

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVOS
PRODUCTOS ALIMENTICIOS

**DISEÑO Y DESARROLLO TÉCNICO DE ALTERNATIVA DE PRODUCTO CON
GRASAS SALUDABLES: NIEVE A BASE DE AGUACATE CON CREMA DE COCO**

PRESENTADO POR:

VALERIA SOFIA CASTANEDA LARA

MÓNICA ALEJANDRA SOLANO PÉREZ

SARA JUDITH GIL ROSALES

PARA OPTAR EL GRADO DE:

INGENIERIA DE ALIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA. OCTUBRE 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALIÓ ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAÚL ALEVANDER FABÍAN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTORA INTERINA:

ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO DE AYALA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Título:

**DISEÑO Y DESARROLLO TÉCNICO DE ALTERNATIVA DE PRODUCTO CON
GRASAS SALUDABLES: NIEVE A BASE DE AGUACATE CON CREMA DE COCO**

Presentado por:

VALERIA SOFIA CASTANEDA LARA

MÓNICA ALEJANDRA SOLANO PÉREZ

SARA JUDITH GIL ROSALES

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

M.Sc. ING. JUAN MANUEL PÉREZ GÓMEZ

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 2024

AGRADECIMIENTOS

1. Mónica Alejandra Solano Pérez

Agradezco profundamente a mi tía Miry, quien ha sido un pilar fundamental en mi vida, brindándome su apoyo incondicional y todo su amor a lo largo de este camino académico. Su constante presencia y ánimo me han dado la fortaleza para seguir adelante en los momentos más desafiantes. También quiero expresar mi gratitud a mis padres que me han impulsado a superar cada obstáculo. Finalmente, agradezco a Dios, por haberme guiado y brindado la sabiduría y fortaleza necesarias para alcanzar esta meta.

2. Sara Judith Gil Rosales

A Dios, por permitirme llegar al final de mi carrera profesional, dándome la salud, sabiduría y fortaleza necesaria para alcanzar mis metas.

A mi madre, por ser parte fundamental en mi vida y estar presente en cada paso que doy, dándome apoyo y su amor incondicional en todas las noches de estudio.

A mi hermana, que es para mí un ejemplo a seguir, agradezco profundamente su ayuda y sus consejos de aliento.

A mi pareja, que fue mi compañero de desvelos muchas veces y en quien encontré el amor, agradezco su apoyo y sus palabras de ánimo que no dejaron que me diera por vencida.

3. Valeria Sofía Castaneda Lara

Agradezco a mi familia por apoyarme en todo momento, por darme ánimo cuando lo necesité, y en especial a mi hermana por estar a mi lado todos los días; agradezco a cada docente por nutrirnos intelectualmente. Por último, agradezco a los compañeros/as que he tenido a lo largo de la carrera, por el apoyo mutuo, el conocimiento y por cada parte de ellos que se queda conmigo

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1.....	2
MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.3. JUSTIFICACION.....	3
1.4. BENEFICIOS ESPERADOS.....	4
1.5. DELIMITACIÓN Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	4
1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.7. INNOVACIÓN DE ALIMENTOS SALUDABLES	6
1.7.1. DEMANDA DE ALIMENTOS SALUDABLES.....	6
1.8. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS.....	7
CAPITULO 2.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. HELADOS.....	10
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS HELADOS	10
2.2.1. NIEVE DE AGUACATE	13
2.2.2. Materia prima	13
I. Aguacate.....	13
II. Leche de coco.....	16
III. Crema de coco.....	18
IV. Limón 18	
V. Azúcar.....	19
2.4. PROCESOS TECNOLÓGICOS.....	19
2.4.1. Pasteurización	20
2.4.2. Congelación como método de conservación.....	21
2.4.3. Congelación de la nieve de aguacate.....	24
2.4.4. Polifenoloxidasas	24

2.4.5. Envase.....	26
2.5. EQUIPO Y MAQUINARIA	27
2.6. ETIQUETADO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS.....	28
2.6.1. Requisitos generales de etiquetado.....	28
2.6.2. Etiqueta nutricional	32
2.7. VIDA ÚTIL.....	33
2.7.1. ComBase: microbiología predictiva	34
2.8. INOCUIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA	34
2.8.1. Análisis de peligro basado en controles preventivos.....	35
2.8.2. Ley FSMA	36
CAPITULO 3.....	38
METODOLOGÍA Y ANÁLISIS.....	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	38
3.1.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL HELADO DE AGUACATE A NIVEL PILOTO 38	
I. Lavado y desinfectado de materia prima y utensilios.....	38
II. Extracción de pulpa.....	39
III. Pesado de ingredientes.....	39
IV. Calentamiento de la mezcla.....	39
V. Mezclado.....	40
VI. Enfriamiento.....	40
VII. Congelación.....	40
3.1.1. Formulación del helado de aguacate.....	40
3.1.2. Costo del producto.....	41
3.1.3. Etiqueta.....	45
3.1.3.1. Información general.....	45
3.1.3.2. Envase.....	46
3.1.3.3. Tabla nutricional.....	48
3.2. ESCALAMIENTO A NIVEL INDUSTRIAL	49
3.3. DIAGRAMA DE FLUJO A NIVEL INDUSTRIAL.....	52

3.4. DIAGRAMA DE PROCESO.....	53
3.6. DIAGRAMA DE RECORRIDO	55
3.7. SELECCION DE EQUIPO Y MAQUINARIA	56
3.8. DISEÑO DE PLANTA	59
3.9. ANÁLISIS DE PELIGROS BASADOS EN CONTROLES PREVENTIVOS.....	62
3.10. ESTIMACIÓN DE VIDA UTIL.....	69
3.10.1. EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	69
3.10.1. MODELO MICROBIOLÓGICO PREDICTIVO UTILIZANDO COMBASE	71
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXO 1. Proceso de elaboración del producto.....	79
ANEXO 2. Peligros potenciales según FDA.....	80
ANEXO 3. Cantidades de referencia habitualmente consumidas según FDA	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cubeta de polietileno de 6l para helados	26
Figura 2. Tabla nutricional actualizada Fuente: (FDA, 2023)	33
Figura 3: Esquema resumen de etapas de elaboración de helado de aguacate	38
Figura 4. Envase previsto para el producto	46
Figura 5. Diseño frontal y trasero de la etiqueta	47
Figura 6. Tabla nutricional del helado de aguacate con crema de coco	48
<i>Figura 7.</i> Diagrama de flujo a nivel industrial.....	52
Figura 8. Diagrama de proceso.....	54
Figura 9. Diagrama de recorrido	55
Figura 10. Distribución en planta	61
Figura 11. Parámetros de simulación para <i>Brochothrix thermosphacta</i>	72
Figura 12. Curva de crecimiento de <i>Brochothrix thermosphacta</i>	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de aguacate	13
Tabla 2. Composición fisicoquímica de la leche de coco cruda y enlatada	17
Tabla 3. Composición fisicoquímica de la crema de coco cruda y enlatada	18
Tabla 4. Requisitos generales de etiquetado según RTCA.....	28
Tabla 5. Requisitos generales de etiquetado según FDA	30
Tabla 6: Tabla resumen de ingredientes y %m/m	39
Tabla 7: Formulación de helado de aguacate con crema de coco.....	40
Tabla 8: Fracciones peso en formulación de helado de aguacate con crema de coco .	41
Tabla 9: Resumen de costos de MP por una unidad de 450 g	42
Tabla 10: Costo de materia de envase y empaque	43
Tabla 11. Maquinaria y equipo.....	56
Tabla 12: Análisis de peligro basado en controles preventivos.....	63
Tabla 13: Plan maestro de controles preventivos.....	67
Tabla 14. Pardeamiento enzimático del helado de aguacate.....	69

INTRODUCCIÓN

Ante la creciente problemática de sobrepeso y obesidad vinculada al consumo de alimentos ultra procesados, se plantea la formulación de un helado a base de aguacate y crema de coco como una alternativa nutritiva. Este producto no solo busca ser agradable al paladar, sino también contribuir a la disminución del consumo de helados con elevados niveles de azúcares y grasas saturadas, ofreciendo una opción más saludable y equilibrada.

El estudio se estructura en tres capítulos que abordan las diferentes etapas del desarrollo:

1, Marco referencial: Se detalla el planteamiento del problema que sustenta la investigación, los objetivos establecidos, la justificación y los beneficios esperados. Además, se identifican las limitaciones encontradas en el proceso y se analizan antecedentes relevantes que respaldan el contexto de la propuesta.

2.Marco teórico: En este apartado se recopila y organiza la base teórica necesaria para sustentar el diseño del helado. Se incluyen conceptos relacionados con las propiedades fisicoquímicas de los ingredientes principales, las técnicas de conservación aplicables y las normativas vigentes para productos alimenticios, asegurando un enfoque técnico y normativo adecuado.

3.Metodología y análisis: Se describe el proceso metodológico empleado, incluyendo la formulación del helado, el análisis de costos y el diseño del escalamiento a nivel piloto. También se presentan los diagramas de proceso y de recorrido en planta, así como el diseño de maquinaria y la distribución propuesta. Finalmente, se realiza un análisis de peligros para identificar y mitigar riesgos potenciales, y se evalúa la vida útil del producto mediante análisis de pardeamiento enzimático y desarrollo microbiológico, utilizando un software especializado.

CAPITULO 1

MARCO REFERENCIAL

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una alimentación sana asegura una buena calidad de vida, ayudando a prevenir la aparición de enfermedades relacionadas con una alimentación inadecuada en todas las etapas de la vida. En El Salvador cada vez es más alarmante la cantidad de personas que padecen enfermedades relacionadas con la inadecuada alimentación tales como sobrepeso y obesidad.

Informes de la FAO (FAO, 2016) sugieren que las dietas en las que se reemplazan las grasas saturadas por grasas insaturadas están asociadas con niveles reducidos de colesterol total en sangre y colesterol LDL (proteína de baja densidad) que a su vez se asocia con un riesgo reducido de desarrollar enfermedades cardiovasculares provocadas por la obesidad.

En la actualidad el consumo excesivo de grasas saturadas, azúcares y carbohidratos contribuyen en gran manera a la problemática descrita anteriormente, por ello el objetivo principal de este trabajo es proponer una alternativa más saludable a través de la elaboración de un helado de aguacate que en su composición presenta altos niveles de ácidos grasos insaturados, adicionalmente el helado permite la utilización del fruto en procedimientos no tradicionales aprovechando la cremosidad y su color tan característico dando como resultado un producto atractivo y saludable.

1.2. OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar un helado a base de aguacate y crema de coco que ofrezca una alternativa innovadora, saludable y vegana, satisfaciendo la demanda de opciones nutritivas y libres de ingredientes de origen animal.

Objetivos específicos

- Innovar en sabores mediante la Introducción un helado con ingredientes no convencionales como el aguacate, conocido por su cremosidad natural y perfil nutricional rico en grasas saludables.
- Optimizar la fórmula para garantizar las propiedades organolépticas (como textura y sabor), utilizando exclusivamente ingredientes de origen vegetal y sin la inclusión de conservantes añadidos, asegurando que el producto final sea atractivo al paladar y cumpla con los estándares de calidad vegana y natural.
- Elaborar el análisis de vida útil a través del método directo y un modelo predictivo de crecimiento microbiano
- Realizar un análisis de peligros basado en Controles Preventivos
- Proponer un diseño de la planta procesadora de helado de aguacate que cumpla con requisitos de higiene y seguridad alimentaria.

1.3. JUSTIFICACION

Este trabajo de grado se enfoca en la elaboración de un nieve de aguacate con crema de coco como una alternativa de grasa saludable a los helados tradicionales, adicionalmente por la naturaleza de las materias primas es posible catalogar el producto como un alimento vegano, si bien, el aguacate no es un alimento que se consuma en el mundo dulce es una propuesta innovadora que nos permite aprovechar los beneficios

que este fruto aporta a la salud y a su vez brinda un color vibrante y cremosidad al helado final.

1.4. BENEFICIOS ESPERADOS

- a. **Propuesta de desarrollo de un producto vegano bajo en grasas saturadas y con un perfil nutricional superior al de los helados tradicionales:** El producto de nieve de aguacate con crema de coco es una opción con mayores propiedades nutricionales que los helados tradicionales reduciendo el consumo de grasa saturadas y productos de origen animal, siendo un alimento ideal para personas con dietas bajas en grasas saturadas y veganas.
- b. **Aporte a la industria alimentaria:** Introduciendo un producto innovador, abriendo nuevas líneas de negocio en el sector de alimentos veganos y saludables. Que en la actualidad se encuentra en crecimiento.

1.5. DELIMITACIÓN Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

A. Delimitación

- I. **Mercado objetivo inicial:** Mercado nacional, con foco en zonas urbanas con alta demanda de productos veganos y saludables.
- II. **Poblacional:** El proyecto se enfoca en consumidores de alimentos saludables veganos haciendo énfasis en el público general, que habitan en áreas urbana y tienen como preferencia el consumo de productos saludables.
- III. **Espacio físico:** El desarrollo del proyecto se llevará inicialmente de manera artesanal, en un espacio limitado con equipo con poca capacidad productiva (Cocina y refrigerador pequeños).

B. Limitaciones

- I. **Disponibilidad de materias primas:** Debido a la naturaleza estacional del ingrediente principal (aguacate) el desabastecimiento de la materia prima a nivel nacional podría causar fluctuaciones en la producción impactando el precio por lo tanto también la viabilidad económica del producto.
- II. **Aceptación del consumidor:** Al tener un ingrediente principal como el aguacate que en su mayoría solo es ocupado para platos salados, los

consumidores podrían presentar reticencia o desconfianza a probar el producto inicialmente.

- III. **Formulación del producto:** La formulación de una nieve vegano sin el uso de aditivos alimentarios puede presentar desafíos a nivel de vida útil y características de calidad.

1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El consumo de congelados (así se llamaban los helados hasta el principio del siglo pasado) ya se realizaba en tiempos antiguos, como lo indican diferentes fuentes (Juri-Morales, 2015). El helado en sus orígenes no era un producto lácteo, sino más bien frutal, pero con el correr del tiempo los derivados lácteos comenzaron a utilizarse en pequeñas proporciones y luego masivamente, a tal punto que hoy en día la leche y la crema de leche son constituyentes básicos en este producto.

El origen del helado se desconoce. El primer relato escrito sobre el helado data de hace más de tres mil años atrás y tiene su origen en el Oriente. Algunas historias piensan que los chinos fueron sus inventores, otras que los babilonios, o tal vez los mongoles, y que de alguna de estas culturas pasó a la India, a las culturas persas y después a Grecia y Roma. Pero es en Italia, en la Baja Edad Media, cuando el helado toma forma y se difunde por toda Europa.

Durante mucho tiempo los helados fueron manjar únicamente de reyes y de personas privilegiadas, debido a los pocos medios de que se disponía para su preparación. Antes del desarrollo de la refrigeración moderna, el hielo se debía obtener en grandes bloques de lagos y estanques durante el invierno y era apilado en huecos en el suelo o en casas de hielo, erigidas en madera y aisladas con paja. En la actualidad son muchos los desarrollos que se han realizado en el helado a nivel de gastronomía molecular, helados simbióticos y uso de nuevos ingredientes como el **aguacate**.

La relación del aguacate con el hombre ha sido documentada con datos paleo históricos reportados por algunos cronistas de la Nueva España. Estos datos muestran que las tres razas hortícolas del aguacate tienen profundas raíces históricas desde tiempos

precolombinos en Mesoamérica, área donde según ocurrió su domesticación. Sin embargo, aún no está claro dónde y cuándo se originó el aguacate. El principal problema es que aún no se conoce el prototipo silvestre; probablemente debido al hecho de que se ha extinguido, o ha cambiado a través de su evolución. (M. E. Galindo-Tovar, 2010).

Sin embargo, en la actualidad el aguacate es un alimento de uso cotidiano en nuestra dieta en el área de mesoamérica por lo que ha tomado mucha popularidad los productos a base de él como los helados de aguacate según artículos como el de prensa libre donde recalcan su preferencia por los consumidores siendo uno de las nuevas tendencias gastronómicas (Martínez, 2024)

1.7. INNOVACIÓN DE ALIMENTOS SALUDABLES

1.7.1. DEMANDA DE ALIMENTOS SALUDABLES

En los últimos años se ha producido una mayor preocupación por la obesidad y la salud. Al punto que en la actualidad el 6% de los consumidores se preocupa más hoy por su alimentación que hace cinco años, sobre todo en lo relacionado a la elaboración de los alimentos. Una de las principales preocupaciones a la hora de comprar un determinado producto son su elaboración con ingredientes saludables (prioritaria para un 61% de los consumidores) y su posible uso de productos químicos en su fabricación (Inés Kuster, 2013).

