidad y suavidad deseadas. Una puntuación alta en la escala de Likert para la consistencia indicaría una textura agradable y una sensación en boca satisfactoria (Clarke y Creamer, 2015).

El color puede proporcionar información sobre la aceptabilidad visual del helado y su apariencia general. Una evaluación positiva en cuanto al color indicaría una apariencia atractiva y una alta calidad percibida (Goff, 2017).

El olor también juega un papel fundamental en la experiencia sensorial del helado de leche. Un aroma agradable y apetitoso puede influir en la percepción general del producto. La evaluación del olor proporciona información sobre la intensidad y la calidad de los aromas presentes en el helado. Una puntuación alta en la escala de Likert para el olor indicaría una preferencia positiva y una experiencia sensorial placentera (Clark y Goff, 2017).

En este análisis e interpretación de los datos, se examinarán las puntuaciones obtenidas en los tratamientos T0, T1, T2, T3 para los atributos de sabor, consistencia, color y olor. Se buscarán tendencias y diferencias significativas entre los tratamientos para determinar la influencia de los ingredientes o las condiciones de procesamiento en la percepción sensorial del helado de leche. Estos resultados proporcionaron información valiosa para la mejora de la calidad del producto y la satisfacción del consumidor.

3.10. Análisis costo beneficio

El análisis costo-beneficio es una herramienta utilizada para evaluar si los beneficios obtenidos de un proyecto o una iniciativa superan los costos incurridos (Aguilera, 2017). Aplicado al caso del helado de leche, el análisis costo-beneficio nos permitió determinar si la producción y venta de helado es rentable y genera un retorno positivo.

Para realizar un análisis costo-beneficio del helado de leche, se siguió los siguientes pasos:

- **Identificación de costos:** Se identificó todos los costos asociados a la producción de helado de leche. Esto incluye los costos de ingredientes, mano de obra, maquinaria y equipo, costos de producción, entre otros. Este análisis se muestra en el Anexo B.
- **Identificación de beneficios:** Se mostró los beneficios generados por la producción y venta de helado de leche. Estos beneficios pueden incluir ingresos por ventas, ganancia de mercado, entre otros. Anexo C.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Análisis de composición química de la muestra de papa china

Tabla 4-1: Composición química de la muestra de papa china

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSAQ	AMILOPECTINA
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-04	MO-LSAIA-04
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet 1983	Morrison y Laignelet 1983
UNIDAD	%	%	%
22-0652	9,21	38,73	61,27%

FUENTE: Laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

Realizado por: Guamán C., 2024

La Tabla 4-1, nos muestra los resultados que se obtuvieron del análisis proporcionado por el (INIAP), en donde indica que la humedad de la muestra proporcionada es de 9,21 %, según el método MO-LSAIA-01.01, es un procedimiento analítico utilizado para determinar el contenido de humedad que sigue las directrices establecidas por el método de referencia que fue desarrollado y establecido por la Universidad de Florida en el año 1970, cuyo objetivo es proporcionar una forma estandarizada y confiable de determinar el contenido de humedad en muestras de alimentos y productos agrícolas. La determinación de humedad es un aspecto importante en el análisis de alimentos y productos agrícolas, ya que la cantidad de agua presente puede afectar la calidad, la estabilidad y la vida útil de los productos.

La Tabla 4-1, también muestra el porcentaje de amilosa y amilopectina que son los dos tipos de carbohidratos principales que se encontraron en el almidón de la papa obteniendo como resultado de la muestra de AMILOSAQ el 38,73 % y el 61,27 % a la AMILOPECTINA según el método MO-LSAIA-04, siendo una técnica analítica que se utilizó para medir los niveles de amilosa y amilopectina en una muestra. Se basó en la metodología propuesta por Morrison y Laignelet en 1983, quien desarrollo una forma precisa de medir los niveles de amilosa y amilopectina en muestras de almidón. La amilosa y la amilopectina son dos fracciones distintas del almidón, y su proporción puede variar según la fuente del almidón y su procesamiento. El método propuesto por Morrison y Laignelet ha sido ampliamente utilizado en estudios de investigación y control de

calidad para entender y cuantificar las propiedades del almidón y sus aplicaciones en la industria alimentaria y otras industrias relacionadas.

En relación con el estudio realizado por Sáenz (2022), que tuvo un valor de amilosa de 30.21 % llevado a cabo por el mismo método de extracción de almidón (vía húmeda) pero a diferentes condiciones de operación, uno de los factores que influye para variar el contenido de amilosa en contraste con el trabajo realizado por (Sáenz, 2022) es el grado de madurez de la papa china, ya que en la definición propuesta por el autor. (Hernández et al., 2008 pág. 718) define a la amilosa como un polímero lineal que en su estructura tiene unidades de glucosa, de la misma forma define a la amilopectina como polímero ramificado con unidades de glucosa que están unidas en mayor parte por enlaces α (1 - 4), y en menor cantidad por enlaces α (1 - 6).

Tabla 4-2: Temperatura de gelatinización del almidón de papa china

Muestra	Temperatura de Gelatinización
Muestra de almidón de Papa China <i>(Colocasia esculenta)</i>	72.5°C

Realizado por: Guamán C., 2024

La Tabla 4-2, muestra la temperatura de gelatinización del almidón de papa china, que fue de 72.5 ° C, esta información es de gran relevancia en la elaboración de helados u otros productos alimenticios. La gelatinización del almidón es un proceso esencial en la preparación de muchos alimentos, ya que permite la absorción de agua y la formación de una pasta viscosa. En el caso del helado de leche, una temperatura de gelatinización de 72.5 ° C, nos indicó que el almidón de papa china alcanza su punto de gelatinización a esta temperatura específica, esto significó que al elevar la temperatura durante la preparación del helado, el almidón se hidrató y se hincho, formando una estructura que contribuyó a la consistencia deseada en el helado, una adecuada gelatinización aseguró que el helado tenga una textura suave y cremosa, evitando la formación de cristales de hielo y mejorando la experiencia organoléptica del producto. Este resultado fue similar a lo expuesto por el autor (Calabokis, 2020, págs. 2-3). que indica que el almidón tiene puntos de gelatinización entre 60 y 70 °C.

4.2. Resultados microbiológicos

Tabla 4-3: Identificación de los resultados microbiológicos.

MUESTRA	REPETICIONES	Coliformes	E. coli	Mohos y levaduras
		48h UFC/g	48h UFC/g	48h UFC/g
T0	R1	AUSENCIA	AUSENCIA	4
T0	R2	AUSENCIA	AUSENCIA	6
T0	R3	AUSENCIA	AUSENCIA	3
T0	R4	AUSENCIA	AUSENCIA	5
T1	R1	AUSENCIA	AUSENCIA	2
T1	R2	AUSENCIA	AUSENCIA	5
T1	R3	AUSENCIA	AUSENCIA	3
T1	R4	AUSENCIA	AUSENCIA	5
T2	R1	AUSENCIA	AUSENCIA	7
T2	R2	AUSENCIA	AUSENCIA	5
T2	R3	AUSENCIA	AUSENCIA	3
T2	R4	AUSENCIA	AUSENCIA	6
T3	R1	AUSENCIA	AUSENCIA	8
T3	R2	AUSENCIA	AUSENCIA	2
T3	R3	AUSENCIA	AUSENCIA	3
T3	R4	AUSENCIA	AUSENCIA	1

Realizado por: Guamán C., 2024

Los resultados de la identificación y recuento de coliformes en muestras de helado de leche según la Tabla 4-3, se realizó cuatro repeticiones (R1, R2, R3 y R4) para cada uno de los cuatro tratamientos (T0: Almidón de papa china 0 %, T1: Almidón de papa china 2 %, T2: Almidón de papa china 4 %, T3: Almidón de papa china 6 %). En todas las repeticiones y tratamientos se observó Ausencia de coliformes y E. coli en la muestra, indicando que el producto está libre de contaminación fecal y es seguro para el consumo.

Como se indica en la Tabla 4-3, se presentó el resultado del recuento de mohos y levaduras en muestras de helado de leche realizándose después de 48 horas de incubación expresándose en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) encontrándose valores entre 1 y 8 UFC/g en las diferentes muestras y repeticiones. Este tipo de análisis se utilizó para determinar si la cantidad presente de mohos y levaduras en el helado de leche es considerable, siendo este análisis de importancia para determinar la calidad y seguridad microbiológica, además de indicar una contaminación de mayor riesgo y deterioro del producto. Según la norma ISO 21527-1 y ISO 21527-2, los recuentos de mohos y levaduras en alimentos no deberían superar las 100 UFC/g para ser considerados aptos para el consumo.

Para realizar el análisis estadístico de mohos y levaduras presentes en una muestra de helado de leche se calculó la media, desviación estándar, mínimo y máximo de cada tratamiento, para ello se agrupó las repeticiones correspondientes para realizar los cálculos.