Según FUSADES, en su boletín informativo de tendencias 2023 en la industria de alimentos dentro de las principales tendencias se encuentran los alimentos saludables y sostenibles debido a que los consumidores cada vez más preocupados por su salud y el medioambiente impulsando la demanda de estos (FUSADES, 2023). Por lo que la industria de alimentos salvadoreña está respondiendo a estas nuevas tendencias, las empresas tanto nacionales como internacionales están desarrollando nuevos productos y servicios que satisfagan las necesidades de los clientes.

1.5.1.2 CASOS PRÁCTICOS DE INNOVACIÓN ALIMENTARIA

La apuesta, la oferta y el desarrollo de alimentos tiene casos de éxito entorno a una alimentación más saludable, donde entre otros aspectos, el envase también juega un papel importante como herramienta de comunicación transparente y donde los beneficios del producto deben quedar patentes y ser evidentes para un consumidor más informado (Prieto-Hontoria, 2016). Algunos de los nuevos productos alimenticios que han tenido y tienen éxito en un mercado tan competitivo como el actual se caracterizan por ofrecer algo más que un elemento básico e incorporan novedades y cualidades que los hacen diferenciadores del resto.

Casos como CADO ice cream siendo una de las empresas líderes en E.E. U.U desde el 2015 en el mercado de helados saludables, elaborado a partir de la grasa buena que se encuentra en el aguacate, Cado ofrece un tipo completamente nuevo de postre helado sin lácteos que sabe a helado real. Establecida en Fairfield, Iowa. Cado Ice Cream es propiedad de la familia Dowd y está operada por ella. Los cofundadores y hermanos Jack y Meghan y su madre Debbie fundaron la empresa porque se sintieron inspirados para crear un mejor helado elaborado sin grasas saturadas. Cado está comprometida con los valores fundamentales de ser: a base de plantas, grasas buenas y elaborado con ingredientes limpios, simples, orgánicos y sin OGM.

1.8. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Las actividades de desarrollo e innovación en los productos alimenticios tienen distintos enfoques, como puede ser la sostenibilidad ambiental, nutrición, desarrollo tecnológico, entre otros. Todos estos enfoques a nivel de empresas alimentarias manifiestan un interés común en la industria alimentaria basado en incrementar la seguridad en la producción y la calidad a través de instrumentos de mejora de la gestión y de la eficacia. Debido a ello y dada la importancia de la seguridad en toda la cadena alimentaria y de que el consumidor así lo perciba se formularon distintas herramientas que favorecen el desarrollo e innovación.

Formulación del producto

Se refiere a una serie de pasos a seguir para formular un producto nuevo en el mercado que cumpla con la aceptación de los consumidores, principalmente se debe definir el tipo de producto y el objetivo a lograr, también se debe de investigar el mercado y las competencias para identificar el mercado objetivo.

Al momento de plantear el desarrollo de fórmula se seleccionan las materias primas convenientes y se evalúa la estabilidad por temas de conservación, todo lo anterior mencionado siempre debe de enfocarse y cumplir con las normativas vigentes del tipo de producto.

Costeo de elaboración del nuevo producto

El costeo de elaboración de un nuevo producto alimenticio implica calcular todos los gastos necesarios para producirlo. Ya sea a escala de prueba, donde solamente se costea la materia prima, materiales de empaque principalmente, a nivel de desarrollo y distribución se deben considerar todos los costos de desarrollo de fórmula, transporte, mano de obra, etc.

Diseño del proceso productivo

Para el diseño del proceso productivo se debe plantear un esquema de todas las etapas necesarias para fabricar dicho producto, iniciando desde la recepción de materias primas y sus pasos a seguir para una correcta inspección, hasta el almacenamiento del producto terminado

Diseño de etiqueta del producto

El diseño de etiqueta de producto es elemental para la comercialización de éste, ya que además de atraer consumidores y mostrar toda la información relevante del producto, también asegura que se cumplen las normativas vigentes del etiquetado. En este se muestra toda la información de aporte de nutrientes por porción de producto, así como también la información útil para una buena trazabilidad. (21 CFR 109, 2024)

Plan de inocuidad (basado en controles preventivos)

Tener un plan de inocuidad es fundamental para garantizar que el producto es seguro y no causa ningún daño al consumidor. Para que el plan de inocuidad sea efectivo se basa en controles preventivos donde se define un análisis de peligros y puntos críticos de control, además conlleva una serie de documentos y registros, manuales y procedimientos de monitoreo frecuente para verificar que se cumplan todos los requisitos del plan. (21 CFR 117, 2024)

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. HELADOS

El helado es un tipo de emulsión, una combinación de grasa y agua que, en general, no se mezclarían. Sin embargo, en una emulsión, las gotitas pequeñas de grasa se dispersan a través del agua, evitando esta separación. La manera en que se consigue es el resultado de las propiedades químicas de las moléculas en la emulsión. (Brunning, 2016)

La Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO 67.01.11:04 Helados y mezcla de helados. Especificaciones (primera actualización)) define a los helados como los productos obtenidos a partir de la mezcla pasteurizada, homogenizada, batida y refrigerada por medios manuales o mecánicos que tenga en su composición grasa butírica en forma de crema, mantequilla, o en polvo, o grasa vegetal, proteína láctea en forma de sólidos de leche, edulcorantes tales como azúcar, glucosa, dextrosa en forma líquida o sólida, estabilizantes y emulsificantes alimenticios, saborizantes y colorantes naturales y artificiales, agua potable.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS HELADOS

De acuerdo a la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (FDA, 21 CFR- Frozen Deserts, 2024) a través del título 21 del CFR parte 135 para postres congelados se establece una clasificación para los helados:

i. Helados y natillas congeladas.

Se produce congelando, mientras se revuelve, una mezcla pasteurizada que consiste en uno o más de los ingredientes lácteos, caseinatos opcionales, una o más proteínas lácteas hidrolizadas y otros ingredientes no derivados de la leche seguros y adecuados.

ii. Helado de leche de cabra

Es el alimento preparado de la misma manera prescrita para el helado en el que los únicos ingredientes lácteos que se pueden utilizar son la leche desnatada de cabra, la leche de cabra y la crema de cabra.

iii. Mellorine

Es un alimento elaborado mediante la congelación, mientras se revuelve, de una mezcla pasteurizada que consta de ingredientes seguros y adecuados que incluyen entre otros, sólidos no grasos derivados de la leche y grasa animal o vegetal, o ambas, de las cuales solo una parte puede ser grasa de leche.

iv. Sorbete

Es un alimento que se produce congelando, mientras se revuelve, una mezcla pasteurizada que consiste en uno o más ingredientes lácteos opcionales especificados en el reglamento, y otros ingredientes que no sean derivados de la leche.

v. Helados de agua

Son alimentos que se preparan con los mismos ingredientes y de la misma manera que los sorbetes, excepto que la mezcla no necesita ser pasteurizada y no se utiliza leche ni ningún ingrediente derivado de la leche ni ningún ingrediente de huevo, excepto la clara de huevo.

Por su parte la (NSO 67.01.11:04 Helados y mezcla de helados. Especificaciones (primera actualización)) clasifica los helados de la siguiente manera:

i. Helado de leche

Producto obtenido a partir de la mezcla pasteurizada, homogenizada, batida y refrigerada por medios mecánicos o manuales que tenga en su composición los ingredientes según se establece en la definición, pero sin contener grasa vegetal y que contenga en su composición grasa butírica en un porcentaje igual o inferior al 7%

ii. Helado de crema

Producto obtenido a partir de la mezcla pasteurizada, homogenizada, batida y refrigerada por medios mecánicos o manuales que tenga en su composición los

ingredientes según se establece en la definición, pero sin contener grasa vegetal y que contenga en su composición grasa butírica en un porcentaje igual o inferior al 8%

iii. Helado de grasa vegetal

Producto obtenido a partir de la mezcla pasteurizada, homogenizada, batida y refrigerada por medios mecánicos o manuales que tenga en su composición los ingredientes según se establece en la definición, conteniendo grasa vegetal en un porcentaje igual o inferior al 7%

iv. Helado de crema vegetal

Producto obtenido a partir de la mezcla pasteurizada, homogenizada, batida y refrigerada por medios mecánicos o manuales que tenga en su composición los ingredientes según se establece en la definición, conteniendo grasa vegetal en un porcentaje igual o mayor al 8%

v. Helado de agua

Producto obtenido por el batido y congelamiento manual o mecánico de mezclas pasteurizadas que tengan en su composición agua potable, sustancias edulcorantes tales como azúcar, glucosa, dextrosa, fructosa en forma líquida o sólida, y edulcorantes artificiales, acidulantes, estabilizantes, colorantes y saborizantes naturales y/o artificiales.

vi. Nieve

Es el producto obtenido por el batido y congelamiento manual o mecánico de mezclas pasteurizadas que tengan en su composición agua potable, sustancias edulcorantes tales como azúcar, glucosa, dextrosa, fructosa en forma líquida o sólida, y edulcorantes artificiales, acidulantes, estabilizantes, colorantes y saborizantes naturales y/o artificiales, además debe contener pulpa de frutas naturales.

2.2.1. NIEVE DE AGUACATE

Es un helado elaborado a partir de una base de aguacate, crema de coco y leche de coco, complementado con jugo de limón y azúcar. Estos ingredientes permiten obtener una textura cremosa y un sabor balanceado, adecuado para consumidores interesados en alternativas de postres saludables con componentes de origen vegetal.

2.2.2. Materia prima

I. Aguacate

El Aguacate (*Persea americana* Miller), es una fruta con gran aceptación de consumo por su contenido nutricional en proteínas, vitaminas, minerales y su beneficio en la salud humana gracias a su grasa mono insaturada que contribuye a la disminución del colesterol y los triglicéridos totales del cuerpo. Además, su consumo puede ser en fresco o procesado. (Avelar, 2003)

Esta materia prima tiene como objetivo proporcionar la base fundamental del helado, contribuyendo a su cremosidad gracias al contenido de grasas saludables que posee. Asimismo, desempeña un papel esencial en la aportación del sabor y color característicos del producto.

Tabla 1. Taxonomía de aguacate

Reino	Vegetal
División	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisión	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Subclase	<i>Dialypetalae</i>
Orden	<i>Ranales</i>
Familia	<i>Lauraceae</i>
Genero	<i>Persea</i>
Especie	<i>Americana</i>

Fuente: (Gutiérrez, 1970;1984)

Diversidad genética

La importancia de la diversidad genética va acorde a la adaptación a las zonas de cultivo y algunas propiedades químicas y organolépticas de los frutos. Por ello se originan híbridos entre diferentes razas, dichos híbridos se pueden obtener de forma natural o artificial con modificaciones de tamaño, época de cosecha, contenido de grasa.

Variedad mexicana (*Persea americana* var. *Drymifolia*)

Su origen es la zona Central de México, es la raza con más resistencia al frío, soportando temperaturas por debajo de 0°C, sin embargo, su temperatura óptima es entre 5-17°C

Variedad guatemalteca (*Persea americana* var. *Guatemalensis*)

Se adapta a condiciones subtropicales, su temperatura óptima es entre 4-19°C. Son de mayor tamaño que la raza mexicana y tiene tonalidad verde más oscuro.

Variedad antillana (*Persea americana* var. *Americana*)

Contrario a las razas mexicana y guatemalteca que su origen es en zonas altas, esta raza es originaria de las selvas de las tierras bajas y húmedas de Centroamérica, donde existe una estación lluviosa corta

Requerimientos climáticos

Es sensible al frío y a la humedad ambiental, por lo que se recomienda que se establezca en climas libres de fríos o vientos calurosos

PRECIPITACIÓN La demanda pluvial es 1,000 a 2,000 milímetros bien distribuidos a lo largo del año. Sin embargo, se debe proporcionar riego suplementario durante la época seca.

LA RADIACIÓN SOLAR Las ramas demasiado sombreadas del aguacate son improductivas, de ahí la importancia de realizar prácticas adecuadas de poda y controlar la densidad de las plantas. La exposición completa a la luz solar es altamente benéfica para el cultivo, sin embargo, el tallo y las ramas primarias son susceptibles a las quemaduras de sol.

SUELO El aguacate puede desarrollarse en suelos de una amplia variedad de texturas, incluso en suelos arcillosos y franco-arcillosos siempre que exista un buen drenaje. Los suelos más recomendados son los de textura ligera y bien drenados con ph neutro o ligeramente ácido (5.5 a 7) y profundidad de 0.8 a 2 metros.

El aguacate tiene como su centro de origen a América. Su distribución natural va desde México hasta Perú, pasando por Centro América, Colombia, Venezuela y Ecuador. Se han encontrado fósiles de aguacate en México, con más de 8.000 años de antigüedad. Los primeros pobladores de Centro y Sur América, domesticaron este árbol varias centurias antes de la llegada de los europeos a América. A partir de pruebas arqueológicas encontradas en Tehuacán (Puebla, México), con una antigüedad de 12.000 años, se ha determinado esta región como su centro de origen. Estudios más recientes en Perú, han encontrado restos de aguacates de 4.00 años de antigüedad. (Jorge A. Bernal E., Cipriano A. Diaz D., 2008)

El aguacate es rico en compuestos bioactivos que tienen diversos beneficios para la salud. Es reconocido como una fuente particularmente rica de compuestos fitoquímicos lipofílicos como ácidos grasos monoinsaturados, tocoferoles, carotenos, esteroides y acetogeninas. Su consumo se asocia a una mejor calidad de dieta, ingesta de nutrientes y menor riesgo de síndrome metabólico. También se ha reportado en algunas investigaciones la presencia de ésteres, alcoholes, aldehídos, cetonas, monoterpenos y sesquiterpenos. (Cynthia Lara-García, 2021)

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son sustancias químicas producidas por las frutas y verduras que contribuyen a su sabor y aroma. En aguacate 'Hass' se ha detectado la presencia de hexanal y E-2 hexanal, asociados con el aroma herbal del fruto y con una tendencia a disminuir su concentración durante la maduración. Los COV además de ser responsables del aroma y sabor, pueden ayudar para la clasificación de diversas variedades de aguacate criollo. (Cynthia Lara-García, 2021)

Los compuestos lipídicos son abundantes e importantes en la composición de los aguacates. Se identifican 5 a 6 ácidos grasos en cantidades significativas, conteniendo

ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. El ácido graso dominante en el aguacate es el oleico (70 a 80%) el cual se acumula en las células preferentemente bajo forma de triglicéridos. Otros ácidos grasos que se forman con el desarrollo del fruto son: linoleico (10 a 11%) y palmitico (7%). También pueden aparecer trazas de ácido esteárico, mirístico, linolénico y araquídico. (Campos R.E., SantaCruz U.E., Florez M.A., Rivera G.M., Rodriguez-Pérez, 2011)

El estado de maduración del aguacate influye en el contenido de ácidos grasos; al ir madurando, el contenido de ácidos grasos monoinsaturados y saturados aumenta, mientras que los poliinsaturados disminuyen, debido a su degradación.

El aguacate destaca entre las frutas por tener cualidades dietéticas y medicinales extraordinarias. Su consumo proporciona niveles significativos de fibra dietética, minerales y vitaminas; además de aceite rico en ácidos grasos insaturados que solamente proporcionan 1.7 kcal/g. (Cynthia Lara-García, 2021)

II. Leche de coco

La leche de coco tiene su origen en distintos pueblos costeros a lo largo del mundo, especialmente en las zonas tropicales de Asia y el Pacífico, no se sabe con certeza cuando los nativos de estas áreas empezaron a elaborar la leche de coco, pero su elaboración artesanal es muy similar en todas estas áreas. (Juan Moscoso, Pedro Bustos, 2012)

Leche de coco es el término utilizado para designar el líquido obtenido por extracción manual o mecánica de la pulpa rallada del coco con o sin adición de agua. (T., 2003) de acuerdo a (CODEX STAN 240, 2003) la leche de coco es a emulsión diluida de endosperma (almendra de coco) de coco desmenuzado en agua, con una distribución de sólidos solubles y en suspensión.

Es una emulsión blanca lechosa que se separa fácilmente en dos fases distintas: una fase acuosa espesa y una fase de crema más ligera. Esta separación, a veces denominada formación de crema, se observa generalmente en emulsiones de tipo aceite

en agua. La formación de crema se produce cuando los glóbulos de grasa ascendentes chocan, se aglomeran y, al aumentar de tamaño, se separan en una capa cremosa superior. (T., 2003). Estas características proporcionan al helado una base líquida que facilita la mezcla y homogeneización de los ingredientes, además de contribuir al sabor y a la cremosidad del producto final.