Tabla 1-4: Cálculos estadísticos de mohos y levaduras

Tratamiento	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
T0 (0%)	4.5	1.5	3	6
T1(2%)	3.75	1.5	2	5
T2(4%)	5.25	1.5	3	7
T3(6%)	3.5	3.027	1	8

Realizado por: Guamán C., 2024

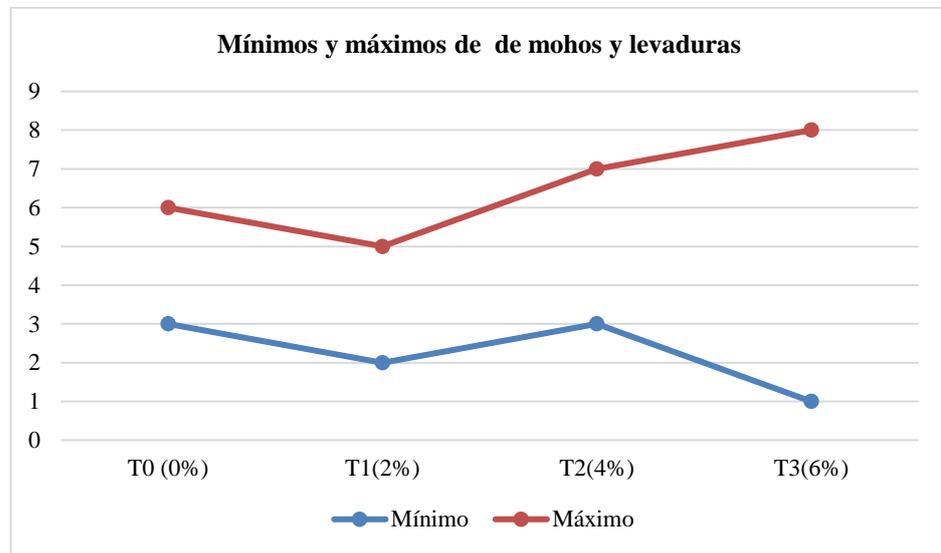


Ilustración 4-1: Mínimos y máximos de mohos y levaduras

Realizado por: Guamán C., 2024

En la Ilustración 4-1, se muestra los resultados del recuento de bacterias en donde se reveló que los tratamientos T0, T1 y T2 presentaron valores similares de mohos y levaduras, con medias cercanas entre sí (4.5 UFC/g, 3.75 UFC/g y 5.25 UFC/g, respectivamente). Sin embargo, el tratamiento T3, muestra una media ligeramente más baja (3.5 UFC/g) y una mayor variabilidad en los datos, evidenciada por una desviación estándar más alta (3.027 UFC/g). Este tratamiento también presenta el valor mínimo más bajo (1 UFC/g) y el valor máximo más alto (8 UFC/g).

Es importante destacar que, según la norma ISO 4833, el recuento de bacterias no debe exceder los 100 UFC/g en los productos alimentarios. Por lo tanto, los resultados de esta tabla indican que los tratamientos T0, T1, T2 y T3 son aptos para el consumo, ya que ninguno de ellos superó el

límite. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se trata de un análisis puntual y que se deben realizar controles de calidad regulares para garantizar la seguridad alimentaria del producto.

4.3. Resultados de la valoración nutricional

La valoración nutricional del helado de leche proporcionó información sobre algunos parámetros nutricionales del producto. A continuación, se presenta una interpretación de los datos proporcionados.

Tabla 4-5: Cálculos estadísticos de la valoración nutricional

Parámetro	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
% Humedad	89,02	0,21	88,58	89,45
% Materia seca	10,98	0,21	10,55	11,42
% Proteína	2,59	0,52	2,02	3,51
% Grasa	: 9,53	0,19	9,08	9,81

Realizado por: Guamán C., 2024

4.3.1. % Humedad

Tabla 4-6: Análisis ANOVA para la variable % Humedad

Origen	Tipo III de		Media	F	Sig.
	suma de	gl			
Modelo corregido	,678 ^a	6	,113	10,016	,001
Intersección	126823,235	1	126823,235	11239181,390	,000
Tratamiento	,660	3	,220	19,488	,000
Repeticiones	,018	3	,006	,544	,664
Error	,102	9	,011		
Total	126824,015	16			
Total, corregido	,780	15			

a. R al cuadrado = ,870 (R al cuadrado ajustada = ,783)

Fuente: SpSS Statistics

Realizado por: Guamán C., 2024

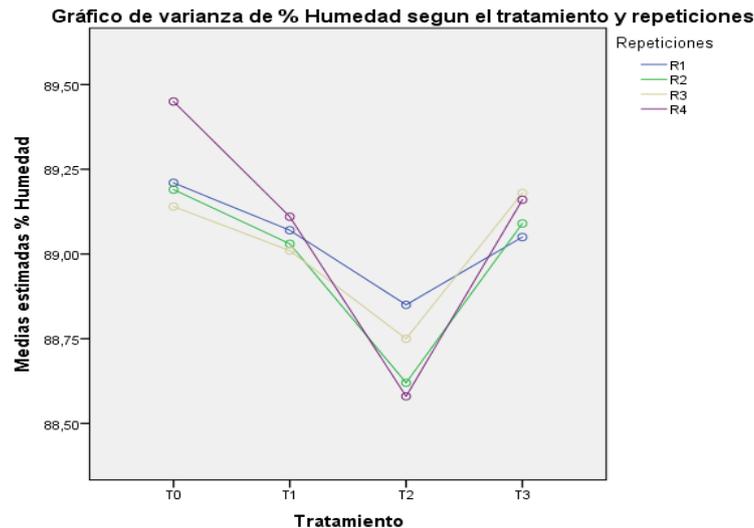


Ilustración 4-2: Medidas marginales estimadas de % de Humedad

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

Según la Ilustración 4-2 y Tabla 4-6, la interpretación de los cálculos estadísticos mostro que la media del % de Humedad en el helado de leche, tiene un contenido promedio en sus tratamientos y repeticiones de 89,02 %. La desviación estándar fue de 0,21 %, mostrando que los valores de % Humedad están relativamente cercanos a la media. El mínimo valor observado fue de 88,58 % y el máximo es 89,45 %, lo cual reveló que existe variabilidad en los datos del % Humedad. Para la variable "Humedad", se muestra el modelo corregido y explica una suma de cuadrados de 0.678, con 6 grados de libertad y una media cuadrática de 0.113. El valor de F obtenido es 10.016, con un nivel de significancia de 0.001, indicando que el modelo corregido es significativo en la explicación de la variabilidad en los datos de humedad. Según Songor y Tenesaca, (2019) en su trabajo de titulación realizado el control de la humedad es esencial en la preparación de productos alimenticios para garantizar una textura agradable, un sabor óptimo, una vida útil adecuada y facilitar el procesamiento del producto.

En general se deduce que el modelo corregido es significativo y explica el 87 % de la variabilidad en los datos de humedad. El factor de tratamiento también es significativo, e indicó que hay diferencias significativas en los niveles de humedad entre los tratamientos. Sin embargo, el factor de repeticiones no tiene un efecto significativo. Esto proporcionó información importante sobre la influencia del tratamiento en la humedad, y sugiere que el diseño experimental utilizado fue efectivo para controlar otros factores y reducir la variabilidad en los datos de humedad.

4.3.2. % Materia seca

Tabla 4-7: Análisis ANOVA para la variable % Materia seca

	Tipo III		Media		Eta			
	de suma	de	cuadrado	cuadrático	parcial	Parámetro	de no	Potencia
	s	Gl	a	F	Sig.	o	d	a ^b
Origen								
Modelo	,678 ^a	6	,113	10,016	,001	,870	60,097	,994
Intersección	1925,235	1	1925,235	170615,940	,000	1,000	170615,940	1,000
Tratamiento	,660	3	,220	19,488	,000	,867	58,465	1,000
Repeticiones	,018	3	,006	,544	,664	,154	1,632	,123
Error	,102	9	,011					
Total	1926,015	16						
Total, corregido	,780	15						

a. R al cuadrado = ,870 (R al cuadrado ajustada = ,783)
calculado utilizando alpha = ,05

b. Se ha

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

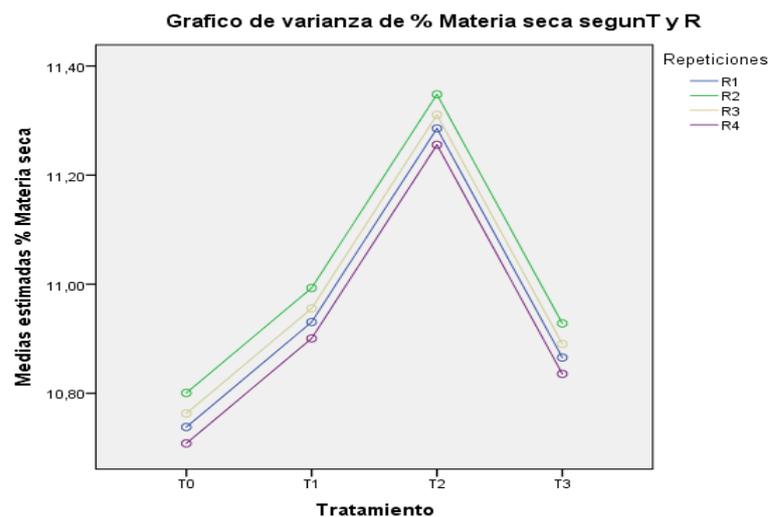


Ilustración 4-3: Varianza de % Materia seca

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

Según la Ilustración 4 - 3 y Tabla 4 - 7, el promedio de % Materia seca es de 10,98 %, con una desviación estándar de 0,21 la cual muestra que los valores de % Materia seca están relativamente cercanos a la media, el mínimo valor observado es 10,55% y el máximo es 11,42 %, lo cual indica que hay poca variabilidad en los datos. El modelo corregido indicó que existe un 67.8 % de variabilidad en él % Materia seca. Esto indicó que los factores considerados (Tratamiento y Repeticiones) tienen un impacto significativo. El valor de la suma de cuadrados es 1925,235 y el F calculado es 170615,940 ambos altamente significativos ($p < 0.001$). La eta parcial es una medida de la magnitud del efecto de cada factor en la variabilidad de la % de materia seca, en este caso, tanto el factor Tratamiento ($\eta^2 = 0.867$) como el factor Repeticiones ($\eta^2 = 0.154$) mostraron un efecto sustancial en él % Materia seca. En general, los resultados sugirieron que el tratamiento utilizado tiene un impacto significativo en él % Materia seca del producto final. Además, las repeticiones no muestran un efecto significativo en la variabilidad de la % Materia seca, en cuanto al % de materia seca.

Según Arbuckle, (2015) “Para tener un helado de calidad, es deseable que el porcentaje de materia seca sea alto”. El porcentaje de materia seca se refiere a la cantidad de sólidos presentes en el helado en relación con la cantidad total de la mezcla. Un mayor porcentaje de materia seca indica una menor proporción de agua en el helado. Un helado con un alto porcentaje de materia seca tiende a tener una textura más suave y cremosa, ya que hay menos agua presente para formar cristales de hielo. Además, un mayor contenido de materia seca puede contribuir a una mejor estabilidad del helado, evitando la separación de agua durante el almacenamiento.

4.3.3. % Proteína

Tabla 4-8: Análisis ANOVA para la variable % Proteína

	Tipo III		Media	F	Sig.	Eta		
	de suma	de				cuadrado	cuadrático	parcial
Origen	s	gl	a			o	de no	observad
Modelo							centralidad	a ^b
Modelo corregido	1,534a	6	,256	3,184	,058	,680	19,106	,655
Intersección	106,812	1	106,812	1330,119	,000	,993	1330,119	1,000
Tratamiento	1,015	3	,338	4,212	,041	,584	12,636	,665
Repeticiones	,520	3	,173	2,157	,163	,418	6,470	,380
Error	,723	9	,080					
Total	109,069	16						
Total, corregido	2,257	15						

a. R al cuadrado = ,680 (R al cuadrado ajustada = ,466)
utilizando alpha = ,05

b. Se ha calculado

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

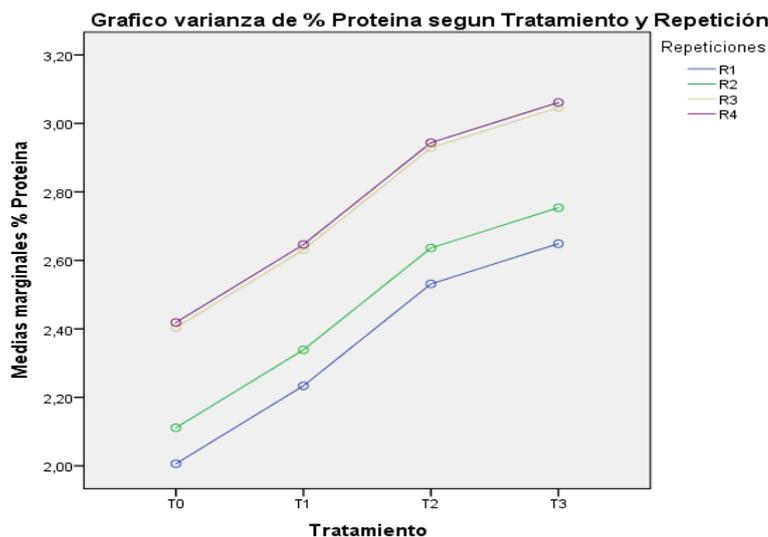


Ilustración 1-4: Varianza de % Proteína

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

Según la Ilustración 4 - 4 y Tabla 4 - 8, la media de % proteína en el helado de leche es de 2,59 % con una desviación estándar de 0,52 % lo cual mostró que los valores presentan cierta variabilidad

en los datos. El mínimo valor observado es 2,02 % y el máximo es 3,51 %, lo cual indicó que hay una variabilidad considerable en los datos. Para Goff y Hartel, (2013) un helado de calidad suele contener un contenido de proteína relativamente bajo en comparación con otros productos lácteos, la proteína del helado generalmente proviene de la leche utilizada en su elaboración. En promedio, un helado de buena calidad suele tener un contenido de proteína que oscila entre el 2% y el 5 % (Goff y Hartel, 2013).

Por tanto, es importante tener en cuenta el contenido de proteína en el helado, ya que esta puede influir en la textura y cremosidad, así como en su perfil nutricional. Una mayor cantidad de proteína puede contribuir a una textura más cremosa y a una mayor sensación de saciedad.

El modelo corregido mostro una suma de cuadrados de 1,534, con 6 grados de libertad y una media cuadrática de 0,256. El valor de F es 3,184 con un nivel de significancia de 0,058. El coeficiente de determinación (Eta parcial al cuadrado) es 0,680, lo que indicó que el modelo explica el 68 % de la variabilidad de la variable dependiente. El parámetro de no centralidad es 19,106 y la potencia observada es 0,655.

La suma de cuadrados de la intersección es 106,812, con 1 grado de libertad. El valor de F es 1330,119, lo que reveló que existe una diferencia significativa en la variable dependiente entre los grupos. La suma de cuadrados para el tratamiento es 1,015, con 3 grados de libertad. El valor de F es 4,212, y la significancia es 0,041, lo que indicó que hay diferencias significativas entre los tratamientos. La suma de cuadrados para las repeticiones es 0,520, con 3 grados de libertad. El valor de F es 2,157, y la significancia es 0,163, lo que mostró que no hay diferencias significativas entre las repeticiones.

En general, el modelo parece tener un ajuste moderado ($R^2 = 0,680$) para explicar la variabilidad de la variable dependiente "% Proteína". Sin embargo, es importante destacar que el nivel de significancia para el modelo corregido (0,058) está cerca del umbral de 0,05, lo que enseñó que los resultados podrían no ser estadísticamente significativos

4.3.4. % Grasa

Tabla 4-9: Análisis ANOVA para la variable % Grasa

	Tipo III					Eta		
	de suma		Media			parcial	Parámetro	
	de					al	de no	Potencia
	cuadrado	gl	cuadrática	F	Sig.	cuadra	centralida	observad
Origen	s					do	d	a ^b
Modelo	,653a	6	,109	25,982	,000	,945	155,893	1,000
Intersección	1443,620	1	1443,620	344402,392	,000	1,000	344402,392	1,000
Tratamiento	,632	3	,211	50,221	,000	,944	150,662	1,000
Repeticiones	,022	3	,007	1,744	,228	,368	5,231	,313
Error	,038	9	,004					
Total	1444,311	16						
Total, corregido	,691	15						

a. R al cuadrado = ,945 (R al cuadrado ajustada = ,909)

b. Se ha calculado utilizando alpha = ,05

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

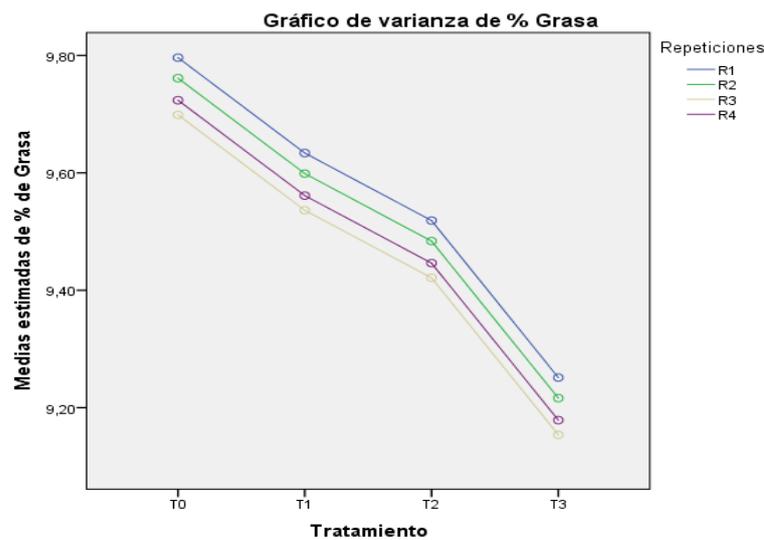


Ilustración 4-5: Varianza de % Grasa

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

En la Ilustración 4-5, el % Grasa del helado de leche tuvo un contenido promedio de 9,53 %. La desviación estándar de 0,19 % indicó que los valores de % Grasa están relativamente cercanos a la media. El mínimo valor observado es 9,08 % y el máximo es 9,81 %, lo cual reveló que hay poca variabilidad en los datos. Para Liddell y Weir (2018) Un contenido de grasa más bajo puede resultar en un helado más ligero y bajo en grasa, pero puede afectar la textura y la cremosidad del producto. Por otro lado, un contenido de grasa más alto puede proporcionar una textura más suave y una sensación más rica en la boca, pero también puede aumentar el contenido calórico y la sensación de pesadez (Liddell y Weir, 2018).

Del modelo corregido muestreo una suma de cuadrados de 0.653 y una media cuadrática de 0.109. El valor F calculado es de 25.982, con un nivel de significancia (p) de 0.000. Estos resultados indican que el modelo es altamente significativo y que existe una relación fuerte entre la variable dependiente y los efectos inter-sujetos.

La eta parcial al cuadrado, que es una medida de la contribución del modelo a la variabilidad es de 0.945. Esto significa que existe aproximadamente un 94.5 % de variabilidad en el % de Grasa. Además, el parámetro de no centralidad es de 155.893 y la potencia observada es de 1.000, lo que indicó una alta capacidad del modelo para detectar diferencias significativas.

En conclusión, el análisis de los datos muestreo que el modelo es altamente significativo y que los efectos inter-sujetos, especialmente el Tratamiento, tienen un impacto significativo en el % de Grasa del helado. Estos resultados indicaron la importancia de seleccionar y controlar adecuadamente los tratamientos utilizados en la producción de helado para lograr el contenido de grasa deseado.

4.4. Resultados fisicoquímicos

La evaluación físico - química del helado fue esencial para garantizar la calidad, seguridad y consistencia del producto, proporcionó información valiosa para el control de la producción, la mejora continuó cumpliendo estándares y regulaciones, lo que a su vez ayudó a asegurar la satisfacción del consumidor y el éxito comercial del helado.

Tabla 4-10: Análisis estadístico de pH y % Acidez en diferentes tratamientos de helado

Parámetro	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Ph	6.223	0.083	6.1	6.35
% Acidez	0.094	0.012	0.08	0.11

Realizado por: Guamán C., 2024

4.4.1. pH

Tabla 4-11: Análisis ANOVA para la variable % pH

Origen	Tipo III de		Media cuadrática	F	Sig.
	suma de cuadrados	gl			
Modelo corregido	,084 ^a	15	,006	.	.
Intersección	618,766	1	618,766	.	.
Tratamiento	,032	3	,011	.	.
Repeticiones	,017	3	,006	.	.
Tratamiento *	,036	9	,004	.	.
Repeticiones					
Error	,000	0	.		
Total	618,850	16			
Total, corregido	,084	15			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = .)