Los valores proximales de la leche de coco fluctúan debido a varios factores como variedad del fruto, localización geográfica, prácticas culturales, madurez de la nuez, métodos de extracción y cantidad de agua incorporada durante el proceso de extracción. En la siguiente tabla se reporta la composición fisicoquímica de la leche de coco cruda y enlatada según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, Nueces, leche de coco enlatada (liquido exprimido a partir de carne rallada y agua), 2019):

Tabla 2. Composición fisicoquímica de la leche de coco cruda y enlatada

Nutrientes	gr/100 gr	
	Cruda	Enlatada
Humedad	67.6	72.9
Proteína	2.29	2.02
Lípidos totales	23.8	21.3
Cenizas	0.72	0.97
Carbohidratos	5.54	2.81
Fibra dietética total	2.2	-
Azúcar total	3.34	-
Lípidos		
Ácidos grasos saturados totales	21.1	18.9
Ácidos grasos monoinsaturados totales	1.01	0.907
Ácidos grasos poliinsaturados totales	0.261	0.233

Fuente (USDA, Nueces, leche de coco enlatada (liquido exprimido a partir de carne rallada y agua), 2019)

III. Crema de coco

De acuerdo al (CODEX STAN 240, 2003) se define a la crema de coco como la emulsión extraída del endosperma (almendra de coco) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco/agua.

La crema de coco presenta un alto nivel de materia grasa lo que le confiere una textura espesa y cremosa que la hace ideal para ser utilizada en la elaboración del producto a desarrollar. En la tabla siguiente se presenta la composición de la crema de coco cruda y enlatada según (USDA, Nueces, leche de coco enlatada (liquido exprimido a partir de carne rallada y agua), 2019):

Tabla 3. Composición fisicoquímica de la crema de coco cruda y enlatada

Nutrientes	gr/100 gr	
	Cruda	Enlatada
Humedad	53.9	29
Proteína	3.63	1.17
Lípidos totales	34.7	16.3
Cenizas	1.15	0.34
Carbohidratos	6.65	53.2
Fibra dietética total	2.2	0.2
Azúcar total	-	51.5
Lípidos		
Ácidos grasos saturados totales	30.8	15.5
Ácidos grasos monoinsaturados totales	1.48	0.679
Ácidos grasos poliinsaturados totales	0.379	0.159

Fuente (USDA, Nueces, leche de coco enlatada (liquido exprimido a partir de carne rallada y agua), 2019)

IV. Limón

El limón es el fruto en baya del limonero, árbol de hoja perenne y espinoso de la familia de las rutáceas. Este árbol se desarrolla con éxito en los climas templados y tropicales, cultivándose actualmente en todo el mundo. El limonero, originario de China o India, se

cultiva en Asia desde hace más de 2.500 años. A partir del siglo X los árabes lo difundieron por la cuenca mediterránea. Fue prácticamente desconocido para griegos y romanos, y hasta la Edad Media no comenzó a ser consumido habitualmente. En el siglo XVI fue introducido en el continente americano por los exploradores españoles. (Ministerio de agricultura, 2011). El limón contribuye a equilibrar el dulzor del helado al aportar tonalidades ácidas, además de ser un antioxidante natural, retardando la oxidación del aguacate y ayudando a preservar características de calidad, como el color del producto.

V. Azúcar

La sacarosa (β -D-fructofuranosil-a-D-glucopiranosil) llamada comúnmente “azúcar”, está integrada por una glucosa cuyo carbono aldehídico se une al cetónico de la fructosa, estableciendo un enlace glucosídico $\beta(1,2)$. La sacarosa es el químico orgánico más abundante en el mundo. Su hidrólisis parcial se aprovecha comercialmente en la elaboración de azúcar invertido usado en bebidas, ya que se reduce el porcentaje de azúcar necesario para proporcionar un dulzor determinado. Este azúcar tiene un grado de solubilidad muy alto, una gran capacidad de hidratación y es menos higroscópico que la fructosa; todas estas características hacen que se emplee en la elaboración de diversos alimentos como los helados proporcionando dulzor y mejorando la palatabilidad también influye en su textura.

La sacarosa abunda en forma natural en casi todas las frutas, en algunas raíces, en ciertos granos y en leguminosas. Su concentración en los diversos alimentos varía de manera considerable según el grado de madurez de estos productos. (Dergal, 2006)

2.4. PROCESOS TECNOLÓGICOS

Los procesos tecnológicos en la industria alimentaria se refieren a las técnicas y procedimientos aplicados para transformar materias primas en productos seguros, de alta calidad y con características específicas que satisfagan las necesidades del

consumidor. Estos procesos son fundamentales en la industria de alimentos, ya que garantizan la calidad, la seguridad y la innovación en los productos.

En el caso de la elaboración de helados, técnicas como la pasteurización y la congelación son esenciales. La pasteurización no solo elimina microorganismos patógenos, asegurando la inocuidad del producto, sino que también facilita una mejor integración de los ingredientes. Por su parte, la congelación contribuye al desarrollo de la textura cremosa característica del helado, al controlar la formación de cristales de hielo y permitir la incorporación de aire en la mezcla

2.4.1. Pasteurización

El calentamiento final hasta la temperatura de pasterización con agua caliente o vapor al vacío tiene lugar en la sección de calentamiento del pasteurizador. (Márquez, 2007)

El tratamiento se puede suministrar de varias formas distintas; las combinaciones más frecuentes son:

- **Pasteurización baja**, con una temperatura de 60 °C mantenido durante 30 minutos. Es un método lento y discontinuo, pero que presenta la ventaja de no modificar las propiedades de la leche en los helados elaborados a partir de dicha materia prima. No se coagulan las albúminas ni las globulinas y el estado de los glóbulos grasos permanece inalterado. Este procedimiento se emplea muy poco; principalmente en las pequeñas fabricaciones.
- **Pasteurización intermedia**, a una temperatura de 70-72 °C durante 15 a 30 segundos.
- **Pasteurización alta**, a una temperatura de 83-85 °C durante 15-20 segundos. Este tratamiento es el que más se utiliza. Con este procedimiento se obtienen los mejores resultados; los helados presentan las mejores características reológicas y organolépticas, es el más económico y se adapta bien a las operaciones automatizadas. – Tratamiento a temperatura ultra alta (U.H.T., 100 °C-130 °C durante 1 a 40 segundos. Mejora la consistencia y la textura de los productos debido a las modificaciones que produce en la estructura y propiedades de las proteínas. El

aumento de la capacidad de retención de agua permite reducir la cantidad de estabilizante. Los grupos reductores que se liberan actúan también como antioxidantes. Por otra parte, este tratamiento, sobre todo si se aplica a temperaturas superiores a 120 °C, puede originar defectos de sabor.

Por lo tanto, las condiciones ideales de pasteurización dependen de diversos factores, como la composición de la mezcla y los ingredientes utilizados. La viscosidad se modifica mucho incluso cuando no se utilizan estabilizantes, y es imposible asegurar una completa solubilización de los ingredientes si el tratamiento no se realiza en condiciones adecuadas.

2.4.2. Congelación como método de conservación

La congelación consiste en la aplicación de temperaturas a los alimentos por debajo de cero grados centígrados, de forma que parte del agua del alimento se convierte en hielo. Al mismo tiempo, como el agua se solidifica, se produce una desecación del alimento, lo que contribuirá de forma significativa a una mejor conservación. Lógicamente, este efecto será más importante cuanto más baja sea la temperatura. La temperatura de elección a nivel internacional es de -18°C/0°F, ya que por debajo de ésta se estima que no es posible la proliferación de bacterias (significativamente), por lo que disminuye la posibilidad de alteración y se reducen los riesgos para la salud. Hay que destacar que, después de la refrigeración, la congelación es el tratamiento que menos modificaciones produce en los alimentos. De forma que después de la descongelación los alimentos son casi idénticos a los productos crudos empleados como materia prima. (Umaña, 2012)

La congelación provoca el aumento de la concentración de los solutos presentes en productos e inversamente del descenso de la temperatura, la velocidad de las reacciones aumenta, a pesar de la disminución de la temperatura de acuerdo con la ley de acción de masas. Este incremento en la velocidad de las reacciones se produce a temperaturas entre -5° C y -15° C/ 23°F a 5°F. Este incremento en la concentración de los solutos provoca cambios en la viscosidad, el Ph, el potencial redox del líquido no congelado, fuerza iónica, presión osmótica y tensión superficial, entre otros. (Umaña, 2012)

El proceso de congelación consiste en 3 etapas:

a. Sub-enfriamiento

Se debe de pasar una barrera energética antes de que ocurra el proceso de cristalización como punto inicial de congelación. El proceso de sub-enfriamiento se observa cuando se retira calor sensible por debajo de 0 °C sin cambio de fase, resultando en un estado termodinámico inestable que inicia la formación de agregados submicroscópicos de agua llegando a una interface conveniente que es necesaria para la transformación de líquido a sólido. (Gómez-Sánchez, 2007)

b. Nucleación

La nucleación se define como el agrupamiento de átomos en fase líquida en un núcleo estable pequeño. De manera termodinámica, la agrupación de partículas a temperaturas por debajo del punto de fusión inicial no es favorable debido a que la relación entre la superficie y el volumen de los núcleos es muy grande y por lo tanto la energía interfacial con el líquido se vuelve una barrera. (Gómez-Sánchez, 2007)

c. Propagación de cristales hielo

El crecimiento de los cristales ocurre cuando el número de moléculas de agua se difunden a través de la interfase y la orientación hacia un sitio de crecimiento es mayor que el número de moléculas desviadas. El mecanismo y la velocidad de crecimiento de cristales dependen de la concentración y de la morfología de la superficie. (Gómez-Sánchez, 2007)

Velocidad de congelación

La calidad de los alimentos congelados se encuentra influenciada por la velocidad con que se produce la congelación, así entre más rápido se produzca el congelamiento mejor calidad en el producto congelado se obtiene.

I. Congelación lenta

Cuando la congelación es lenta la cristalización extracelular aumenta la concentración local de solutos lo que provoca, por ósmosis, la deshidratación progresiva de las células. En esta situación se formarán grandes cristales de hielo aumentando los espacios extracelulares, mientras que las células plasmolizadas (pierden agua por estar expuesta una presión osmótica mayor) disminuyen considerablemente su volumen. (Umaña, 2012)

II. Congelación rápida

Cuando la congelación es rápida la cristalización se produce casi simultáneamente en los espacios extracelulares e intracelulares. El desplazamiento del agua es pequeño, produciéndose un gran número de cristales pequeños. Por todo ello las afecciones sobre el producto resultaran considerablemente menores en comparación con la congelación lenta. No obstante, velocidades de congelación muy elevadas pueden provocar en algunos alimentos, tensiones internas que pueden causar el agrietamiento o rotura de sus tejidos (Umaña, 2012)

Métodos de congelación

De acuerdo a (Umaña, 2012) los sistemas de congelación se pueden agrupar de la siguiente manera por su método básico de extraer calor de productos alimenticios:

- **Congelación por aire comprimido o Congelador de impacto o ráfaga (por convección).** En inglés Blast Freezing. Aire frío se hace circular a alta velocidad sobre producto. El aire remueve o quita el calor del producto y lo lanza a un intercambiador de calor de aire/refrigerante antes de ser recirculado.
- **Congelación por contacto (conducción).** El alimento, empaquetado o desempaquetado, se coloca en o entre superficies frías de metal. El calor es extraído por la conducción directa a través de las superficies, que son enfriadas directamente por un medio refrigerante que circula.
- **Congelamiento criogénico.** El alimento es expuesto a un ambiente debajo de -76° F (-60° C) rociando el nitrógeno líquido o el bióxido de carbono líquido en la cámara de congelamiento.

- **Congelamiento crío-mecánico por convección y/o conducción.** El alimento primero se expone a congelar criogénicamente y entonces se usa refrigeración mecánica directa para acabar el congelamiento.

2.4.3. Congelación de la nieve de aguacate

La congelación del helado es la etapa en la cual el agua presente en la mezcla se congela y forma cristales de hielo diminutos que son los que proporcionan la suavidad, textura y cuerpo a producto final.

Tradicionalmente, los helados se elaboran en máquinas en las cuales la mezcla es batida y congelada al mismo tiempo con la finalidad de romper los cristales de hielo que se van formando y a la vez agregar aire lo que da al producto final una textura cremosa.

En el caso de la nieve de aguacate, elaborado con grasa vegetal proveniente de la leche y crema de coco que son alimentos que por sí mismos presentan una textura muy cremosa, solo requieren de una etapa de mezclado más sencilla en la cual se homogenizan todos los ingredientes y a la misma vez se introduce aire a la mezcla. De acuerdo a las pruebas realizadas, el método de congelación por convección o blast freezing, en el cual la velocidad de congelación es lenta, ya que requiere de varias horas para congelar totalmente la mezcla, da como resultado un helado con textura bastante cremosa. A escala industrial es más recomendable optar por un método de congelación rápida que permite mayores volúmenes de producción y asegura un producto de mayor calidad.

2.4.4. Polifenoloxidasa

La polifenoloxidasa (EC 1. 14. 18. 1), es una enzima perteneciente al grupo de las oxidoreductasas que cataliza el pardeamiento enzimático del aguacate al oxidar compuestos fenólicos en presencia de oxígeno, formando quinonas que se polimerizan en melaninas, responsables del color marrón.

La actividad de la polifenoloxidasa consiste básicamente en catalizar dos reacciones en cadena en presencia de oxígeno: primero, tiene lugar la hidroxilación de monofenoles a

difenoles (actividad monofenolasa o cresolasa) y posteriormente, los difenoles formados se transforman en quinonas (actividad odifenolasa o catecolasa). Las o-quinonas son precursoras de compuestos de color café. Ellas mismas poseen poco color, sin embargo, dan lugar a hidroxiquinonas que se polimerizan y oxidan fácilmente dando, así, el color café de las frutas. Esta última reacción de oxidación es rápida y no es enzimática. (Juan Gallardo, 2003)

Las polifenoloxidasas se encuentran en muchas frutas, entre las cuales destacan el aguacate, esta enzima es la principal responsable del oscurecimiento enzimático que se produce cuando el aguacate se procesa y se dañan sus células, dando como resultado que el puré de aguacate cambie de color a tonalidades marrones que dañan la calidad del producto. En el caso de la nieve de aguacate este oscurecimiento es uno de los principales parámetros de calidad a controlar y para ello existen diferentes métodos basados en una o más consideraciones dadas en el mecanismo de acción.

A continuación, se da un resumen de estos métodos:

- a) Inactivación de la polifenoloxidasa con calor: este procedimiento se utiliza con frecuencia en verduras que se cuecen antes de su consumo. No es adecuado para frutas.
- b) Inhibición química de la polifenoloxidasa: los sulfitos son buenos inhibidores, pero su uso se restringe por la FDA, porque provocan reacciones alérgicas; los acidulantes como el ácido cítrico inhiben a la polifenoloxidasa porque reducen el Ph por debajo del valor óptimo; los agentes quelantes o secuestrantes, como el EDTA y el ácido cítrico, inhiben a la enzima al unirse al cobre, un cofactor esencial.
- c) Agentes reductores: los agentes que reducen las o-quinonas a compuestos fenólicos inhiben el pardeamiento enzimático. Los ácidos ascórbico y eritórbito se usan para evitar pardeamiento en frutas recién cortadas.
- d) Exclusión de oxígeno: esto se logra con empaques al alto vacío.
- e) Enzimas proteolíticas: atacan a la polifenoloxidasa, aunque no son muy usadas

2.4.5. Envase

Según **NSO 67.01.11:04** los envases para helados y mezclas para helados deben ser de materiales de naturaleza tal que no alteren las características sensoriales y la calidad e higiene del producto, y proporcionen una adecuada protección contra la contaminación del mismo.

También el envase dependerá del tipo de helado debido a que envases como bolsas de polietileno se tiene una pérdida del 50% de vitamina C después de 12 h de exposición en frío con luz blanca. En casos de helados a base de leche el efecto a la exposición de luz en dos horas sin barrera a la luz se percibe pérdidas en las características de sabor dando como resultado sabores sebosos y oxidados. Además de tener cambios de color ya que la leche y los productos lácteos, debajo de la influencia de la luz debido a la foto destrucción de algunos componentes como riboflavina, caroteno y vitamina A que influyen directamente el color. (Peralta, 2002)

Uno de los empaques más utilizados por algunas empresas son las cubetas de polietileno de alta densidad en la actualidad los métodos de uso de bolsa de polietileno y cajas de cartón corrugado no es tan utilizado debido a la fragilidad del empaque ya que si se le da un manejo inadecuado al envase primario este puede tener derramamientos en el producto, pero tienen la ventaja de tener un mayor espacio de almacenamiento. Sin embargo, la preservación de alimentos envasados como los helados en materiales plásticos depende principalmente del mantenimiento de la calidad original y de protección con el exterior de influencias deteriorativas.



Figura 1: Cubeta de polietileno de 6l para helados

2.5. EQUIPO Y MAQUINARIA

Para el diseño higiénico de equipos y sistemas auxiliares de una planta procesadora de alimentos se deben tener en consideración algunos aspectos (Vanaclocha, 2005):

Materiales inertes: los materiales en contacto con los alimentos deben ser inertes frente a los mismos en las condiciones de uso establecidas. No debe haber ninguna migración del material de construcción del equipo hacia el alimento, evitando además posibles toxicidades y alteraciones de cualquier otra cualidad del alimento.