Realizado por: Guamán C., 2024

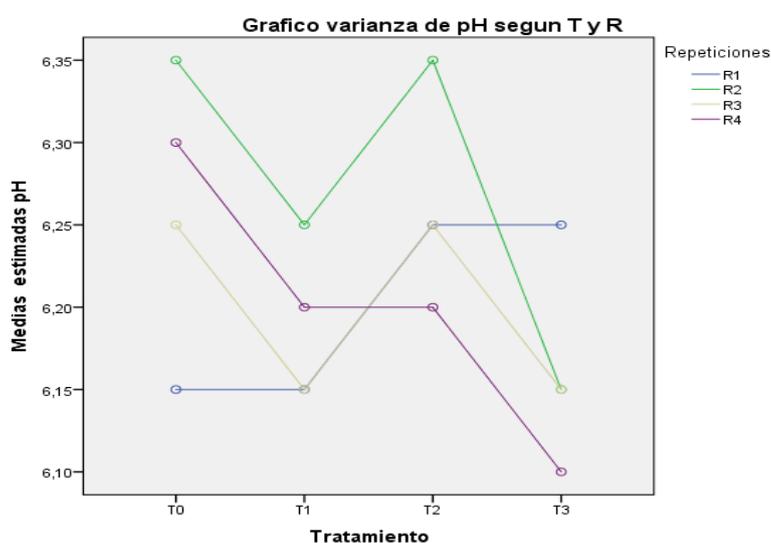


Ilustración 4-6: Varianza de % pH

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

La Ilustración 4-6, mostró para el pH una media de 6.223 %, lo que indicó que en promedio los tratamientos presentaron un pH ligeramente ácido. La desviación estándar de 0.083 % sugirió que los valores de pH se distribuyen en torno a la media con una variabilidad moderada. El valor mínimo registrado fue de 6.1 % y el máximo fue de 6.35 %, lo que indica que los tratamientos se mantuvieron dentro de un rango estrecho en términos de pH. Para Clarke y Creamer, (2015) los

valores óptimos de pH para un helado de calidad suelen estar en el rango ligeramente ácido, generalmente entre 6.0 y 7.0. Este rango de pH proporciona un equilibrio adecuado de acidez y dulzura, lo que contribuye a la textura, estabilidad y el sabor del helado.

4.4.2. % Acidez

Tabla 4-12: Análisis ANOVA para la variable % pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,001 ^a	15	7,958E-5	.	.
Intersección	,143	1	,143	.	.
Tratamiento	,000	3	,000	.	.
Repeticiones	,000	3	,000	.	.
Error	,000	0	.	.	.
Total	,144	16			
Total, corregido	,001	15			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = .)

Realizado por: Guamán C., 2024

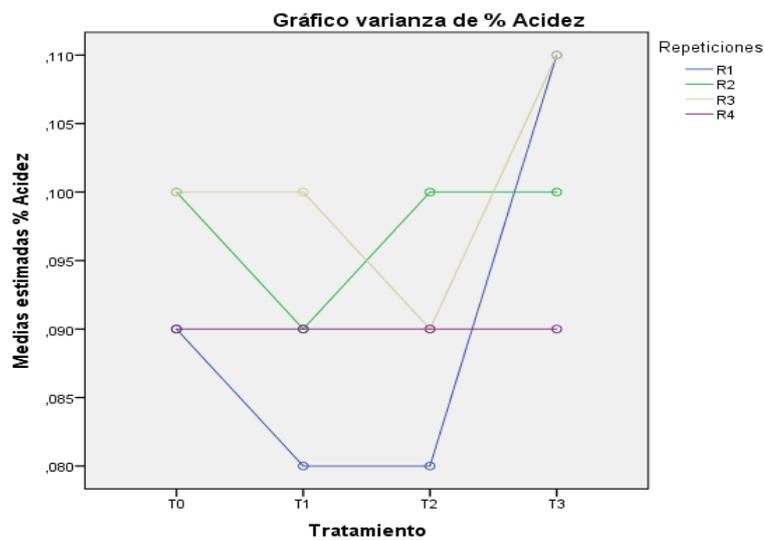


Ilustración 4-7: Varianza de % Acidez

Fuente: Análisis ANOVA Spss

Realizado por: Guamán C., 2024

La Ilustración 4-6, en cuanto al % Acidez obtuvo una media de 0.094 %, lo que indicó un nivel de acidez moderado en los tratamientos. La desviación estándar de 0.012 % sugirió una variabilidad relativamente baja en los valores de acidez. El valor mínimo registrado fue de 0.08 %

y el máximo fue de 0.11 %, lo que indica que los tratamientos presentaron una ligera variación en los niveles de acidez.

Dado que la suma de cuadrados y los valores F no son calculados por el programa debido a los valores repetidos, no es posible realizar un análisis y una interpretación detallada de los resultados. Sin embargo, se observa que el modelo corregido tiene un valor de suma de cuadrados muy bajo, lo que indica una variabilidad mínima. Además, el valor de R al cuadrado ajustada es igual a 1, lo que sugiere que el modelo explica el 100 % de variabilidad del % de acidez.

Clarke y Schmidt, (2017) consideran que “un rango de acidez adecuado para un helado de calidad es de 0.1 % a 0.4 %”. los valores de acidez registrados en el trabajo fueron de 0.08 mínimo y 0.11 máximo, por lo que en esta variable de acidez el T3 quedó descartado.

4.5. Resultados sensoriales

Los atributos sensoriales fueron fundamentales en la evaluación y apreciación de los alimentos, y jugaron un papel crucial en la toma de decisiones de los consumidores. Para Goff (2017), es esencial que la industria alimentaria se enfoque en el desarrollo de productos que satisfagan las expectativas sensoriales de los consumidores y que cumplan con altos estándares de calidad sensorial (Goff, 2017).

Tabla 4-13: Índice de aceptabilidad de los atributos sensoriales

Variables	Sabor T0		Consistencia T0		Color T0		Olor T0	
	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)
No me gusta	0	0	0	0	0	0	4	4
Ni me gusta, ni me disgusta	14	28	16	32	18	36	18	36
Me gusta	36	108	34	102	32	96	28	84
Puntuación en T0	136		134		132		124	
Validaciones	Sabor T1		Consistencia T1		Color T1		Olor T1	
	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)
No me gusta	6	6	4	4	2	2	2	2
Ni me gusta, ni me disgusta	12	24	12	24	16	32	10	20
Me gusta	32	96	34	102	32	96	38	114
Puntuación en T1	126		130		130		136	

T2	Sabor T2		Consistencia T2		Color T2		Olor T2	
Validaciones	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)
No me gusta	0	0	2	2	0	0	0	0
Ni me gusta, ni me disgusta	12	24	8	16	14	28	6	12
Me gusta	38	114	40	120	36	108	44	132
Puntuación en T2	138		138		136		144	
T3	Sabor T3		Consistencia T3		Color T3		Olor T3	
Validaciones	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)	Frecuencia	Puntuación (EL)
No me gusta	0	0	0	0	0	0	4	4
Ni me gusta, ni me disgusta	12	24	14	28	16	32	16	32
Me gusta	38	114	36	108	34	102	30	90
Puntuación en T3	138		136		134		126	

Fuente: Encuesta a los participantes
Realizado por: Guamán, C. (2023)

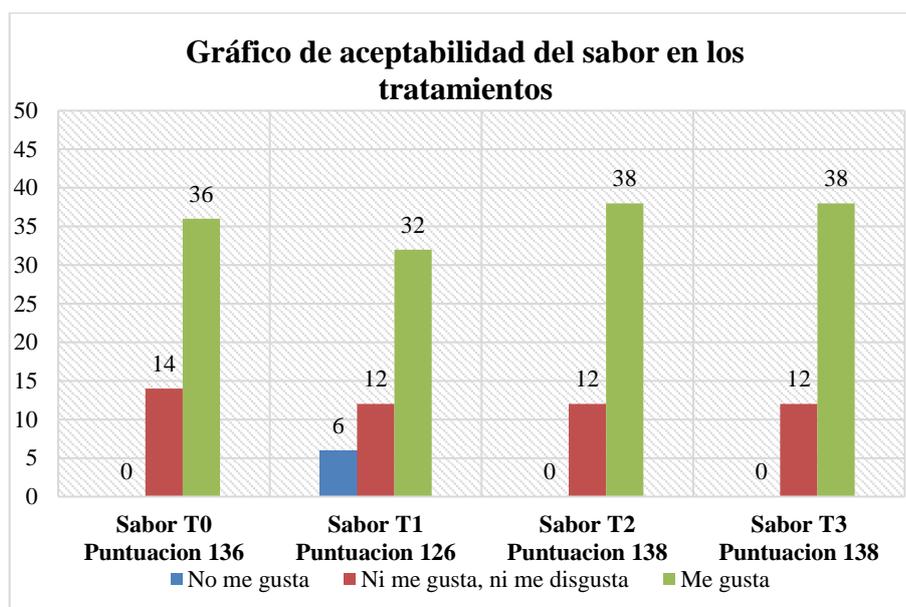


Ilustración 4-8: Aceptabilidad del sabor

Fuente: Encuesta a los participantes

Realizado por: Guamán C., 2024

Según la Ilustración 4-8, la aceptabilidad del sabor en los tratamientos T0, T1, T2 y T3, utilizó una escala de Likert (EL) para evaluar la preferencia de los participantes. Para el tratamiento T0, se obtuvo los siguientes resultados: no se reportaron respuestas de "No me gusta", se registraron 14 respuestas de "Ni me gusta, ni me disgusta" con una puntuación total de 28, y se obtuvieron 36 respuestas de "Me gusta" con una puntuación total de 108. La puntuación total de sabor para el tratamiento T0 fue de 136.

Para el tratamiento T1, 6 respuestas de "No me gusta" con una puntuación total de 6, se registraron 12 respuestas de "Ni me gusta, ni me disgusta" con una puntuación total de 24, y se obtuvieron 32 respuestas de "Me gusta" con una puntuación total de 96. La puntuación total de sabor para el tratamiento T1 fue de 126.