Superficies en contacto con el alimento: las superficies en contacto con el alimento deben ser no porosas, lisas y pulidas, evitando el depósito y acumulación de partículas, de tal forma, que en un análisis al microscopio no se observen restos del alimento. Asimismo, no debe permitirse la utilización de tornillos en las zonas en contacto con los alimentos.

Accesibilidad: todas las superficies en contacto directo con el alimento deben ser fácilmente accesibles, o desmontables para la comprobación de su estado de limpieza, es decir serán accesibles para su inspección, de forma que al ser sometidas a los procedimientos rutinarios establecidos de limpieza y desinfección se consiga una limpieza, higiene y desinfección suficiente.

Drenaje: El diseño de las partes de los equipos en contacto con el alimento tiene que ser de forma que posibilite el drenado total de los mismos, tanto de los alimentos como de los agentes o productos de limpieza, ya que de lo contrario en tiempos muertos de proceso o después de operaciones de limpieza podrían crearse zonas de acumulación, con el correspondiente peligro sanitario.

Superficies exteriores: la superficie externa del equipo tiene una función además de estética, de protección, por lo que su diseño será tal que evitará la acumulación de suciedad y será de fácil limpieza. El equipo se tiene que diseñar pensando en la compatibilidad equipo-producto alimenticio, pero también considerando cuál será el procedimiento de limpieza y desinfección para resolver la compatibilidad equipo-agentes

de limpieza y para solucionar un diseño que permita unas condiciones higiénicas de proceso.

Es necesario, por tanto, conocer perfectamente las características de los materiales disponibles, con el fin de elegir aquel que resista no solo a los alimentos tratados, sino también a los productos de limpieza y desinfección.

2.6. ETIQUETADO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

Según **RTCA 67.01.60:10** el etiquetado nutricional de alimentos es toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales de los alimentos, esta comprende dos componentes principales: la declaración de nutrientes y la información complementaria. (OSARTEC, 2016).

2.6.1. Requisitos generales de etiquetado

Tabla 4. Requisitos generales de etiquetado según RTCA

Requisitos generales de etiquetado de alimentos de acuerdo al Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA)	
Nombre del alimento	<p>El nombre de un alimento es aquel que indica la verdadera naturaleza del producto; es decir expresa claramente y sin lugar a dudas lo que es el alimento. El nombre del alimento debe cumplir con los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none">— Ser específico y no genérico— Mostrar la verdadera naturaleza del alimento— Se debe utilizar un nombre establecido en un RTCA o en ausencia de este, se aplicará lo establecido en una norma Codex Alimentarius.

Lista de ingredientes	Es el conjunto de los ingredientes que constituyen el alimento. Deberán enumerarse todos los ingredientes por orden decreciente, según la proporción de masa inicial en el momento de la fabricación del alimento
Contenido neto y peso escurrido	El contenido neto deberá aparecer en el mismo campo de visión del nombre del alimento. Deberá declararse en unidades del SI y adicionalmente puede agregarse cualquier otra unidad que el fabricante considere conveniente. En peso para alimentos sólidos, volumen para alimentos líquido y en peso o volumen para alimentos semisólidos o viscosos. Para alimentos en un medio líquido deberá indicarse en adición a la declaración del contenido neto, el peso escurrido del alimento en unidades del SI.
Nombre y dirección del fabricante	Deberá indicarse el nombre y la dirección de fabricante, envasador, distribuidor o exportador para los productos nacionales, según sea el caso. Para los productos importados deberá indicarse el nombre y la dirección del importador o distribuidor final del alimento.
País de origen	Es obligatorio declarar en la etiqueta el país de origen del alimento.
Identificación del lote	El lote es una indicación en números, letras o combinación de estos de forma indeleble en la etiqueta, que permite identificar que los alimentos se produjeron en condiciones esencialmente iguales.
Fecha de vencimiento	En todos los casos debe indicarse la fecha de vencimiento del alimento, entendida esta como aquella fecha, después de la cual el producto almacenado en las condiciones indicadas, no tendrá los atributos de calidad que normalmente el consumidor espera, en función de lo ofrecido por el productor o fabricante.

Instrucciones de uso y conservación	Deberá indicarse en la etiqueta cualesquiera condiciones especiales que se requieran para el uso y la conservación del alimento
Etiquetado cuantitativo de ingredientes	En todo alimento que se venda como mezcla o combinación, se declarara el porcentaje de ingredientes, con respecto al peso o al volumen, según corresponda, de cada ingrediente al momento de la elaboración del alimento.
Alimentos irradiados	Cuando un alimento haya sido tratado con radiación ionizante debe llevar en su etiqueta cerca del nombre una declaración escrita indicativa del tratamiento,
Registro sanitario	Deberá indicarse el número de registro sanitario emitido por la autoridad competente

Fuente (OSARTEC, 2016)

Tabla 5. Requisitos generales de etiquetado según FDA

Requisitos generales de etiquetado de alimentos de acuerdo a Food and Drug Administration (FDA)	
Nombre del alimento	La declaración de identidad es el nombre de alimento y debe aparecer en la etiqueta frontal o en el PDP. Se debe utilizar como declaración de identidad el nombre común o usual del alimento, si éste tiene uno. Si no tiene un nombre común, se debe utilizar un nombre descriptivo y adecuado que no sea confuso. Los nombres de marca no se consideran declaraciones de identidad y no deben ser prominentes de manera indebida, en comparación con la declaración de identidad.
Nombre y dirección del fabricante	Nombre y dirección del fabricante, empacador o distribuidor. A menos que el nombre mencionado sea el del fabricante, éste debe

	<p>ir acompañado de una frase calificadora que establezca la relación de la firma con el producto.</p>
<p>País de origen del alimento</p>	<p>La declaración del país de origen debe ser notoria. Si el nombre y la dirección de una firma nacional se declaran como parte de la firma responsable de la distribución del producto, la declaración del país de origen debe aparecer cerca del nombre y la dirección, y ser al menos comparable en tamaño de letra.</p>
<p>Cantidad neta</p>	<p>La cantidad neta de los contenidos (declaración de cantidad neta) es la declaración en la etiqueta que indica la cantidad de alimento en el envase o paquete. Debe expresarse en peso, medida o recuento numérico. Por lo general, si el alimento es sólido, semisólido o viscoso, éste debe expresarse en términos de peso. Si el alimento es un líquido, éste debe expresarse en medidas de líquido (por ejemplo, en onzas líquidas).</p>
<p>Lista de ingredientes</p>	<p>La lista de ingredientes en una etiqueta de alimentos es el listado de cada ingrediente en orden descendente de predominancia según el peso.</p> <p><u>Alérgenos:</u> La Ley de Etiquetado de Alérgenos de Alimento y Protección al Consumidor (FALCPA) exige a los fabricantes de alimentos que etiqueten sus productos elaborados con uno o más ingredientes considerados como alérgenos.</p>
<p>Información nutricional</p>	<p>La etiqueta de información nutricional se requiere en la mayoría de los paquetes de alimentos etiquetados y deberá proporcionar información nutricional relacionada con los alimentos para todos los productos destinados al consumo humano y ofrecidos para la venta.</p>
<p>Afirmaciones</p>	<p><u>Contenido de nutrientes:</u> Es una afirmación sobre un producto alimenticio que explícita o implícitamente caracteriza el nivel de un nutriente en el alimento</p>

Propiedades saludables: Las afirmaciones implícitas sobre salud son declaraciones, símbolos, ilustraciones o cualquier otro medio de comunicación que sugieren, dentro del contexto en el cual se presentan, la existencia de una relación entre la presencia o el nivel de una sustancia en el alimento y una. Además, las afirmaciones sobre salud se limitan a las declaraciones sobre la disminución del riesgo de contraer una enfermedad y no pueden representar enunciados sobre el diagnóstico, la cura, la mitigación o el tratamiento de una enfermedad. o afección relacionada con la salud

Fuente (FDA, 2013)

2.6.2. Etiqueta nutricional

La Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos ha finalizado una nueva etiqueta de Información nutricional para los alimentos envasados que le facilitará tomar decisiones informadas sobre los alimentos que apoyan una dieta saludable. (FDA, 2016). De acuerdo a lo dispuesto en el (21 CFR 109) los componentes obligatorios de la etiqueta nutricional son los siguientes:

- a) Porciones
- b) Calorías
- c) Grasa total
 - Grasa saturada
 - Grasa trans
 - Grasa moniinsaturada y polisaturada
- d) Azúcares añadidos
- e) Nutrientes
- f) Nota a pie de pagina

Nutrition Facts	
Porciones	8 servings per container
	Serving size 2/3 cup (55g)
Calorías	Amount per serving
	Calories 230
	% Daily Value*
Grasa	Total Fat 8g 10%
	Saturated Fat 1g 5%
	Trans Fat 0g
	Cholesterol 0mg 0%
	Sodium 160mg 7%
	Total Carbohydrate 37g 13%
	Dietary Fiber 4g 14%
	Total Sugars 12g
	Includes 10g Added Sugars 20%
	Protein 3g
Nutrientes	Vitamin D 2mcg 10%
	Calcium 200mg 15%
	Iron 8mg 45%
	Potassium 235mg 6%
	<small>* The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.</small>

Figura 2. Tabla nutricional actualizada Fuente: (FDA, 2023)

2.7. VIDA ÚTIL

La vida útil de un alimento es un periodo de tiempo, después de la elaboración y/o envasado en el cual el alimento debe conservar sus características físico-químicas, microbiológicas, nutricionales y funcionales con el fin de asegurar la inocuidad del alimento. La vida útil del alimento depende de la formulación, procesado, el tipo de empaque y las condiciones de almacenamiento y distribución.

Existen diferentes métodos para la determinación de vida útil según el grupo Engineering Quality Solution (EQS) los cuales se definen a continuación:

Métodos directos: permiten llevar a cabo análisis en tiempo real ya que el tiempo de vida útil es corto.

Métodos indirectos: suelen realizarse a través de pruebas aceleradas con ayuda de extrapolaciones de datos o a través de predicciones matemáticas mediante simulaciones. Estos métodos pueden presentar ciertas limitaciones ya que al ser simulaciones el modelo predictivo puede no considerar parámetros de importancia.

2.7.1. ComBase: microbiología predictiva

ComBase es una base de datos que contiene información sobre cómo responden los microorganismos a diferentes entornos. La información contenida en ComBase se denomina datos “microbiológicos cuantitativos”, ya que describe cómo cambian los niveles de microorganismos, tanto organismos de descomposición como patógenos, a lo largo del tiempo. ComBase es una iniciativa del Instituto de Investigación Alimentaria del Reino Unido (IFR), el Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos (USDA-ARS) y el Centro Australiano de Excelencia en Seguridad Alimentaria (AFSCoE). (USDA)

Los modelos predictivos de crecimiento microbiológico que forman parte del software que, dadas ciertas características ambientales, prevén cómo se desarrollará el microorganismo.

Para el modelo de crecimiento son necesarios algunos parámetros que se describen a continuación:

Init. Level: es el nivel inicial de microorganismos y se refiere a la contaminación inicial del alimento, es decir, cuántas CFU/g están presentes al «tiempo 0».

Phys. State: la «Condición Física» es un valor que varía entre 0 y 1 y está asociada con la fase Lag o fase de latencia de un microorganismo. Un valor de 1 indica que el microorganismo se multiplicará de inmediato sin experimentar la fase Lag.

Temp.: temperatura en la que se encuentra el microorganismo e indirectamente su sustrato/alimento.

pH: indica la acidez del sustrato

Aw o NaCl: indica la actividad del agua(Aw) del alimento o, en el caso de que no se disponga de este parámetro, la cantidad de sal (NaCl) presente en el sustrato/alimento.

2.8. INOCUIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA

La inocuidad alimentaria y la calidad alimentaria son dos aspectos esenciales en la producción de alimentos, que deben garantizarse a lo largo de toda la cadena de

suministro. La inocuidad alimentaria se refiere al conjunto de medidas y condiciones que deben cumplirse durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que no representen un riesgo para la salud de los consumidores. En cuanto a la calidad alimentaria, se refiere a las características que hacen que un alimento sea deseable para el consumidor, tales como su sabor, textura o apariencia.

Ambas son fundamentales para ofrecer productos que no solo sean seguros, sino también satisfactorios. Por ello, es imprescindible implementar medidas de control, como el análisis de peligros basados en controles preventivos, para identificar y mitigar los riesgos que puedan comprometer tanto la seguridad como la calidad de los alimentos.

2.8.1. Análisis de peligro basado en controles preventivos

Según Reglamentos finales para controles preventivos de alimentos para humanos por FDA el análisis de peligros es la identificación de peligros que debe considerar peligros biológicos, químicos y físicos conocidos o razonablemente previsibles.

Estos peligros podrían ocurrir de forma natural, introducirse de forma involuntaria o introducirse intencionalmente con el fin de obtener una ganancia económica.

La regulación define como “controles preventivos” como aquellos procedimientos, prácticas y procesos basados en el riesgo, razonablemente apropiados, que una persona conocedora de la fabricación, procesamiento, empaque o almacenamiento seguro de alimentos para animales emplearía para minimizar significativamente o prevenir los peligros identificados en el análisis de peligros, de acuerdo con la comprensión científica actual sobre la fabricación, procesamiento, empaque o almacenamiento seguro de alimentos en el momento del análisis. Los controles preventivos incluyen: controles en puntos críticos de control (PCC), si existen PCC; y controles, distintos a los de los PCC, que también sean apropiados para la seguridad de los alimentos. (FDA, Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls for Food , 2022)

Medidas requeridas para asegurar que se eviten o minimicen los peligros significativamente. Entre ellas:

- Controles de proceso
- Controles de alérgenos alimentarios
- Controles de sanidad
- Controles de la cadena de suministro
- Plan de retiro de productos

2.8.2. Ley FSMA

La Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (Food Safety Modernization Act -FSMA) de la FDA, permite a la FDA proteger mejor la salud pública al garantizar la seguridad del suministro de alimentos. La ley también otorga a la FDA nuevas facultades de ejecución destinadas a lograr índices de cumplimiento más altos con normas de inocuidad de los alimentos basadas en la prevención y los riesgos, y a responder mejor a los problemas, y contenerlos, cuando estos ocurren. La ley también brinda a la FDA nuevos instrumentos importantes para someter a los alimentos importados a las mismas normas que los alimentos nacionales (EEUU) y le ordena establecer un sistema integrado nacional de inocuidad de los alimentos en asociación con las autoridades estatales y locales. A continuación, se mencionan algunos de los nuevos mandatos y facultades claves de la FDA. Las fechas de aplicación específicas estipuladas en la ley se indican en paréntesis: (Castaneda, 2012)

Prevención Por primera vez, la FDA tendrá un mandato legislativo para exigir controles preventivos integrales y basados en la ciencia en toda la gama del suministro de alimentos. Este mandato incluye lo siguiente:

- **Controles de prevención obligatorios para los establecimientos de alimentos:**
los establecimientos de alimentos deben aplicar un plan escrito de controles preventivos. Esto conlleva:
 1. Evaluar los peligros que podrían afectar a la inocuidad de los alimentos;

2. Especificar los pasos o controles preventivos que se pondrán en práctica para minimizar o prevenir en gran parte los peligros;
3. Especificar la manera en que el establecimiento vigilará estos controles para garantizar que den resultado;
4. Mantener registros de rutina del monitoreo;
5. Especificar qué medidas tomará el establecimiento para corregir los problemas que surjan.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL HELADO DE AGUACATE A NIVEL PILOTO

La elaboración de helado de aguacate con crema de coco consiste en un proceso que integra materias primas naturales mediante etapas específicas que garantizan la calidad y consistencia del producto final. Este procedimiento incluye desde la selección de ingredientes y su preparación, hasta el mezclado, batido y congelación, los cuales se realizan bajo condiciones controladas para asegurar la textura, sabor y estabilidad del helado.

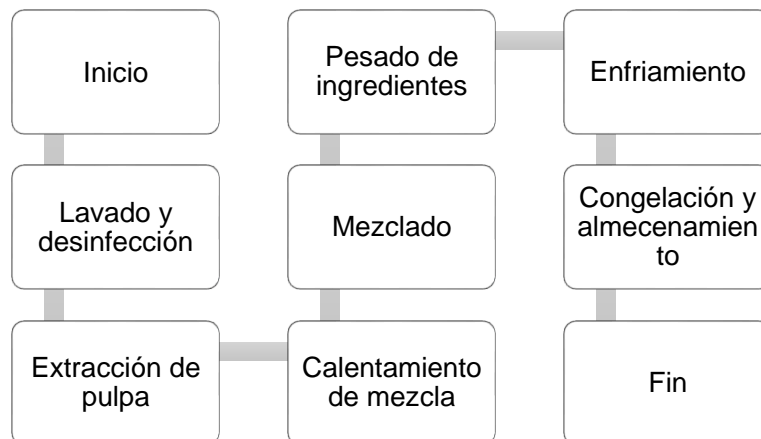


Figura 3: Esquema resumen de etapas de elaboración de helado de aguacate

I. Lavado y desinfectado de materia prima y utensilios

Cumpliendo con las Buenas Prácticas de Manufactura, se realizó el lavado y la desinfección de los aguacates y los limones. Asimismo, los utensilios y equipos

utilizados, como mesas, cuchillos, cucharas, ollas, licuadora y recipientes para pesaje, fueron lavados, secados y desinfectados. Estas acciones se llevaron a cabo con el propósito de garantizar la elaboración de un producto seguro para el consumo humano.