En el tratamiento T2, no se reportaron respuestas de "No me gusta", se registraron 12 respuestas de "Ni me gusta, ni me disgusta" con una puntuación total de 24, y se obtuvieron 38 respuestas de "Me gusta" con una puntuación total de 114. La puntuación total de sabor para el tratamiento T2 fue de 138.

En el tratamiento T3, no se reportaron respuestas de "No me gusta", se registraron 12 respuestas de "Ni me gusta, ni me disgusta" con una puntuación total de 24, y se obtuvieron 38 respuestas de "Me gusta" con una puntuación total de 114. La puntuación total de sabor para el tratamiento T3 también fue de 138.

Esto indica que los tratamientos T2 y T3 fueron los más preferidos en términos de sabor, seguidos por el tratamiento T0, y finalmente el tratamiento T1. Para Liddell y Weir (2018) El sabor es el aspecto más importante para la mayoría de los consumidores al elegir un helado. Un helado con un sabor agradable y satisfactorio proporciona una experiencia placentera al paladar y puede generar satisfacción y disfrute al consumirlo (Liddell y Weir, 2018).

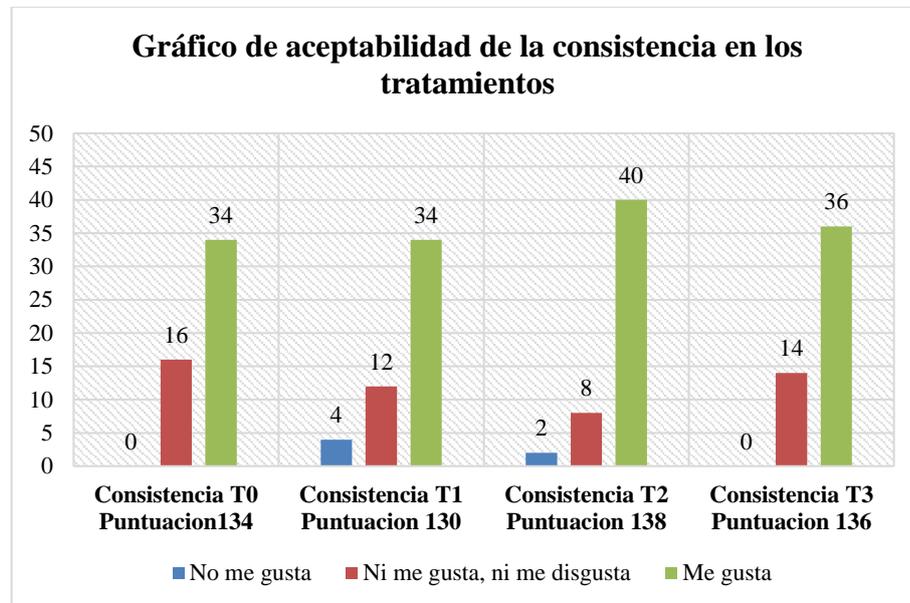


Ilustración 4-9: Aceptabilidad de la consistencia

Fuente: Encuesta a los participantes

Realizado por: Guamán C., 2024

Según la ilustración 4-9, de la aceptabilidad de la consistencia, se evaluaron los tratamientos T0, T1, T2 y T3. Al igual que el sabor los resultados se obtuvieron mediante la asignación de puntuaciones a las opciones "No me gusta", "Ni me gusta, ni me disgusta" y "Me gusta".

Para la consistencia T0 se obtuvo una frecuencia y porcentaje de No me gusta: 0 (0 %), Ni me gusta, ni me disgusta: 16 (32 %), Me gusta: 34 (68 %) con un total de la puntuación en la escala de Likert para la consistencia T0 = 134. La consistencia T1 consiguió un No me gusta: 4 (8 %), Ni me gusta, ni me disgusta: 12 (24 %), Me gusta: 34 (68 %) tuvo un total de la puntuación de la escala de la Consistencia T1= 130. En la Consistencia T2 alcanzó una frecuencia y porcentaje de No me gusta: 2 (4 %), Ni me gusta, ni me disgusta: 8 (16 %), Me gusta: 40 (80 %) y un Total de la puntuación de la Consistencia T2 = 138 La Consistencia en el T3 tuvo un No me gusta: 0 (0 %), Ni me gusta, ni me disgusta: 14 (28 %), Me gusta: 36 (72 %), Total de la puntuación de la Consistencia T3 = 136

En general, se observó una tendencia positiva en la evaluación de la consistencia en todos los tratamientos. La mayoría de los participantes indicaron que les gusta la consistencia de los helados en cada uno de los tratamientos, pero el tratamiento T2 obtuvo la mayor puntuación de consistencia, con un total de puntuación de 138, seguido de cerca por el tratamiento T3 con 136 puntos. Los tratamientos T0 y T1 obtuvieron puntuaciones ligeramente más bajas en comparación con T2 y T3, esto indicó que la consistencia de los helados del tratamiento T2 se ajusta mejor a las preferencias de los consumidores. Para Goff, (2017) La consistencia del helado desempeña un papel importante en la aceptación del producto por parte de los consumidores. Si la consistencia no cumple con las expectativas del consumidor, es probable que afecte su satisfacción y su disposición a repetir la compra en el futuro (Goff, 2017).

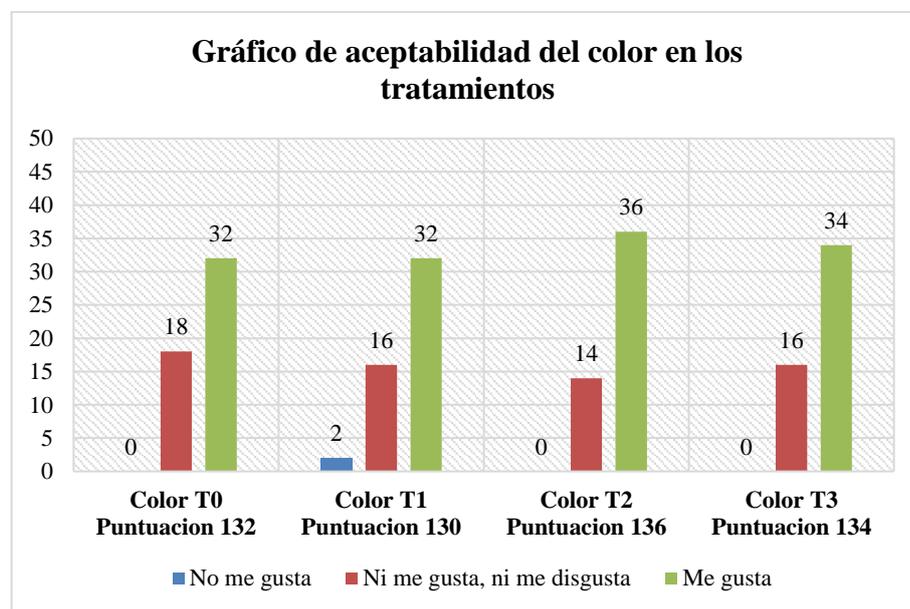


Ilustración 4-10: Aceptabilidad del color

Fuente: Encuesta a los participantes

Realizado por: Guamán C., 2024

Según la Ilustración 4-10, de la aceptabilidad del color obtenidos en los diferentes tratamientos del helado, se observó las siguientes frecuencias y puntuaciones:

Color T0: No se registraron respuestas de "No me gusta" en este tratamiento. El mayor porcentaje de respuestas 64% (32) correspondió a "Me gusta", seguido por un 36 % (18) que indicó que les Ni me gusta, ni me disgusta el color. La puntuación total para el Color T0 fue de 132.

Color T1: En este tratamiento, un 4 % (2) de los participantes indicó que no les gusta el color. El 36 % (16) de las respuestas correspondió a "Ni me gusta, ni me disgusta", y un 64 % (32) indicó que les gusta el color. La puntuación total para el Color T1 fue de 130.

Color T2: No se registraron respuestas de "No me gusta" en este tratamiento. El 28 % (14) de las respuestas correspondió a "Ni me gusta, ni me disgusta", y un 72 % (36) indicó que les gusta el color. La puntuación total para el Color T2 fue de 136.

Color T3: No se registraron respuestas de "No me gusta" en este tratamiento. El 32 % (16) de las respuestas correspondió a "Ni me gusta, ni me disgusta", y un 68 % (34) indicó que les gusta el color. La puntuación total para el Color T3 fue de 134.

Se observó que en la mayoría de los tratamientos no se registraron respuestas de "No me gusta" en relación con el color del helado. Estos datos sugieren que el color del helado es generalmente bien aceptado por los participantes, especialmente en los tratamientos T0, T2 y T3. Sin embargo, es importante considerar que el color es solo uno de los aspectos sensoriales a tener en cuenta en la evaluación de la calidad del helado, además que otros atributos como el sabor, la consistencia y el aroma también juegan un papel importante en la experiencia global del consumidor. Para Liddell y Weir (2018) el color del helado tiene un impacto significativo en la percepción inicial de los consumidores. Un helado con un color atractivo y apetitoso puede despertar el interés y el deseo de probarlo. Un color vibrante y atractivo puede influir en la decisión de compra y en la satisfacción del consumidor (Liddell y Weir, 2018). En este parametro sensorial el tratamiento 2 obtuvo el mayor puntaje por lo que seria el mejor tratamiento aceptado.