II. Extracción de pulpa

En esta etapa del proceso, se realiza la extracción de la pulpa del aguacate utilizando utensilios como cuchillos y cucharas. Durante este procedimiento, se separa la pulpa del hueso (semilla) y de la cáscara, los cuales son descartados, dejando únicamente la pulpa para su posterior procesamiento.

III. Pesado de ingredientes

En esta etapa se pesaron cantidades específicas de cada ingrediente con el objetivo de desarrollar la formulación adecuada y establecer el rendimiento del producto.

Los ingredientes a pesar se detallan a continuación:

Tabla 6: Tabla resumen de ingredientes y %m/m

Ingredientes	% m/m
Aguacate	22,72 %
Jugo de limón	1,03%
Azúcar	8.67%
Leche de coco	24.17%
Crema de coco	43.39%
Total	100%

IV. Calentamiento de la mezcla

La mezcla para helado casero se sometió a un proceso de calentamiento, alcanzando una temperatura de aproximadamente 85 °C durante un lapso de tiempo 10-15 minutos. Este procedimiento tuvo como objetivo reducir la carga microbiana, garantizar la inocuidad del producto y promover la adecuada homogenización de los ingredientes.

V. Mezclado

Todos los ingredientes fueron colocados en una licuadora y procesados hasta obtener una mezcla homogénea.

VI. Enfriamiento

La mezcla se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente promedio, aproximadamente 25 °C, para luego ser sometida al proceso de congelación.

VII. Congelación

El helado fue sometido a un proceso de **congelación lenta**, característico de los congeladores domésticos, donde el enfriamiento se produce de manera gradual hasta alcanzar una temperatura aproximada de -18 °C. Este tipo de congelación es típico de refrigeradores caseros y permite la conservación adecuada del producto para mantener su calidad y seguridad alimentaria.

3.1.1. Formulación del helado de aguacate

En la prueba piloto del proyecto se realizan pruebas a nivel de laboratorio que consisten en elaborar el producto de “helado de aguacate con crema de coco” con los instrumentos de metrología para obtener datos de peso para lograr la estandarización de la receta.

Tabla 7: Formulación de helado de aguacate con crema de coco

Materia prima	Cantidad (g)
Aguacate	110 g
Jugo de limón	5 g
Azúcar	42 g
Leche de coco	117 g
Crema de coco	210 g
Total	484 g

Para una presentación de 450 g, se estima para un Batch (Lote) de helado de aguacate con crema de coco de 1000 kg. Se obtiene 2,222 unidades de 450 g. La siguiente tabla muestra los datos obtenidos:

Tabla 8: Fracciones peso en formulación de helado de aguacate con crema de coco

Ingredientes	Cantidad en formula (g)	XM	X unitario	g	kg
Aguacate	110	0.227272727	102.2727273	227272.7273	227.2727273
Jugo de Limón	5	0.010330579	4.648760331	10330.57851	10.33057851
Azúcar	42	0.08677686	39.04958678	86776.8595	86.7768595
Leche de coco	117	0.241735537	108.7809917	241735.5372	241.7355372
Crema de Coco	210	0.433884298	195.2479339	433884.2975	433.8842975
Total	484	1	450	1000000	1,000

Donde:

- X_m = Fracción peso
- $X_{unitario}$ = fracción de peso por unidad de 450 g

3.1.2. Costo del producto

Considerando un lote de nieve de aguacate con crema de coco de 1000 kg, se puede realizar un escalamiento a nivel industrial, tomando en cuenta el peso neto de 450 gramos por envase se determina el costo del producto tomando como referencia los costos de materia prima, envase, empaque y costos fijos que se describen a continuación:

- Costo de materia prima

Se calcula el costo unitario por cada kg de materia prima tomando de referencia los precios actuales en el mercado nacional según el informe de Precios de Productos Agropecuarios del Ministerio de Agricultura Ganadería de El Salvador del año 2024. En la siguiente tabla se muestra el resumen del costo de materia prima.

Tabla 9: Resumen de costos de MP por una unidad de 450 g

Helado de aguacate con crema de coco				
Producto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo Total
Aguacate	102.27273	g	0.0018	\$0.19
Jugo de Limón	4.6487603	g	0.0009	\$0.004
Azúcar	39.049587	g	0.0009	\$0.04
Leche de coco	108.78099	g	0.0085	\$0.92
Crema de Coco	195.24793	g	0.0125	\$2.44
TOTAL				\$3.59
Costo total de un batch	1,000,000			\$7,976.98
Rendimiento	2222 Unidades			

- Costo de envase y empaque

El envase previsto es un tarro frío hecho de cartón con revestimiento de cera el cual lleva una etiqueta blanca en su exterior. El precio del envase se tomó del sitio web de Diasa empaques El Salvador.

El empaque propuesto es una caja genérica de cartón corrugado que contiene 12 unidades.

En la tabla resumen se muestra el costo de material envase de una unidad de 450 g de nieve de aguacate

Tabla 10: Costo de materia de envase y empaque

Costeo de empaque caja de 12 unidades				
Material de empaque	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Tarro frio	12	unidades	\$0.15	\$1.80
Caja cartón corrugado	1	unidad	\$0.84	\$0.84
Etiqueta	12	unidades	\$0.05	\$0.60
				\$3.24
Total unitario				\$0.27

Costos fijos

Los costos fijos de la planta de producción son gastos que se mantienen constantes, independientemente del lote de producción. Los costos que se consideraron para la determinación del precio del producto son salarios de empleados (administrativos y producción), energía eléctrica, agua, publicidad, etc.

Los costos de energía eléctrica fueron calculados tomando como referencia un consumo promedio de uso general según el pliego tarifario de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones del año 2024.

El costo de agua potable se calculó de acuerdo a lo establecido en la tabla 1.1 de Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades. Criterios Básicos de Diseño.

Los costos de transporte, publicidad y papelería se establecieron tomando como referencia costos de otras empresas.

			Costo mensual
Alquiler	-	-	\$ 6,000.00
Agua	61.56 m ³	1.50 USD/m ³	\$ 92.34
Energía eléctrica	300 kwh	0.55 USD/kwh	\$165.00
Salarios	15 empleados		\$ 2,812.50
Transporte			\$ 1,250.00
Publicidad			\$ 1,500.00
Papelería			\$ 300.00
Total			\$12,119.84

Se tiene que un batch producirá 2,222 unidades al día, por lo que al mes se tendrá un total de 57,772 unidades, dado que los costos fijos son mensuales se divide el monto entre las unidades mensuales para determinar el costo total del producto.

Resumen de costos	
Costo de materia prima por unidad	\$3.59
Costo de material de empaque por unidad	\$0.27
Costos fijos	\$0.21
Costo total unitario (450 g)	\$4.07

- Depreciación de maquinaria

La depreciación de la maquinaria se ha determinado de acuerdo al Procedimiento para ejecutar depreciación anual de bienes muebles e intangibles de la DNM de El Salvador. Según lo establecido por la Dirección de Contabilidad Gubernamental la vida útil para maquinaria de producción es de 10 años. Los precios de adquisición de la maquinaria son precios de referencia tomados de las páginas web de las marcas seleccionadas.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de depreciación son:

$$\text{monto de valor residual} = \text{valor de adquisición} \times 10\%$$

$$\text{monto de valor a depreciar} = \text{valor de adquisición} - \text{monto de valor residual}$$

$$\text{cuota anual de depreciación} = \text{monto de valor a depreciar} \div 10 \text{ años de vida útil}$$

cuota mensual de depreciación = cuota anual ÷ 12

Año de adquisición:	2024				
Vida útil:	10 años				
	Valor de adquisición	Monto de valor residual	Monto de valor a depreciar	Cuota anual de depreciación	Cuota mensual de depreciación
Cuarto congelador	\$ 10,000.00	\$ 1,000.00	\$ 9,000.00	\$ 900.00	\$ 75.00
Despulpadora	\$ 2,619.29	\$ 261.93	\$ 2,357.36	\$ 235.74	\$ 19.64
Detector de metales	\$ 25,000.00	\$ 2,500.00	\$ 22,500.00	\$ 2,250.00	\$ 187.50
Llenadora	\$ 50,000.00	\$ 5,000.00	\$ 45,000.00	\$ 4,500.00	\$ 375.00
Marmita	\$ 3,000.00	\$ 300.00	\$ 2,700.00	\$ 270.00	\$ 22.50
Tanque de enfriamiento	\$ 5,360.00	\$ 536.00	\$ 4,824.00	\$ 482.40	\$ 40.20
Tanque de lavado	\$ 6,000.00	\$ 600.00	\$ 5,400.00	\$ 540.00	\$ 45.00
Tanque mezclador	\$ 2,000.00	\$ 200.00	\$ 1,800.00	\$ 180.00	\$ 15.00

3.1.3. Etiqueta

3.1.3.1. Información general

La información contenida en la viñeta es la siguiente:

- Nombre: nieve de aguacate y coco
- Ingredientes: crema de coco, leche de coco, aguacate, azúcar, limón
- Contiene coco**
- Contenido neto: 450 gramos
- Nombre y dirección del fabricante: Producto Salvadoreño elaborado en Calle a Quezaltepeque km 23, Nejapa, El Salvador por SAV S.A de C.V.
- País de origen: El Salvador
- Lote
- Fecha de vencimiento

- Instrucciones de almacenamiento: mantener el producto a una temperatura de -18°C

3.1.3.2. Envase

El envase previsto para el helado de aguacate con crema de coco es un recipiente de cartón con recubrimiento de cera. Cada recipiente contiene una tapa plástica transparente. Las dimensiones del envase son 11.4 cm de diámetro, 7.77 cm de profundidad y con capacidad de 473 ml (16 onzas). Es proporcionado por la distribuidora de Diasa empaques.



Figura 4. Envase previsto para el producto



Figura 5. Diseño frontal y trasero de la etiqueta

3.1.3.3. Tabla nutricional

Las cantidades presentadas en la tabla nutricional fueron calculadas de acuerdo a la base de datos SR28 proporcionada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en la cual se establecen los componentes de alimentos procesados, crudos y preparados. Para la determinación del tamaño de porción se realizó de acuerdo a la tabla 2 de las cantidades de referencia normalmente consumidas (RACC) proporcionadas por la FDA. (Ver anexo 3)

NUTRITION FACTS/ETIQUETADO NUTRICIONAL	
9 servings per container/ 9 Porciones por envase	
Serving size / Tamaño de la porción	50g
Amount per serving /Cantidad por porción	140
Calories / Calorías	140
% Daily Value*/% Valores Diarios*	
Total fat / Grasa total 12g	15%
Saturated Fat / Grasa saturada 9g	47%
Unsaturated fat / Grasa insaturada 1.5g	
Polyunsaturated fat / Grasa poliinsaturada 0g	
Cholesterol / Colesterol 0g	0%
Sodium/Sodio 0g	0%
Total Carbohydrate / Carbohidratos totales 7g	3%
Dietary Fiber / Fibra Dietética 2g	5%
Total Sugars / Azúcares totales 5g	
Includes Added Sugars / Incluidos azúcares añadidos 4g	9%
Protein / Proteína 0g	3%
Vitamin D / Vitamina D	0%
Potassium / Potasio	3%
Iron / Hierro	4%
Calcium/ Calcio	0%
* The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet 2,000 calories a day is used for general nutrition advice / Los % de valores diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.	

Figura 6. Tabla nutricional del helado de aguacate con crema de coco

3.2. ESCALAMIENTO A NIVEL INDUSTRIAL

El sistema de producción se llevará a cabo mediante el método **Batch o por lotes**, es un proceso de fabricación en el cual grupos de productos idénticos pasan juntos por las diferentes etapas de producción. Este enfoque permite reducir los tiempos de ciclo por unidad, facilitando la fabricación eficiente de grandes cantidades de productos de manera flexible.

El proceso productivo se llevará en las siguientes series de etapas que se mencionan a continuación:

1. Recepción de materias primas

En la etapa de recepción de materias primas, se comprará a proveedores certificados para asegurar que se cumplan los controles de inocuidad y calidad alimentaria. En cada entrega de materia prima, se deberán proporcionar certificados de calidad. Se realizará una inspección visual por parte del personal de control de calidad para garantizar que la materia prima esté en buen estado. En la planta únicamente se tiene materias primas que no contienen alérgenos, por lo que no se considerará necesario contar con un espacio exclusivo para el almacenamiento de materia prima alérgica.

2. Lavado y desinfección

El lavado y desinfección se llevará a cabo mediante el uso de un tanque de lavado y con agua clorada (50 ppm, Ph: 6.0 -6.5), asegurando durante el proceso la eliminación de suciedad o material orgánico, restos de pesticidas y microorganismos que puedan afectar la inocuidad del producto.

3. Extracción de pulpa

Se extrae la pulpa del aguacate mediante un despulpador, la materia prima previamente lavada y seleccionada, se colocará en la tolva de alimentación luego

de tener un proceso manual de retiro de hueso (semilla) para facilitar el proceso de extracción.

El despulpador tritura mecánicamente la pulpa, por medio de rodillos o palas rotativas que presionan a la fruta contra un tamiz perforado, separando la cáscara de la pulpa, permitiendo la extracción de la pulpa por medio de los orificios del tamiz.

4. Pesaje de ingredientes

Todas las materias primas deberán ser pesadas previamente, en un área designada para el pesaje por medio del uso de básculas y utensilios como recipientes o cucharones previamente sanitizados.

5. Mezcla de ingredientes

Se transfieren a un tanque mezclador, los ingredientes requeridos para la receta. Este tanque, diseñado para garantizar una agitación efectiva, combina los componentes a través de un sistema de mezclado continuo que permite una distribución uniforme de los ingredientes.

6. Calentamiento de mezcla

El proceso de calentamiento de la mezcla en una marmita industrial comienza con la carga de ambos ingredientes en el recipiente de la marmita, un equipo diseñado para calentar grandes volúmenes de mezcla de manera uniforme. La marmita, equipada con un sistema de agitación constante, asegura que la mezcla no se adhiera ni se queme en el fondo. El equipo utiliza vapor o electricidad para calentar gradualmente el contenido, alcanzando la temperatura deseada de cocción mientras se controla la presión y el calor. El proceso permite lograr una mezcla homogénea y sin grumos. Este proceso a nivel industrial deberá ser realizado a

una temperatura entre 85 ° - 95° C, temperatura suficiente para reducir o eliminar la carga microbiana.

7. Enfriamiento

El enfriamiento de la mezcla de nieve se lleva a cabo utilizando un sistema de enfriamiento rápido, donde la mezcla, se introduce en un tanque de enfriamiento. A través de un circuito cerrado de refrigeración, se circula un refrigerante que absorbe el calor de la mezcla, disminuyendo su temperatura de manera rápida y controlada, generalmente a alrededor de **-5°C a -10°C**. Durante este proceso, se agita la mezcla para incorporar aire y evitar la formación de cristales de hielo grandes, lo que resulta en una textura suave y cremosa.

8. Envasado

Una vez alcanzada la temperatura deseada, la mezcla se puede bombear a la máquina llenadora donde se depositará la mezcla en tarros de papel con revestimiento de polietileno.

9. Congelación y almacenamiento

El producto envasado se traslada a un cuarto frío, donde se mantiene a temperaturas constantes de **-18°C o menos** hasta su distribución, asegurando la calidad e inocuidad.

3.3. DIAGRAMA DE FLUJO A NIVEL INDUSTRIAL

En la figura 7 se presenta el diagrama de flujo a nivel industrial.