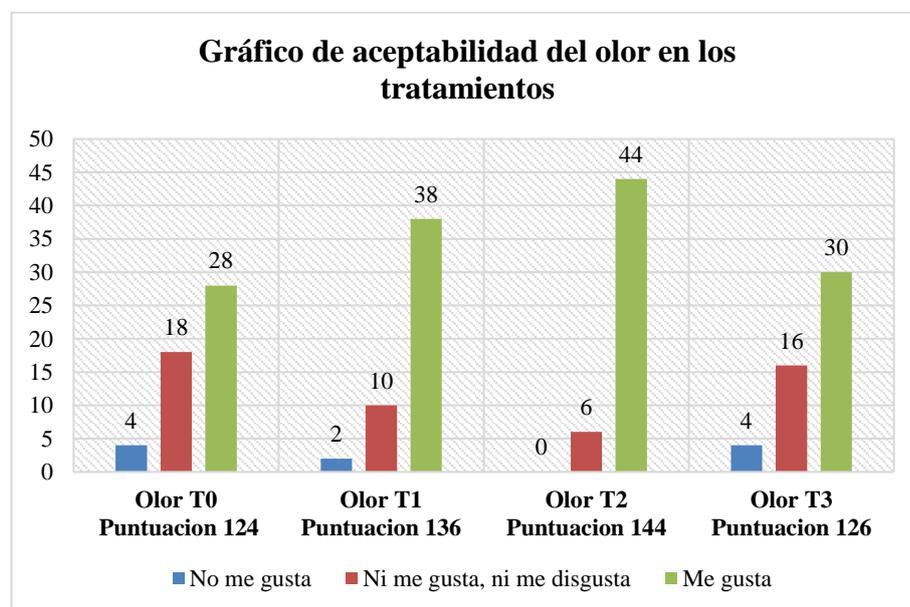


Ilustración 4-11: Aceptabilidad del olor

Fuente: Encuesta a los participantes

Realizado por: Guamán C., 2024

Según la Ilustración 4-11, de la aceptabilidad del olor, se observó lo siguiente:

Olor T0: De las validaciones realizadas, el 8 % (4) de los participantes indicaron que no les gusta el olor, 36 % (18) participantes manifestaron que les es indiferente y 56 % (28) participantes indicaron que les gusta el olor. La puntuación total del olor en el tratamiento T0 fue de 124.

Olor T1: Se registró 4 % (2) de los partícipes de la encuesta del análisis sensorial indicaron que no les gusta el olor, 20 % (10) participantes manifestaron que les es indiferente y 76 % (38) participantes indicaron que les gusta el olor. La puntuación total del olor en T1 fue de 136.

Olor T2: No se registraron encuestados que indicaran que no les gusta el olor, 12 % (6) de las personas encuestadas manifestaron que les es indiferente y 88 % (44) participantes indicaron que les gusta el olor. La puntuación total del olor T2 fue de 144.

Olor T3: De las validaciones realizadas, 8 % (4) participantes indicaron que no les gusta el olor, 32 % (16) participantes manifestaron que les es indiferente y 60 % (30) participantes indicaron que les gusta el olor. La puntuación total del olor T3 fue de 126.

Estos datos reflejan las respuestas de los participantes en cuanto a su satisfacción con el olor en cada tratamiento del helado. Se puede observar que en general, la mayoría de los participantes indicaron que les gusta el olor en todos los tratamientos, con una puntuación total más alta en el olor T2 (144 puntos) y una puntuación total más baja en el olor T0 (124 puntos). Es importante destacar que el olor de un helado es un factor crucial en la experiencia sensorial y puede influir en la percepción del sabor y la calidad del producto.

Para Arbuckle, (2015) el olor puede brindar una experiencia multisensorial en el consumidor, cuando el aroma se combina con el sabor y la textura, crea una experiencia sensorial completa y satisfactoria para el consumidor. Además, el olor puede influir en la percepción de la calidad del helado, si el aroma es agradable y natural puede asociarse con un helado de alta calidad, mientras que un olor desagradable o artificial puede generar dudas sobre su calidad, estimulando el apetito y aumentando el disfrute de la experiencia de consumo. Es decir, un aroma delicioso puede generar anticipación y aumentar el placer asociado con la degustación del helado (Arbuckle, 2015) .

4.6. Discusión de resultados.

La discusión de los resultados obtenidos en las diferentes tablas nos permitió evaluar y comparar los diferentes tratamientos (T0, T1, T2, T3) en términos de valoración nutricional, resultados microbiológicos, análisis físico-químico y aceptabilidad.

En términos de valoración nutricional, cabe destacar que los datos de la evaluación de los niveles de proteínas, grasas, humedad y materia seca presentes en cada tratamiento permitió comprender el valor nutricional del helado. Los datos revelaron que el tratamiento T3 tiene el mayor contenido de proteínas y menor contenidos de grasas, lo que indica un mayor valor nutricional en comparación con los otros tratamientos. Pero, se observó que el tratamiento T2 presenta un contenido moderado de proteínas, grasas, humedad y materia seca lo que indicó que el helado elaborado con este tratamiento puede ofrecer un equilibrio adecuado de nutrientes para los consumidores. Si bien no se destacó por tener el contenido más alto en proteínas, su composición nutricional puede ser considerada aceptable y satisfactoria.

Los resultados microbiológicos, brindó información sobre la calidad microbiológica del helado de leche según los estándares y regulaciones establecidos para garantizar la seguridad alimentaria. Un tratamiento con bajos niveles de contaminación microbiológica será preferible en términos de seguridad y calidad del producto. Según la norma ISO 21527-1 y ISO 21527-2, los recuentos de mohos y levaduras en alimentos no deberían superar las 100 UFC/g para ser considerados aptos para el consumo. Los datos mostraron que todos los tratamientos cumplen con los estándares microbiológicos aceptables, lo que indica que todos son seguros para el consumo. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en términos de calidad microbiológica. Por tanto, se pudo observar que el tratamiento T2 cumple con los estándares microbiológicos establecidos. Esto indica que el helado elaborado bajo este tratamiento es seguro para el consumo, ya que no presenta contaminación microbiológica significativa. Este es un resultado importante, ya que garantiza la calidad e inocuidad del producto.

El análisis físico-químico proporcionó información sobre las propiedades físicas y químicas del helado en cada tratamiento. Esto incluye características como el pH y la acidez considerados datos importantes para evaluar la estabilidad, calidad y consistencia de los helados. Un tratamiento con propiedades físico-químicas óptimas indicará una mejor calidad y estabilidad del helado. Los resultados mostraron que el tratamiento T2, presenta un pH y una acidez moderada, lo que puede influir en la percepción sensorial y la estabilidad del producto. Además, no se observó diferencias significativas en comparación con otros tratamientos. Estos resultados indican que el helado del

tratamiento T2 puede tener una adecuada textura y estabilidad, lo que contribuye a una experiencia satisfactoria al consumirlo.

Finalmente, los resultados del índice de aceptabilidad reflejaron la preferencia y satisfacción de los consumidores en relación con cada tratamiento. Estos datos fueron fundamentales para determinar cuál de los tratamientos fue el más atractivo y satisfactorio para los consumidores.

En cuanto al sabor, se observó que el tratamiento T2 obtuvo una puntuación alta en términos de gusto. Los participantes mostraron una preferencia positiva hacia el sabor del helado T2, lo que indica que el tratamiento ha logrado desarrollar una formulación con un sabor agradable y satisfactorio. Esto es un factor clave, ya que el sabor es uno de los atributos más importantes en la evaluación de la calidad del helado.

Con relación a la consistencia, el tratamiento T2 también obtuvo la puntuación más alta. Esto indica que el helado elaborado bajo este tratamiento presentó una textura y consistencia deseables para los participantes. Una consistencia adecuada es fundamental para brindar una experiencia sensorial agradable al consumir el helado, y los resultados sugieren que el tratamiento T2 logró alcanzar este objetivo.

En términos del color, el tratamiento T2 obtuvo una puntuación positiva, lo que indica que los participantes mostraron satisfacción con el color del helado. El color es un atributo visual importante en la percepción del helado y puede influir en la aceptabilidad del producto. Los resultados sugieren que el tratamiento T2 logró desarrollar un helado con un color atractivo y apetitoso.

En cuanto al olor, el tratamiento T2 también recibió una puntuación alta en la satisfacción del olor. Esto indica que el helado elaborado bajo este tratamiento presentó un aroma agradable y atractivo para los participantes. El olor es otro factor crucial en la evaluación sensorial del helado, ya que puede despertar el apetito y contribuir a la experiencia de consumo.

En resumen, los resultados indican que el tratamiento T2 ha logrado generar un helado con un sabor agradable, una consistencia satisfactoria, un color atractivo y un olor agradable. Estos resultados respaldan la calidad y la aceptabilidad del helado elaborado bajo el tratamiento T2.

4.6.1. Cálculo del índice de costo-beneficio:

El índice de costo-beneficio se calculó dividiendo la suma de los beneficios entre la suma de los costos. Un índice mayor a 1 indica que los beneficios superan los costos y que el proyecto es rentable.

Para esto se realizó el flujo de caja proyectado a 5 años.

Flujo de caja						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS						
Ventas		36.540,00	47.958,75	67.142,25	88.124,20	111.036,50
Fondos propios						
Préstamos bancarios	12.000,00					
TOTAL INGRESOS	12.000,00	36.540,00	47.958,75	67.142,25	88.124,20	111.036,50
EGRESOS						
Materia prima		13.194,00	13.625,44	14.071,00	14.531,12	15.006,28
Mano de obra directa		10.842,52	11.197,07	11.563,21	11.941,33	12.331,81
Costos indirectos		10.596,00	10.942,49	11.300,31	11.669,83	12.051,43
Remuneraciones (Incluye beneficios)		5.321,26	5.495,27	5.674,96	5.860,53	6.052,17
Participación de trabajadores		-1.447,36	-117,04	2.371,58	5.872,13	8.906,62
Impuesto a la renta		-2.050,43	-165,81	3.359,74	8.318,85	12.617,71
Inversiones	8.270,52					
TOTAL EGRESOS	8.270,52	36.456,00	40.977,42	48.340,80	58.193,78	66.966,02
FLUJO DE CAJA LIBRE	3.729,48	84,00	6.981,33	18.801,45	29.930,42	44.070,47
Pago de capital		3.420,65	3.970,53	4.608,82	0,00	0,00
Intereses		1.571,16	1.021,27	382,99	0,00	0,00
FLUJO DE CAJA DE ACCIONISTAS	3.729,48	4.991,81	4.991,81	4.991,81	0,00	0,00
SALDO FINAL DE CAJA	12.000,00	-4.907,80	1.989,52	13.809,64	29.930,42	44.070,47

AÑOS	0	1	2	3	4	5
FF	-\$12.000,00	-\$4.907,80	\$9.517,95	\$13.891,52	\$21.265,47	\$26.360,91
saldo actualizado al 9,20%	-\$12.000,00	-\$4.637,88	\$8.499,78	\$11.723,21	\$16.959,15	\$19.866,51
Saldo actualizado acumulado	-\$12.000,00	-\$16.637,88	-\$8.138,09	\$3.585,11	\$20.544,26	\$40.410,77
TASA	5,82%					
VNA	\$52.410,77					
VAN	\$40.410,77					
TIR	52,25%					
Periodo de Recuperación	2,7					

Costo / beneficio			
Período	Ingresos	Egresos	
1	36.540,00	41.447,80	-4.907,80
2	47.958,75	45.969,23	1.989,52
3	67.142,25	53.332,61	13.809,64
4	88.124,20	58.193,78	29.930,42
5	111.036,50	66.966,02	44.070,47

Tasa de descuento	5,82%
Inversión	12.000,00
VNA ingresos	\$377.980,67
VNA egresos	\$222.105,26
VNA egresos + inversión	\$234.105,26
Costo beneficio	1,61

El análisis costo-beneficio se basó en comparar los ingresos y egresos de un proyecto para determinar su rentabilidad. En este caso los datos de ingresos y egresos son proyectados para cinco años, con una tasa de descuento del 5,82 %, una inversión inicial de \$12.000.