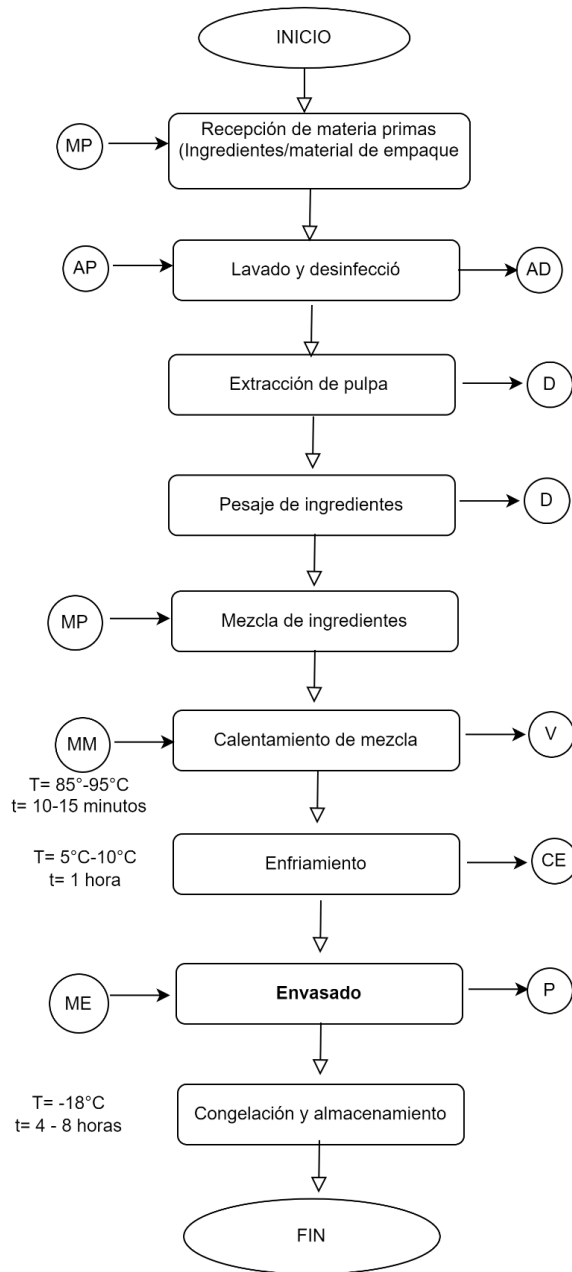


Figura 7. Diagrama de flujo a nivel industrial

Donde:

- MP= Materia prima incluye ingredientes y material de empaque que cumplan con los requisitos de calidad e inocuidad
- AP= Agua de Proceso
- AD= Agua de salida del proceso que contiene impurezas y residuos
- D= Desechos que pueden incluir cáscaras, semillas, empaques de materia prima, etc.
- MM= Leche de coco y azúcar
- V= Vapor como subproducto del calentamiento
- CE= Calor extraído del proceso de enfriamiento
- ME= Material de empaque
- P= Pérdidas del envasado

3.4. DIAGRAMA DE PROCESO

Un diagrama de proceso de elaboración de nieves es una herramienta gráfica que representa de forma secuencial las etapas, operaciones y decisiones que intervienen en la transformación de materias primas en un producto final.

Los colores se adaptan de International Materials Management Society “Standard Color Codes for use in Layout Planning and Materials Handling Analysis”, los símbolos del diagrama se adaptan de American Society of Mechanical Engineers (ASME) (VANACLOCHA, 2005)















Diagrama de proceso	Colores Verde: Proceso o fabricación Azul: Inspección Amarillo: Almacenamiento/transporte		Operación
			Transporte
			Inspección
			Espera
			Almacenamiento
Descripción de la actividad	Símbolos	Tiempo	Observaciones
Recepción de materia prima		30 min	Personal de control de calidad para garantizar que la materia prima esté en buen estado
Lavado y desinfección		60 min	
Extracción de pulpa		90 min	Personal de producción extrae previamente el hueso del aguacate
Pesado de materias primas		90 min	
Mezcla de materias primas		30 min	
Calentamiento de mezcla		30 min	Personal de control de calidad inspecciona temperatura
Enfriamiento		35 min	Personal de control de calidad inspecciona temperatura
Envasado		60 min	
Almacenamiento		45 min	Personal de control de calidad inspecciona temperatura

Figura 8. Diagrama de proceso

3.6. DIAGRAMA DE RECORRIDO

En la figura 9 se presenta el diagrama de recorrido del proceso

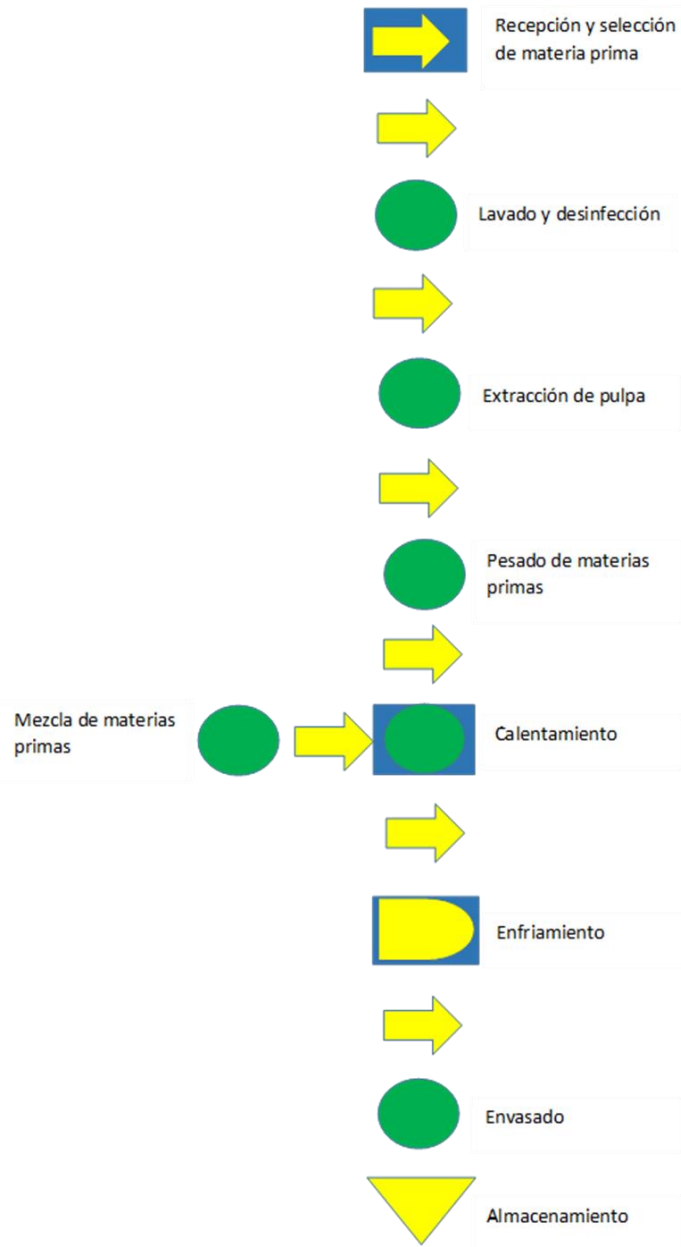


Figura 9. Diagrama de recorrido

3.7. SELECCION DE EQUIPO Y MAQUINARIA

La selección del equipo y maquinaria se realizó teniendo en cuenta los aspectos descritos en el Capítulo 2 y la producción diaria de la planta la cual se estima en 1 batch (1000 kg) de nieve de aguacate.

La capacidad de cada equipo y maquinaria se determinó con la siguiente fórmula:



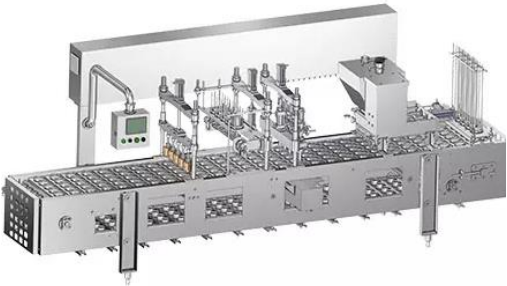
$$\text{Capacidad de máquina} = (XM)(Kg \text{ de nieve por batch})$$

$$\text{Capacidad de máquina} = (XM)(1000 Kg)$$

A continuación, se presenta una tabla resumen con el equipo y maquinaria seleccionado:

Tabla 11. Maquinaria y equipo

MATERIAL/ EQUIPO	ESPECIFICACIONES	CANT	MARCA/MODELO
<p>Báscula</p> 	<p>Material: plataforma de acero al carbón</p> <p>Capacidad: 300 kg</p>	1	Mettler Toledo/ ICS689g-CC300
<p>Cuarto congelador</p> 	<p>Material: Fabricada a base de panel desarmable con núcleo de poliuretano expandido de alta densidad de 4 pulgadas de espesor</p> <p>Temperatura: -18°C - -25°C</p> <p>Consumo de energía: 3.72 kW</p>	1	Cryo Systems

<p>Detector de metales</p> 	<p>Material: acero inoxidable AISI 316L</p> <p>Sistema que detecta y retira cualquier metal contaminante, tanto magnético como no magnético.</p>	<p>1</p>	<p>Mettler Toledo</p>
<p>Despulpador</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304</p> <p>Capacidad: 300 kg</p> <p>Consumo de energía: 1.49 kW</p>	<p>1</p>	<p>Machines HG/ WL-300</p>
<p>Llenadora</p> 	<p>Material: acero inoxidable</p> <p>Capacidad: 2,222 pcs/batch</p> <p>Consumo de energía: 3.5 kW</p>	<p>1</p>	<p>Fu Chen Technology/ LFM-1</p>
<p>Marmita</p>	<p>Material: acero inoxidable</p> <p>Capacidad: 500 L</p> <p>Consumo de energía: 36 kW</p>	<p>1</p>	<p>Frionox/</p>

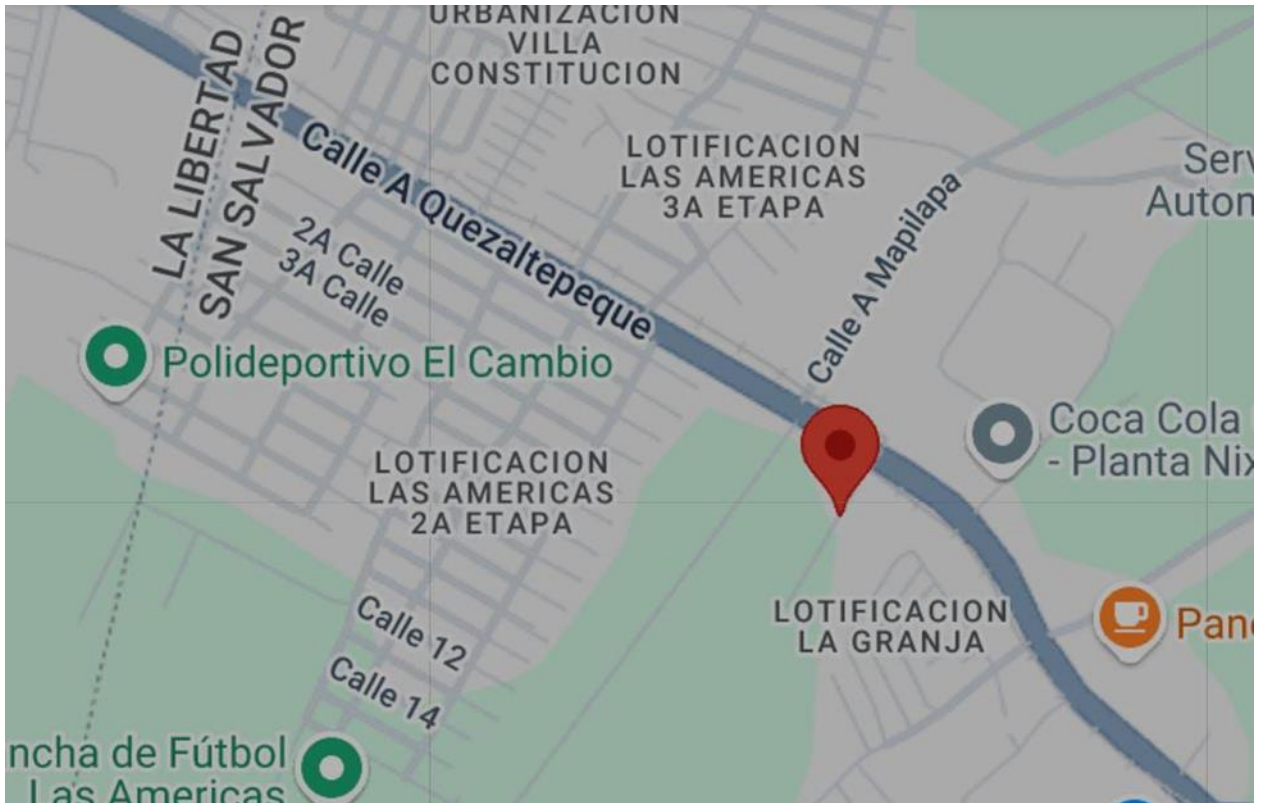
			
<p>Mesas</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304</p> <p>Dimensiones: 2m de largo, 1m de ancho y un respaldo sanitario de 10 cm de altura</p>	<p>3</p>	<p>Tecni Inox</p>
<p>Tanque de lavado</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304</p> <p>Capacidad:100-200 kg</p>	<p>1</p>	<p>Zingal/ FR5</p>
<p>Tanque mezclador</p>	<p>Material: acero inoxidable 304</p> <p>Capacidad:500 L</p> <p>Consumo de energía: 1.5 kW</p>	<p>1</p>	<p>INOXI MÉXICO</p>

			
<p>Tanque de enfriamiento</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304</p> <p>Capacidad: 500 L</p> <p>Consumo de energía: 12 W</p>	<p>1</p>	<p>Agri-lac</p>
<p>Tuberías</p>	<p>Material: acero inoxidable 304</p> <p>Dimensiones: 2 metros de longitud máx.</p>		

3.8. DISEÑO DE PLANTA

Ubicación

Teóricamente la localización de la planta estaría en la zona de desarrollo industrial de Nejapa, por sus ventajas en vías de transporte que conectan con San Salvador y su topografía plana beneficia en aspectos económicos para la edificación de una planta productora. Dicha localización consta de 50,000 varas cuadradas utilizables debido a su mencionada topografía. En la siguiente imagen se muestra la ubicación aproximada



Distribución de planta

Distribución en planta se refiere a determinar la localización específica de cada equipo e instalación dentro de la planta, incluyendo los sistemas auxiliares y servicios, implica el orden físico de los elementos industriales, tantos espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, el personal trabajador y servicios auxiliares de mantenimiento, transporte, etc. La figura 10 muestra la distribución de una planta productora de nieve de aguacate con crema de coco

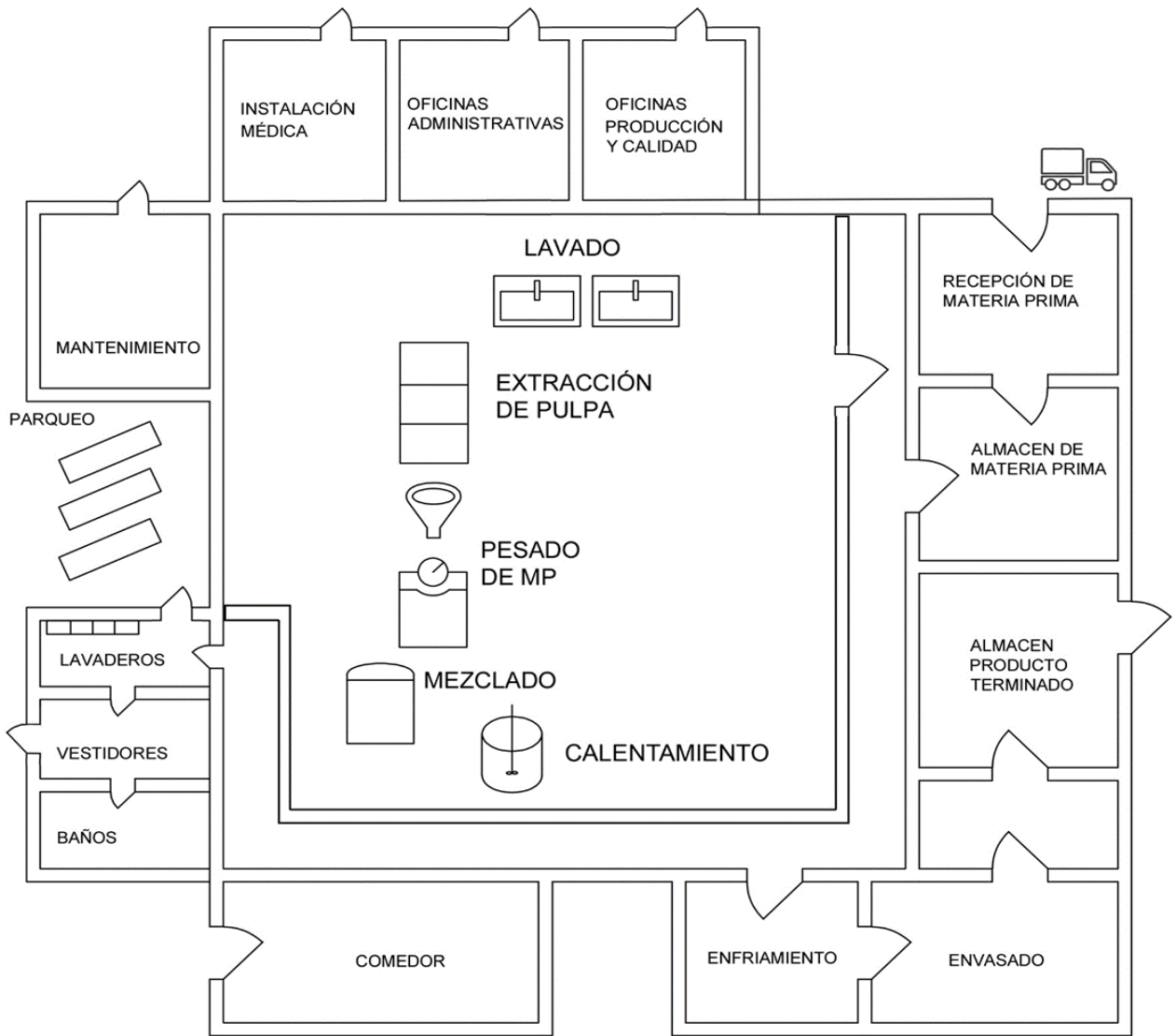


Figura 10. Distribución en planta

3.9. ANÁLISIS DE PELIGROS BASADOS EN CONTROLES PREVENTIVOS

El análisis de peligros es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control de toda empresa de alimentos.