El VNA de los ingresos es de \$377.980,67, y el VNA de los egresos es de \$222.105,26, obteniendo un VNA de egresos + inversión de \$234.105,26.

El indicador costo-beneficio se calcula dividiendo el VNA de los ingresos entre el VNA de los egresos + inversión. En este caso, el cálculo sería: $\$377.980,67 / \$234.105,26 = 1,61$.

Un resultado de 1,61 indica que los beneficios superan los costos en 1,61 veces. En otras palabras, por cada unidad monetaria invertida, se espera obtener un beneficio adicional de 1,61 unidades monetarias. Esto sugiere que el proyecto tiene una rentabilidad positiva y es favorable desde el punto de vista financiero.

CONCLUSIONES

La incorporación de almidón de papa china en el helado de leche como agente estabilizante ha demostrado tener efectos positivos en términos de mejora de la textura y estabilidad del producto final. En base a estos resultados, se puede concluir que la utilización de este almidón en el helado de leche es una estrategia prometedora para mejorar la calidad y rentabilidad del producto.

El análisis bromatológico, microbiológico y organoléptico ha permitido evaluar de manera integral el efecto de la amilosa y amilopectina presentes en el almidón de papa china en las propiedades del helado de leche, proporcionando información valiosa para la formulación y producción. Se ha determinado que el nivel óptimo de almidón de papa china para la elaboración de helado de leche es del 4 %, ya que ha demostrado obtener los mejores resultados en términos de estabilidad y características organolépticas.

En base al resultado del análisis costo-beneficio, que indica un valor de 1,61, se puede concluir que el proyecto de utilizar almidón de papa china como agente estabilizante en la elaboración de helado de leche es rentable y presenta una ventaja financiera. Por lo que se espera que los beneficios generados por el proyecto superen los costos en un margen considerable y el proyecto tiene una viabilidad económica favorable cabe destacar que la rentabilidad positiva respalda la toma de decisiones y el respaldo financiero para la implementación del proyecto.

RECOMENDACIONES

Continuar evaluando y explorando otras propiedades y efectos del almidón de papa china en la formulación del helado de leche, como su capacidad para reducir la formación de cristales de hielo, mejorar la capacidad de retención de agua y contribuir a una mejor textura.

Realizar estudios adicionales para analizar el impacto del almidón de papa china en la vida útil del helado de leche y su resistencia a la formación de cristales de hielo durante el almacenamiento a largo plazo.

Considerar la posibilidad de realizar pruebas de aceptabilidad con consumidores para evaluar la preferencia del helado de leche elaborado con almidón de papa china en comparación con otras formulaciones o agentes estabilizantes.

BIBLIOGRAFÍA

ABOUBAKAR, N; et al. “Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches”. *Journal of Food Engineering*, 2008, Vol. 86(2).

AGUILERA, Anailys. “El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas”. *La Habana: Cofin*, vol.11, 2017.

AGUSTÍ, M; et al. “Carob (*Ceratonia siliqua* L.) Germen de semilla como subproducto de interés en tecnología alimentaria”. *Food Chemistry*, 2011, págs. 417-422.

ÁLVAREZ, L; et al. "Propiedades emulsionantes de los almidones de raíz: Una revisión". *Hidrocoloides alimentarios*, 2021, pág. 117.

AMON, A; et al. “Efecto del tiempo de ebullición sobre la composición química y las propiedades físico-funcionales de las harinas de taro (*Colocasia esculenta*)”. *Journal Food Sci Technol*, 2011, págs. 1–10.

ARBUCKLE, W. “Helados. En Ingredientes lácteos para el procesado de alimentos”. *Iowa: Wiley-Blackwell*, 2015. págs. 373-392.

ARISTIZÁBAL, J; et al. *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma - Italia: *FAO*, 2007.

AZIZ, N; et al. "Propiedades fisicoquímicas y funcionales de almidones de tubérculos tropicales para aplicaciones alimentarias y no alimentarias: Una revisión". *Polímeros de carbohidratos*, 2019, págs. 104-115.

BALTHAZAR, C; et al. “Helados funcionales: tendencias en formulación, producción y consumo”. *Trends in Food Science & Technology*, 2019, págs. 151-159.

CAICEDO, Q; et al. “Una reseña sobre el uso de tubérculos de papa china *Colocasia esculenta* conservados en forma de ensilaje para alimentar cerdos”. *Revista Electrónica de Veterinaria*, . 2013, págs.1–10.

CHEN, Y; et al. “Efecto del tamaño de partícula en las propiedades emulsionantes del almidón de *Colocasia esculenta*”. *Food Chemistry*, 2019, págs.617-623.

CLARK, S y GOFF, H. Estructura y composición del helado. En J. Hartel (Ed.), *Ice Cream* (8th ed). Springer., 2017, págs. 123-148

CLARKE, C. & CREAMER, L. Comprender y controlar la microestructura del helado. *Food Structure*, 2015, págs. 38-53.

CLARKE, C. & SCHMIDT, K. Formulating Ice Cream: En J. Hartel (Ed.), *Ice Cream* (8th ed). Springer., 2017, págs. 39-78

Dickinson, E. Hidrocoloides como emulsionantes y estabilizadores de emulsiones. *Food Hydrocolloids*, 2003, págs. 25-39.

FAO. *Taro: Cultivo en Asia y el Pacífico, Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, 1999.

FDA. Manual de análisis bacteriológico. *Food and Drug Administration: Chapter 3: Aerobic Plate Count*. 2017.

GIBBS, B; et al. “Encapsulación en la industria alimentaria”. *A review. International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2010, págs. 389-416.

GOFF, H. Colloidal Aspects of Ice Cream. En J. Hartel (Ed.), *Ice Cream*. Springer, 2017, págs. 79-122.

GOFF, H. & HARTEL, R. *Ice Cream (7th ed.)*. New York: Springer, 2013, págs. 35.

HARTEL, R. *Ice Cream. s.l: Springer*, 2017.

ICMSF. *Microorganisms in Foods 7: Microbiological Testing in Food Safety Management (Vol. 7)*. s.l: *International Commission on Microbiological Specifications for Foods: Springer Science & Business Media.*, 2002.

LAI; et al. “Efecto del almidón de *Colocasia esculenta* en la calidad del helado de crema”. s. l: *Revista de procesamiento y conservación de alimentos*, 2019.

LIDDELL, C & WEIR, R. Frozen Desserts: The Definitive Guide to Making Ice Creams, Ices, Sorbets, Gelati, and Other Frozen Delights. St. Martin's Griffin: Springer, 2018. págs. 34.

LIU, F; et al. "Emulsion properties and stability of starch granules modified by octenylsuccinic anhydride in model emulsion systems". *Food Hydrocolloids*, 2016, págs. 128-135.

LUTZ, N; et al. Starch-protein interactions in ice cream. *Food Hydrocolloids*, 2008. págs. 1414-1421.

MADRIGAL, L; et al. Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de "Malanga" (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México, 2018.

MANDALA, I; et al. El arte del helado artesanal: una revisión de la formulación, el proceso y los atributos sensoriales. "*Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*", 2017, págs. 796-814.

MARSHALL, R; et al. *Tecnología del helado. Cuarta edición. Nueva York: Springer, 2019.*

NASCIMENTO, T; et al. Comportamiento reológico, textura y microestructura del helado de chocolate: influencia de la leche desnatada en polvo y el aislado de proteína de soja. *Journal of Texture Studies*, 2018, págs. 477-486.

NJINTANG, N; et al. Principales limitaciones asociadas al uso de la harina de taro (*Colocasia esculenta*) como materia prima para la preparación del achu. Ponencia presentada durante la Empresa Agroalimentaria de Food-Africa en mayo de 2003. *Food Science and Quality Management*, 2003.

NJINTANG, Y. & MBOFUNG, C. Desarrollo de la harina de taro (*Colocasia esculenta* L. Schoff) como ingrediente en la elaboración de alimentos: Efecto de la gelatinización y la temperatura de secado sobre la cinética de deshidratación y el color de la harina. 2003, págs. 259-265.

NURHIDAYATULLAILI, M., et al. "Efecto de la hidrólisis ácida en las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de *Colocasia esculenta*". *Química de los alimentos*, 2018. págs. 101-108.

PATEL, M; et al. Ingredientes lácteos en los helados. En J. K. Patel, N. P. Shah, & A. Prajapati (Eds.), *Dairy Processing and Quality Assurance*. CRC, 2018, págs. 481-510.

SHI, C; et al. "Las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de *Colocasia esculenta* (L.) Schott". *Revista internacional de macromoléculas biológicas*, 2017, págs. 1276-1283.

SINGH, V. & KAUR, K. "Desarrollo, formulación y evaluación de la vida útil de la mezcla de sopa de maíz tierno a partir de subproductos industriales". *Food Sci Technol*, 2022, págs.1917–1925.

SONGOR, M. & TENESACA, A. "Extracción y uso de almidón de papa china (*Colocasia Esculenta*) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados.". Cuenca: Universidad Estatal de Cuenca, 2019.

SUN, M; et al. Efecto del recocido sobre las propiedades reológicas y la microestructura del almidón de *Colocasia esculenta*. *Polímeros de carbohidratos*, 2019, págs. 366-374.

XURUN; et al. Acumulación y propiedades fisicoquímicas del almidón en relación con la calidad de consumo en diferentes partes del corno de taro (*Colocasia esculenta*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 2022, págs. 924-932.

YÜKSEL, E; et al. Ingredientes alternativos para una producción de helados más saludable y sostenible: una revisión. *Revista Internacional de Tecnología Lechera*, 2019, págs. 1-12.

ZHANG, L; et al. Efecto de diferentes tipos de almidón en la calidad del helado. *Revista de ciencia y tecnología de los alimentos*, 2018, págs. 3422-3429.

ZHANG, L. 2017. Optimización de la concentración de almidón de *Colocasia esculenta* en helado bajo diferentes condiciones de congelación utilizando la metodología de superficie de respuesta. *Food Science and Technology International*, 2017, págs. 594-603.



MATERIA PRIMA	Valor Producto (1L)	Costo en ml
Leche	\$0,45	0,005
Nata de leche	\$2,00	0,020
Azucar Kg	1,00	0,010
Almidón de papa china Kg	0,50	0,005
TOTAL	\$3,950	0,040

Gastos indirectos de fabricación

RUBRO	Costo mensual	Costo trimestral	Costo anual
Gastos Administrativos			\$8.160,00
Arriendo	\$500,00	\$1.500,00	\$6.000,00
Agua	\$50,00	\$150,00	\$600,00
Energía Eléctrica	\$100,00	\$300,00	\$1.200,00
Artículos de limpieza	\$30,00	\$90,00	\$360,00
Gastos de venta			\$2.436,00
Facturas	\$3,00	\$9,00	\$36,00
Publicidad	\$200,00	\$600,00	\$2.400,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS			\$10.596,00

Mano de obra directa

Descripción	N°	Sueldo mensual	Sueldo anual	Décimo tercer sueldo anual	Décimo cuarto sueldo	AP IESS	Sub total	MENOS IESS IND	Sub total	Fondo Reserva	TOTAL
Vendedor	1	\$450,00	\$5.400,00	\$400,00	\$400,00	\$602,10	\$6.802,10	\$510,30	\$6.291,80	\$449,82	\$6.741,62
Ayudante	1	\$450,00	\$5.400,00	\$400,00	\$400,00	\$602,10	\$6.802,10	\$510,30	\$6.291,80	\$449,82	\$6.741,62
TOTAL		\$700,00	\$8.400,00	\$800,00	\$800,00	\$936,60	\$10.936,60	\$793,80	\$10.142,80	\$699,72	\$10.842,52

Mano de obra indirecta o gastos administrativos

Descripción	N°	Sueldo mensual	Sueldo anual	Décimo tercer sueldo anual	Décimo cuarto sueldo	AP IESS	Sub total	IESS IND	Sub total	Fondo Reserva	TOTAL
Gerente administrador	1	\$350,00	\$4.200,00	\$350,00	\$350,00	\$468,30	\$5.368,30	\$396,90	\$4.971,40	\$349,86	\$5.321,26
TOTAL		\$350,00	\$4.200,00	\$350,00	\$350,00	\$468,30	\$5.368,30	\$396,90	\$4.971,40	\$349,86	\$5.321,26

ANEXO C: ANÁLISIS DE BENEFICIOS DEL PROYECTO

Producto	Costo producción total semanal	Costos de Venta sin utilidad	Fórmula precio venta	Costo más utilidad (100%)	Precio sugerido en la encuesta	Precio promedio de venta final
Helado de leche (1 tarrina de 1L)	1,09	\$1,29	C.V. / (1-50%)	\$2,58	2,5	\$2,54

Ingresos por ventas del Primer año

Productos	Precio de Venta	Ingresos mensuales	Ingresos trimestrales	Ingresos anuales
Helados de leche	2,54	\$3.045	\$9.135,00	\$36.540,00

TOTAL		\$3.045	\$9.135,00	\$36.540,00
--------------	--	----------------	-------------------	--------------------

Proyección de ventas

Ventas año 2023	Ventas año 2024	Ventas año 2025	Ventas año 2026	Ventas año 2027
\$36.540	47958,75	\$67.142	\$88.124	\$111.036

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$36.540,00	\$47.958,75	\$67.142,25	\$88.124,20	\$111.036,50
Costos	\$34.632,52	\$35.765,00	\$36.934,52	\$38.142,28	\$39.389,53
Utilidad bruta en ventas	\$1.907,48	\$12.193,75	\$30.207,73	\$49.981,93	\$71.646,97
Gastos					
Gastos Administrativos	\$5.321,26	\$5.495,27	\$5.674,96	\$5.860,53	\$6.052,17
Gastos Depreciación	\$1.243,47	\$2.486,94	\$3.730,41	\$4.973,89	\$6.217,36
Gastos Financieros	\$4.991,81	\$4.991,81	\$4.991,81	\$0,00	\$0,00
Total, Gastos	\$11.556,54	\$12.974,02	\$14.397,18	\$10.834,42	\$12.269,53
Utilidad operacional	\$-9.649,06	\$-780,27	\$15.810,55	\$39.147,51	\$59.377,44
Utilidad antes de participación laboral	\$-9.649,06	\$-780,27	\$15.810,55	\$39.147,51	\$59.377,44
15% Participación laboral	\$-1.447,36	\$-117,04	\$2.371,58	\$5.872,13	\$8.906,62
Utilidad antes de impuestos	\$-8.201,70	\$-663,23	\$13.438,97	\$33.275,38	\$50.470,82
25% Impuesto a la Renta	\$-2.050,43	\$-165,81	\$3.359,74	\$8.318,85	\$12.617,71
Utilidad Neta	\$-6.151,28	\$-497,42	\$10.079,22	\$24.956,54	\$37.853,12

BALANCE GENERAL PROYECTADO

	PERIODO					
	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ACTIVOS						
<u>Activos Corrientes</u>						
Efectivo		\$36.540,00	\$47.958,75	\$67.142,25	\$88.124,20	\$111.036,50
Caja Bancos	\$3.329,48					
Total Activos Corrientes	\$3.329,48	\$36.540,00	\$47.958,75	\$67.142,25	\$88.124,20	\$111.036,50
<u>Depreciables</u>						
Maquinaria y Equipos	\$5.840,00	\$5.840,00	\$5.840,00	\$5.840,00	\$5.840,00	\$5.840,00
Muebles de oficina	\$620,00	\$620,00	\$620,00	\$620,00	\$620,00	\$620,00
Equipo de computo	\$1.590,00	\$1.590,00	\$1.590,00	\$1.590,00	\$1.590,00	\$1.590,00
Segurida y Otros	\$220,52	\$220,52	\$220,52	\$220,52	\$220,52	\$220,52
Total Activo Fijo Depreciable (Bruto)	\$8.270,52	\$8.270,52	\$8.270,52	\$8.270,52	\$8.270,52	\$8.270,52
(-) Depreciación Acumulada		\$1.243,47	\$2.486,94	\$3.730,41	\$4.973,89	\$6.217,36
Total Activo Fijo Depreciable (Neto)	\$8.270,52	\$7.027,05	\$5.783,58	\$4.540,11	\$3.296,63	\$2.053,16
gastos legales y de instalación	\$400,00					
TOTAL ACTIVOS	\$12.000,00	\$43.567,05	\$53.742,33	\$71.682,36	\$91.420,84	\$113.089,66
PASIVO Y PATRIMONIO						
<u>Pasivos Corrientes</u>						
Proveedores	\$0,00	\$34.632,52	\$35.765,00	\$36.934,52	\$38.142,28	\$39.389,53
Otros Pasivos Corrientes						
Pasivos Financieros a Corto Plazo						
Impuesto de renta por Pagar	\$0,00	-\$2.050,43	-\$165,81	\$3.359,74	\$8.318,85	\$12.617,71
Total pasivos Corrientes	\$0,00	\$32.582,09	\$35.599,20	\$40.294,26	\$46.461,12	\$52.007,24
<u>Pasivos No Corrientes</u>						
Pasivos Financieros	\$12.000,00	\$12.479,40	\$7.487,59	-\$2.495,79	\$0,00	\$0,00
Cuentas por pagar		\$5.321,26	\$5.495,27	\$5.674,96	\$5.860,53	\$6.052,17
Total pasivos No Corrientes		\$17.800,66	\$12.982,86	\$3.179,17	\$5.860,53	\$6.052,17
TOTAL PASIVOS	\$12.000,00	\$50.382,75	\$48.582,05	\$43.473,44	\$52.321,65	\$58.059,41
<u>PATRIMONIO</u>						
Capital	\$0,00	\$782,93	\$5.774,73	\$15.758,11	\$8.270,52	\$8.270,52
Utilidades Retenidas		-\$1.447,36	-\$117,04	\$2.371,58	\$5.872,13	\$8.906,62
Utilidades del Ejercicio		-\$6.151,28	-\$497,42	\$10.079,22	\$24.956,54	\$37.853,12
TOTAL PATRIMONIO		-\$6.815,71	\$5.160,27	\$28.208,92	\$39.099,18	\$55.030,25
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$12.000,00	\$43.567,05	\$53.742,33	\$71.682,36	\$91.420,84	\$113.089,66

ANEXO D: FOTOGRAFÍAS DEL EXPERIMENTO

EXTRACCION ALMIDON



OBTENCION HELADO



MICROBIOLOGICAS

FISICO-QUIMICAS

SENSORIAL

PRUEBAS



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 24/ 01 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Cristian Félix Guamán Teneguzñay
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniero en Industrias Pecuarias
 Firma del Director del Trabajo de Titulación
 Firma del Asesor del Trabajo de Titulación