En este apartado se presentan los puntos más importantes para la evaluación de un sistema de inocuidad para la elaboración de una nieve de aguacate

El análisis de peligros del producto se encuentra basado en Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls for Human Food: Draft Guidance for Industry de FDA. Donde se evalúa los tres tipos de peligros: Químicos, Físicos y biológicos. (FDA, 2022)

Tabla 12: Análisis de peligro basado en controles preventivos

Los peligros se consideran significativos y justifican un Control Preventivo cuando el Factor de Riesgo $RF = SEV. \times PRO \geq 4$.

Criterios de probabilidad		
Probabilidad	Puntuación	Criterio
Remoto	1	No ha ocurrido en la empresa o la bibliografía no indica como probable para la etapa de análisis
Baja	2	Entre 1 o 2 ocasiones en un año
Media	3	Entre 3 o 4 ocasiones en un año
Alta	4	Más de 5 veces en un año o la bibliografía relacionada para la etapa de análisis indica como altamente probable

Criterios de Severidad		
Severidad	Puntuación	Criterio
Insignificante	1	No causa efecto advero a la salud
Menor	2	Lesión o enfermedad leve
Moderado	3	Lesión o enfermedad con incapacidad temporal
Peligroso	4	Lesión o enfermedad con incapacidad permanente
Catastrófico	5	Pérdida de la vida

En la tabla 11 se presenta un resumen del análisis de peligros

RESUMEN DE ANALISIS DE PELIGROS						
PRODUCTO TERMINADO LISTO PARA CONSUMO						
ETAPA DEL PROCESO	PELIGROS POTENCIALES (CONOCIDOS O RAZONABLES)	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	REQUIERE UN CONTROL PREVENTIVO ALGUNO DE LOS PELIGROS POTENCIALES PARA INOCUIDAD ALIMENTARIA (SI/NO)	JUSTIFICAR	CONTROL PREVENTIVO
Recepción de materias primas	B. N/A					
	Q. Pesticidas	1	5	SI	Si, se requiere un control preventivo debido a que los residuos de pesticidas en las frutas pueden ser dañinos para la salud debido a que muchos pesticidas contienen sustancias químicas que pueden ser tóxicas para los humanos, además el factor de riesgo es 5.	PPR: Control de Proveedores Los proveedores deben brindar análisis de laboratorio donde se verifique que no hay presencia de pesticidas en sus productos. Además, estos proveedores serán auditados previamente y deberán estar certificados.
	F N/A					

Calentamiento de mezcla	B. Microorganismos: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Cyclospora</i> .	3	5	SI	Sí, porque esta etapa del proceso está específicamente diseñada para eliminar o reducir los microorganismos que puedan estar presentes en la materia prima, como la fruta fresca (en este caso, el aguacate) y que pueden ser dañinos para la salud de los consumidores. Además, el factor de riesgo es 15.	PCC: Control de temperatura de calentamiento En el proceso, la temperatura debe mantenerse dentro del rango establecido de 85-95°C. Este control será realizado mediante monitoreos continuos por parte de los operarios y verificaciones periódicas a cargo de los técnicos de calidad. Además, se llevará a cabo una validación del proceso antes de su implementación o cuando se realicen modificaciones en las medidas de control
	Q. N/A					
	F. N/A					
Envasado	B. Microorganismos: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Cyclospora</i> .	1	5	SI	Sí, dado que en una parte del proceso el producto terminado está expuesto al ambiente, es necesario implementar un control preventivo que minimice el riesgo de contaminación por microorganismos patógenos presentes en el ambiente. Además, el factor de riesgo da un resultado de 5	PPR: Control de monitoreo ambiental Se realizan análisis microbiológicos ambientales en el área a través de laboratorios externos certificados, para garantizar la ausencia de microorganismos que puedan representar un riesgo para la salud.
	Q. N/A					

	F. Metal	3	5	SI	Si, porque esta etapa del proceso está diseñada para eliminar el peligro de cuerpos extraños de naturaleza metálica que podrían causar daños en la salud de los consumidores. Además, el factor de riesgo da un resultado de 15	PCC: Detector de metales Se controla que no haya cuerpos extraños duros o afilados de entre 7 y 25 mm en el alimento, ya que representan un riesgo potencial para la salud (según la FDA). Para ello, el producto terminado, en su envase, pasa por un detector de metales. La efectividad de esta medida se asegura mediante monitoreos regulares realizados por los operarios, verificaciones a cargo de los técnicos de calidad, y una validación previa a su implementación o cuando se produzcan cambios significativos en el control.
Congelación y almacenamiento	B. Microorganismos: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Cyclospora</i> .	2	5	SI	Si, porque esta etapa del proceso está diseñada para reducir la presencia de microorganismos en el producto terminado, garantizando su conservación y prolongando su vida útil, además de asegurar que sea inocuo para su consumo. Además, el factor de riesgo da un resultado de 10.	PPRO: Control de temperatura de congelación Se controla la temperatura en los cuartos de congelación, asegurando que se mantenga a un mínimo de -18°C. Esta medida de control es monitoreada por los operarios, verificada por los técnicos de calidad y validada antes de su implementación o cuando se produzcan cambios significativos en el control.
	Q. N/A					
	F. Metal					

Tabla 13: Plan maestro de controles preventivos

Control Preventivo	Peligro significativo	Parámetros críticos	Monitoreo	Acción correctiva (s)	Verificación	Registro
PPR: Control de proveedores	Q. Pesticidas	Ref. LMR plaguicidas Codex Alimentarios FI 0326 – Aguacate (palta) GS 0659- Azúcar de caña FC 0002 Limones y limas	<p>1.¿Qué? Certificados de análisis de pesticidas.</p> <p>2. ¿Cómo? Proveedores deben proporcionar los análisis de laboratorio de pesticidas cada recepción de materia prima.</p> <p>3.¿Cuándo? Cada recepción de materia prima</p> <p>4. ¿Quién? Supervisor de calidad y encargado de bodega.</p>	Rechazo de lotes de materias primas de proveedores que no presenten análisis de laboratorio de pesticidas	Verificación documental Jefatura de Control y Aseguramiento de Calidad	Ver Anexo 8.
PCC: Control de temperatura de calentamiento	B. Microorganismos: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Cyclospora</i> .	Límite de temperatura: 85-95°C	<p>1.¿Qué? Temperatura de calentamiento</p> <p>2. ¿Cómo? Medición de temperatura en mezcla</p> <p>3.¿Cuándo? Cada vez que se produzca</p> <p>4. ¿Quién? Operario de etapa.</p>	Verificación de sistema de calefacción de marmita por personal de mantenimiento	Verificación documental por Supervisor de aseguramiento de calidad una vez por turno	Ver Anexo 8.

PPR: Control de monitoreo ambiental	B. Microorganismos: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Cyclospora</i> .	Ref. RTCA 67.04.50:17 Alimentos criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué? Microorganismos presentes en el ambiente 2. ¿Cómo? Verificación por medio de programa de control ambiental, monitoreo de programa de limpieza previamente validado. 3. ¿Cuándo? Según programación de zonificación de monitoreo ambiental y monitoreo de limpieza 4. ¿Quién? Supervisor de aseguramiento de calidad 	Identificar y eliminar la fuente de contaminación. Implementar controles mediante procedimientos de limpieza y desinfección, incrementando la frecuencia del monitoreo ambiental en las áreas afectadas. En caso de detectar microorganismos en el producto terminado, este será descartado y destruido.	Verificación documental Jefatura de Control y Aseguramiento de Calidad	Ver Anexo 8.
PCC: Detector de metales	F. Metal	Ref. FDA Sec. 55.425 Limite: objetos extraños duros o punzantes que midan entre 7 mm y 25 mm.	<ol style="list-style-type: none"> 1.¿Qué? Cuerpos extraños metálicos 2. ¿Cómo? Uso del detector de metales 3. ¿Cuándo? Cada vez que se produzca 4. ¿Quién? Operario de etapa 	Desechar producto descartados por el detector de metales	Verificación de funcionamiento por Supervisor de aseguramiento de calidad una vez por turno Verificación documental por jefatura de control y aseguramiento de la calidad	Ver Anexo 8.
PPRO: Control de temperatura de congelación	B. Microorganismos: <i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Cyclospora</i> .	Límite de temperatura: mínimo -18°C	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué? Temperatura de congelación 2. ¿Cómo? Inspección de termómetro de congelador 3. ¿Cuándo? Una vez por turno 4. ¿Quién? Supervisor de aseguramiento de calidad 	Verificación de sistema de enfriamiento de congelador por personal de mantenimiento	Verificación documental por jefatura de control y aseguramiento de la calidad	Ver Anexo 8.

3.10. ESTIMACIÓN DE VIDA ÚTIL


La estimación de vida útil de la nieve de aguacate se realizó por el método directo mediante un análisis en tiempo real para la evaluación del pardeamiento enzimático característico del aguacate y por el método indirecto utilizando un software de microbiología predictiva.




3.10.1. EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Para la evaluación del pardeamiento enzimático provocado por la enzima Polifenoloxidasa (PPO) se almacenó una muestra de nieve de aguacate a una temperatura de -18°C con el objetivo de observar su comportamiento y los posibles cambios en color y sabor.

Al final de cada semana se observó la muestra buscando cambios en color (tonos marrones) y cambios en el sabor. A continuación, se presentan las observaciones realizadas

Tabla 14. Pardeamiento enzimático del helado de aguacate

N° de semana	Descripción	Evidencia
1	En la primera semana no se presentaron cambios en el color de la nieve manteniendo una tonalidad verde.	

2	En la segunda semana se dieron cambios leves de tonalidad, sin embargo, no significativos manteniendo una tonalidad verde.	
3	En la tercera semana se dieron cambios de color, dando tonalidades amarillas y cafés oscuras sin embargo en algunas partes seguía conservando tonalidades verdes. Mostrando las primeras señales de pardeamiento.	
4	En la cuarta semana se observó mayores señales de pardeamiento, tornándose de un color café oscuro.	

A partir de la tercera semana, se observa los primeros indicios de pardeamiento enzimático de la nieve de aguacate, lo que afecta principalmente su color, aunque en este punto aún conservaba su textura y sabor. Sin embargo, para la cuarta semana, el helado adoptó un tono café oscuro. Es importante señalar que el pardeamiento se limitó a la capa más superficial, debido a factores como las fluctuaciones de temperatura cuando el helado era expuesto al ambiente para tomar fotografías y realizar pruebas. Estas variaciones afectaron solo las capas externas, ya que la naturaleza del producto, con una estructura sólida y alto contenido de

grasas por el aguacate y la crema de coco, dificulta la penetración del oxígeno a las capas más profundas.

En la cuarta semana, además del cambio de color, la nieve comenzó a perder sus características de sabor, tornándose más ácido, y su textura se volvió más viscosa. Se concluye que hasta la segunda semana el helado conserva su color sin signos de pardeamiento enzimático. Cabe destacar que el producto no contiene aditivos ni conservantes, exceptuando el jugo de limón, que fue utilizado como agente natural para retrasar las reacciones de pardeamiento enzimático.

3.10.1. MODELO MICROBIOLÓGICO PREDICTIVO UTILIZANDO COMBASE

La composición de las frutas según (Jay, 2005) se divide de la siguiente manera: 85% agua, 13% carbohidratos, proteína 0.9% y grasa 0.5%. El alto contenido de agua y el bajo nivel de Ph característico de las frutas crean las condiciones idóneas para el crecimiento de mohos y levaduras. Estos microorganismos son los principales agentes microbiológicos causantes de deterioro en las frutas.

La determinación de vida útil del producto también se estableció a través de microbiología predictiva, para lo cual se utilizó el software ComBase. Dado que la base de datos del software es un poco limitada con relación a microorganismos de deterioro en alimentos, se realizó el análisis con el microorganismo de deterioro *Brochotrix thermosphacta*, si bien este microorganismo es comúnmente relacionado al deterioro de carnes también ha sido aislado de algunas frutas y verduras congeladas.

El nivel inicial de microorganismos del alimento depende de la carga microbiana del aguacate y de la manipulación en el proceso de elaboración, teniendo en cuenta que se realizó una pasteurización previa de la mezcla se espera que la carga microbiana al inicio del análisis sea baja, por lo cual se estableció en un nivel 1.

De acuerdo a (Dergal, 2006) la actividad de agua (a_w) para frutas varía en del rango de 0.80 a 0.99. tomando como referencia este valor y teniendo en cuenta que la nieve de aguacate está elaborada a base de frutas se tomó un valor intermedio de a_w de 0.90.

El valor de Ph inicial de la nieve se determinó utilizando un Phmetro y dió como resultado un valor de 4.28 pero se toma el valor más bajo que proporciona el software ya que los valores reales no están dentro del rango que la herramienta considera.

La temperatura de almacenamiento es de -18°C

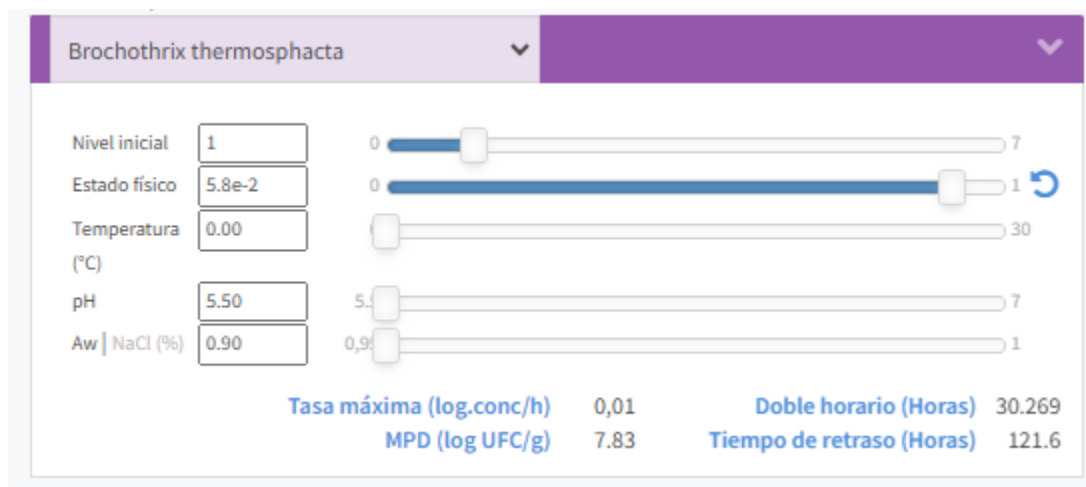


Figura 11. Parámetros de simulación para *Brochothrix thermosphacta*

El resultado de la predicción se muestra en el grafico siguiente:

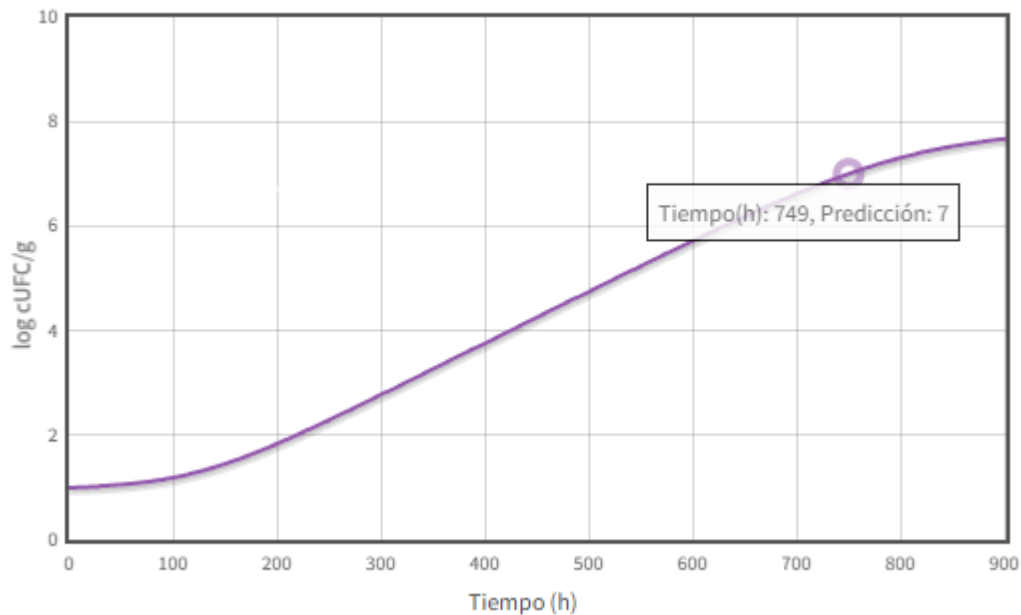


Figura 12. Curva de crecimiento de *Brochothrix thermosphacta*

En el gráfico obtenido podemos observar el crecimiento de *Brochothrix thermosphacta*. La fase de interés para la determinación de la vida útil del producto es la fase exponencial que nos indica que el microorganismo se multiplica con rapidez, es en este rango de tiempo en que el deterioro del helado va a dar inicio. De acuerdo a un estudio de vida útil realizado por (Cauchie, 2020) en muestras cárnicas el recuento bacteriano para *Brochothrix thermosphacta* fue de 7.0 log UFC/g para un periodo de 13 días en los cuales la muestra conservó sus características, tomando este valor de referencia para la estimación de vida útil de la nieve de aguacate el valor de tiempo leído en el gráfico es de 749 horas por tanto, el análisis predictivo da un resultado de 31 días de vida útil para la nieve de aguacate.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, el helado de aguacate según la NSO 67.01.11:04 se puede clasificar como nieve con características cremosas. Teniendo en cuenta que el producto no contiene ningún ingrediente de origen animal en su composición también es posible clasificarlo como un producto libre de conservantes sintéticos ya que solo contiene jugo de limón como antioxidante natural.
2. El periodo de vida útil establecido mediante la evaluación del pardeamiento enzimático y el método de microbiología predictiva realizado con el software ComBase representa una estimación y no un valor formal por lo que el periodo de tiempo obtenido es una guía para futuros análisis de vida útil más completos.
3. Conforme al análisis de peligros basado en controles preventivos se han considerado dos Puntos Críticos de Control; uno en la etapa de calentamiento de la mezcla y otro en el detector de metales instalado al final de la etapa de envasado. De acuerdo a los controles preventivos se han considerado el control preventivo de procesos, controles preventivos de saneamiento y controles preventivos de la cadena de suministro.
4. El costo de producción de la nieve de aguacate basado en los precios de empaque, materia prima y costos fijos es de \$4.07 para una presentación de 450 gramos. Cabe mencionar que, si bien los costos son un poco elevados, la nieve de coco posee una diferenciación respecto a otros helados en el mercado al no contener lácteos y ser vegano.

RECOMENDACIONES

Optimización de la Vida Útil:

Es recomendable llevar a cabo análisis microbiológicos específicos para mohos y levaduras, lo que podría ayudar a prolongar la vida útil del producto al identificar y controlar posibles contaminantes que puedan afectar su calidad.

Reducción de Costos:

Se sugiere realizar un estudio de proveedores de leche y crema de coco a granel, seguido de un análisis de rentabilidad para determinar un precio de venta competitivo frente a otros productos similares en el mercado.

Análisis Sensorial:

Se aconseja realizar pruebas sensoriales en futuras investigaciones con el fin de evaluar la aceptación del producto por parte de los consumidores y mejorar sus características organolépticas.

Viabilidad de la Inversión:

Es fundamental profundizar en el análisis de la inversión y el desarrollo del producto, ya que la viabilidad en el mercado determinará la necesidad de adquirir equipos de producción más avanzados y con mayor capacidad.

Estrategia con Proveedores:

Se recomienda establecer estrategias de colaboración con los proveedores para obtener beneficios económicos mutuos, especialmente ante el aumento de los precios de las materias primas. Esto podría incluir acuerdos de compra a largo plazo o negociaciones basadas en volumen.

BIBLIOGRAFÍA

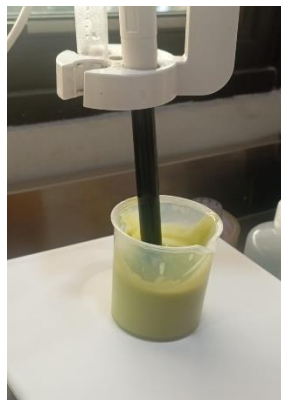
- ALIMENTARIUS, C. (s.f.). *Base de datos en línea CODEX* . Obtenido de LMR de plaguicidas : <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities/es/>
- Brunning, A. (18 de julio de 2016). *Universidad Complutense de Madrid*. Obtenido de La química del helado: <https://webs.ucm.es/BUCM/blogs/blogquimica/11362.php>
- Campos R.E., SantaCruz U.E., Florez M.A., Rivera G.M., Rodriguez-Pérez. (2011). *Dinámica de la acumulación de ácidos grasos en aguacate (Persea americana Mill.)*. México.
- Castaneda, A. U. (2012). *La Ley de Modernización de la Inocuidad de Alimentos de la FDA: Énfasis en la Prevención para la Industria de Alimentos Salvadoreña*. San Salvador: Realidad y reflexión UFG.
- CODEX STAN 240. (2003). *NORMA DEL CODEX PARA LOS PRODUCTOS ACUOSOS DE COCO*.
- Cynthia Lara-García, H. J.-I.-L. (2021). *Perfil de compuestos orgánicos volátiles y ácidos grasos del aguacate (Persea americana) y sus beneficios a la salud*. México.
- Dergal, S. B. (2006). *Química de los alimentos*. México.
- Émilie Cauchie. (2020). Modelado del crecimiento y la interacción entre *Brochothrix thermosphacta* , *Pseudomonas spp.* y *Leuconostoc gelidum* en muestras de carne de cerdo picada. *Microbiología de los alimentos*.
- FAO. (2016). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana* . Ginebra : Estudio FAO ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN.
- FDA. (2013). *Food Labeling Guide*. USA.
- FDA. (2016). *La etiqueta de informacion nutricional*. USA.
- FDA. (2017). *FSMA Final Rule for Preventive Controls for Animal Food*.
- FDA. (2022). *Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls for Food* . U.S: U.S Department of Health and Human Services.
- FDA. (2024). *21 CFR 109*.
- FDA. (2024). *21 CFR 117*.
- FDA. (2024). *21 CFR-Frozen Deserts*. USA.

- FUSADES. (2023). *Tendencias 2023 en la industria de alimentos* . El Salvador : PROINNOVA .
- Gómez-Sánchez. (2007). *Aspectos tecnológicos de la congelación en alimentos*. Puebla.
- Horne, W. T. (1925). *Avocado fruit decay*. California.
- Inés Kuster, N. V. (2013). ALIMENTOS REDUCIDOS EN GRASAS Y EL NUEROMARKETING. *3CIENCIAS : Revista de investigación*, 5.
- Jay, J. M. (2005). *Modern food microbiology*. USA.
- Jorge A. Bernal E., Cipriano A. Diaz D. (2008). Generalidades del cultivo. En CORPOICA, *Tecnología para el cultivo del aguacate* (págs. 11-13). Antioquia.
- Juan Gallardo. (2003). *Purificación y Caracterización Cinética de la Enzima Polifenoloxidasa de Aguacate Hass ("Persea americana", Variedad "Mill") y del Compuesto Inhibitorio Presente en la Semilla del Mismo*. . México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Juan Moscoso, Pedro Bustos. (2012). *ESTUDIO DE LA PREFACTIBILIDAD DE LA PRODUCCION DE LECHE DE COCO*. Quito.
- Márquez, M. J. (2007). *Diseño de un pasteurizados para helados* . España : Universidad de Cádiz .
- Martínez, B. (17 de Junio de 2024). Paladar internacional: helado de aguacate . *Prensa Libre* .
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2024). *Informe diario de precios de productos agropecuarios*.
- Ministerio de agricultura, p. y. (2011). *Limon*. Madrid.
- (s.f.). *NSO 67.01.11:04 Helados y mezcla de helados. Especificaciones (primera actualización)*. San Salvador: CONACYT.
- OSARTEC. (2016). *RTCA 67.01.07:10 Etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados)*.
- Peralta, C. D. (2002). *Selección de envase y embalaje para "Envase de helado"*. México: Universidad Nacional Autonoma de México.
- Prieto-Hontoria, P. (2016). *Innovación y tendencias alimentarias* . Chile : Universidad SEK.
- SIAPA. (2014). Criterios Básicos de diseño. En *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades* (pág. 25). México.
- Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones. (2024). *Pliego tarifario para el suministro eléctrico*. El Salvador.

- T., S. (2003). Health benefit of coconut milk. *Indonesian food and nutrition progress*, 106-112.
- Umaña, E. (20 de Febrero de 2012). *FUSADES*. Obtenido de Conservación de alimentos por frío.
- USDA. (2019). *Nueces, leche de coco enlatada (liquido exprimido a partir de carne rallada y agua)*.
- USDA. (s.f.). *Portal de Informacion de Microbiología Predictiva (PMIP)*. Obtenido de ComBase: <https://portal.errc.ars.usda.gov/ComBase.aspx>
- Vanaclocha, A. C. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*. Madrid.

ANEXOS

ANEXO 1. Proceso de elaboración del producto



ANEXO 2. Peligros potenciales según FDA

***Contains Non-binding Recommendations
Draft-Not for Implementation***

Category	#	Subcategory	Storage Conditions	Bacterial pathogen survival of a lethal treatment	Bacterial growth and/or toxin formation due to lack of time/temperature control	Bacterial growth and/or toxin formation due to poor formulation control	Bacterial growth and/or toxin formation due to reduced oxygen packaging	Recontamination with environmental pathogens	Recontamination due to lack of container integrity	Undeclared allergens - Incorrect label	Undeclared allergens - cross-contact	Chemical hazards due to mis-formulation (e.g. sulfites, yellow #5)	Metal	Glass (when product packed in glass)	Example Products
Frozen	5	Fruits	Frozen		X			X					X		Raspberries, Melon, Blueberries, Sliced Strawberries, Tropical Fruit Blend, Mangoes, Pineapple

***Contains Non-binding Recommendations
Draft-Not for Implementation***

Category	#	Subcategory	Storage Conditions	Undeclared allergens	Drug residues	Heavy metals	Industrial chemicals	Mycotoxins/Natural toxins	Pesticides	Unapproved colors & additives	Radiological	Example Products
Frozen	5	Fruits	Frozen						X			Raspberries, Melon, Blueberries, Sliced Strawberries, Tropical Fruit Blend, Mangoes, Pineapple

*Contains Non-binding Recommendations
Draft-Not for Implementation*

Table 1H: Information that you should consider for potential ingredient or other food-related biological hazards for Fruits and Vegetables

Category	#	Subcategory	Storage Conditions	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Clostridium botulinum</i>	<i>C. perfringens</i>	<i>Brucella</i> spp.	<i>Campylobacter</i> spp.	Pathogenic <i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>Shigella</i> spp.	<i>S. aureus</i>	<i>Giardia lamblia</i>	<i>Trichinella spiralis</i>	<i>Cyclospora</i>	Example Products
Fresh Cut	1	Fresh cut vegetables	Refrigerated		X ¹				X	X	X	X	X	X			Leafy Greens (Single and Mixed Greens), Shredded Carrots, Avocado Chunks, Leafy green salad blends, Diced Onions, Cut Tomatoes, Sliced Mushrooms
Fresh Cut	2	Fresh cut fruits	Refrigerated						X	X	X	X					Mixed Fruit Salad; Packaged Single Fruits, Cut Melon, Apple Slices, Cut Pineapple, Cut Mango
Frozen	3	Vegetables Ready-to-Eat (RTE)	Frozen						X	X	X						Broccoli, Carrots, Corn-sweet, Cauliflower, Garlic, Kale, Peas, Snow peas, Spinach
Frozen	4	Vegetables, Not Ready-to-Eat (NRTE)	Frozen						X	X	X						Eggplants, Okra, Potatoes, Sweet potatoes, Winter squash
Frozen	5	Fruits	Frozen						X	X	X					X	Raspberries, Melon, Blueberries, Sliced Strawberries, Tropical Fruit Blend, Mangoes, Pineapple

ANEXO 3. Cantidades de referencia habitualmente consumidas según FDA

Table 2. Reference Amounts Customarily Consumed Per Eating Occasion and Associated Examples of Products: General Food Supply ^{1,2,3}

PRODUCT CATEGORY	REFERENCE AMOUNT	LABEL STATEMENT	EXAMPLES OF PRODUCTS ⁴
Fruit relishes, e.g., cranberry sauce, cranberry relish	70 g	_ cup(s) (_ g)	All fruit products which are used as relishes (e.g., cranberry sauce, cranberry relish, cranberry-orange relish). Note: Fruit chutney belongs in the "Honey, jams, jellies, fruit butter, molasses, fruit pastes, fruit chutneys" product category.
Fruits used primarily as ingredients, avocado	50 g	See footnote ¹³	Avocado
Fruits used primarily as ingredients, others (cranberries, lemon, lime)	50 g	_ piece(s) (_ g) for large fruits; _ cup(s) (_ g) for small fruits measurable by cup ¹³	All fruits used primarily as an ingredient in other foods rather than fruits consumed alone (e.g., cranberries, lemon, lime).
Watermelon	280 g	See footnote ¹³	All types of watermelon.
All other fruits (except those listed as separate categories), fresh, canned or frozen	140 g	_ piece(s) (_ g) for large pieces (e.g., strawberries, prunes, apricots, etc.); _ cup(s) (_ g) for small pieces (e.g., blueberries, raspberries, etc.) ¹³	All fresh, canned, or frozen fruits, other than those listed in other fruit categories. This category includes apple sauce and caramelized apples.
Juices, nectars, fruit drinks	240 mL	8 fl oz (240 mL)	All fruit juices except the juices that are used as ingredients (e.g., lemon and lime juice are not included in this product category); nectars; noncarbonated drinks containing any amount of fruit juice or nectar (e.g., coconut water). NOTE: Lemon juice and lime juice that are used as ingredients belong to "Juices used as ingredients, e.g., lemon juice, lime juice" product category.

CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA/ MATERIAL DE EMPAQUE		Código	
Datos de empresa:		Fecha de aprobación	
		Versión	

Materia prima

Material de empaque:

FECHA Y HORA DE INGRESO:				Orden de Compra #:	Crédito Fiscal/DET/Factura de Export:					
PROVEEDOR:				CONDICIONES DE TRANSPORTE:						
				ASPECTOS	CUMPLE	NO CUMPLE	ASPECTOS	CUMPLE	NO CUMPLE	
MOTORISTA:		PLACA:		Limpio			Sin olores u objetos extraños			
				Sin indicios de plagas			T° Transporte			
Materia prima/Material de empaque	CAN T.	N° lote Proveedor	N° lote INTERNO	F. Producción	F. Vencimiento	Declaración de alérgenos	Carta de garantía	Certificado de Análisis	Producto cumple con especificaciones	
									CUMPLE	NO CUMPLE

RESULTADO DE LA RECEPCIÓN DE LOS INSUMOS ACEPTA: RECHAZA: **Motivo:**

Nota: en caso de recibir varios productos, se debe especificar cuales se aceptan y cuales se rechazan si es el caso.

Supervisor de Calidad	Encargado de bodega	Verificado por:
_____	_____	_____
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y firma

CONTROL DE TEMPERATURA DE CONGELADOR		Código	
Datos de empresa		Fecha de aprobación	
		Versión	

FECHA:	
FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN:	Una vez por turno

TEMPERATURA EN GRADOS °C	TURNO		RESPONSABLE	HORA	OBSERVACIONES
	1	2			

Verificado Por: _____
Nombre y Firma

CONTROL DE DETECCIÓN DE METALES		Código	
Datos de empresa		Fecha de aprobación	
		Versión	

Fecha _____

Turno _____

Nota: Antes de inicio de turno se debe verificar el estado del detector de metales y funcionamiento mediante el uso de patrones.

Hora inicio de turno _____

Hora fin de turno _____

Hora	Producto	Código	Conforme	No conforme	Observaciones

Conforme: Ausencia de cuerpos extraños metálicos

No conforme: Presencia de cuerpos extraños metálicos, desechar el producto.

Realizado Por _____
Nombre y Firma

Verificado por _____
Nombre y firma

CONTROL DE TEMPERATURA CALENTAMIENTO		Código	
Datos de empresa			Fecha de aprobación
			Versión

FECHA: _____

TEMPERATURA EN GRADOS °C	¿La temperatura se encuentra en el rango aceptable?		MOTIVO	ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE	TURNO	HORA	OBSERVACIONES
	Si	NO						

Verificado Por: _____
Nombre y Firma