

**DESARROLLO DE MARGARINA DE AGUACATE PAPELILLO COMO
ALTERNATIVA SALUDABLE A LOS PRODUCTOS OLEOSOS
CONVENCIONALES.**

Héctor Alexander Ardila Bolaños

Aishell Natalia Mancipe Bernal

Laura Daniela Peña Rodríguez

Universidad EAN

Facultad de ingeniería Química.
Ingeniera Lina María Chacón Rivera.

Bogotá, Colombia

24 de septiembre del 2024

Tabla de Contenido	
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5
Objetivos.....	6
Antecedentes.....	7
Definición del problema.....	8
Justificación.....	9
Análisis de requerimientos.....	11
Marco teórico.....	15
Análisis de restricciones.....	19
Solución planteamiento metodológico.....	21
Justificación de la alternativa elegida.....	26
Análisis de Resultados.....	27
Análisis de costos.....	31
Análisis de sostenibilidad.....	34
Plan de implementación.....	37
Conclusiones.....	38
Referencias.....	40

Resumen

La sobreproducción de aguacate papelillo en las veredas aledañas a Armenia ha generado pérdidas económicas para los agricultores, alcanzando hasta 70 kg por año. Ante este problema, el proyecto tiene como objetivo aprovechar esta sobreproducción para desarrollar una margarina saludable a base de aguacate papelillo, con el fin de reducir el desperdicio y crear un producto sostenible para el mercado.

Se realizó el desarrollo de una formulación óptima para la margarina, la cual fue evaluada mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de estabilidad térmica. Los resultados mostraron que la margarina de aguacate papelillo tiene características físicas adecuadas, además de estabilidad bajo refrigeración, con un periodo de vida útil de tres meses. Además, los costos de producción fueron competitivos en relación con otras margarinas del mercado, lo que hace viable la comercialización del producto, así como su estrategia de mercado, por lo tanto, se cumplieron los objetivos planteados.

Palabras clave: Margarina de aguacate, aguacate papelillo, desarrollo local, sostenibilidad, Sobreproducción agrícola.

Abstract

The overproduction of paper avocado in the areas surrounding Armenia has led to economic losses for farmers, reaching up to 70 kg per year. In response to this issue, the project aims to utilize this overproduction to develop a healthy margarine made from paper avocado, with the goal of reducing waste and creating a sustainable product for the market.

An optimal margarine formulation was developed and evaluated through physicochemical, microbiological, and thermal stability analyses. The results showed that the paper avocado margarine has suitable physical characteristics, along with stability under refrigeration, with a shelf life of three months. Additionally, production costs were competitive compared to other margarines on the market, making the product commercially viable. The market strategy also aligned with these results, fulfilling the set objectives.

Keywords: Paper avocado margarine, paper avocado, local development, sustainability, agricultural overproduction.

Introducción

En el contexto actual, donde la búsqueda de alternativas saludables y sostenibles es cada vez más relevante, surge la necesidad de explorar nuevas opciones en la industria alimentaria. El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una alternativa innovadora: la elaboración de margarina a partir de la pulpa de aguacate papelillo (*Persea americana*). Esta iniciativa busca no solo ofrecer un producto diferenciado en el mercado, sino también contribuir al aprovechamiento de una parte de la producción de aguacate en los cultivos de las veredas de Armenia, permitiendo así generar una forma de ingreso diferente a la venta al por mayor.

La margarina de aguacate se presenta como una opción atractiva para los consumidores conscientes de su alimentación. A diferencia de las margarinas tradicionales, que pueden contener grasas saturadas, la margarina de aguacate es rica en grasas saludables, como los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Además, contiene antioxidantes naturales, como la vitamina E y los carotenoides, que contribuyen a la salud cardiovascular y al sistema inmunológico.

El proyecto se enmarca en la economía circular al aprovechar un recurso local que a menudo se descarta: la pulpa de aguacate. Esta pulpa, que resulta de la extracción del fruto para otros fines (como la producción de guacamole), puede convertirse en un ingrediente valioso para la elaboración de alimentos. Al utilizarla para producir margarina, se cierra el ciclo de aprovechamiento y se reduce la huella ambiental.

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar una margarina a base de aguacate papelillo como una alternativa saludable y sostenible a las margarinas tradicionales. Este producto innovador aprovechará las propiedades beneficiosas del aguacate para la salud humana, ofreciendo una opción sostenible y con valor agregado en el mercado.

Objetivos Específicos

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas del aguacate papelillo para determinar su viabilidad en la elaboración de margarina, asegurando la calidad y estabilidad del producto final.
- Formular una receta óptima para la margarina de aguacate papelillo, ajustando la proporción de ingredientes y parámetros de procesamiento para lograr una textura, sabor y estabilidad que sean competitivos con las margarinas tradicionales.
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la margarina de aguacate papelillo, evaluando su composición nutricional, textura, color, sabor, y vida útil para asegurar que cumpla con los estándares de calidad requeridos en el mercado.
- Desarrollar un proceso para la margarina de aguacate papelillo que garantice la eficiencia y escalabilidad, y que pueda competir con las margarinas tradicionales en sabor y textura.
- Comparar las propiedades nutricionales y sensoriales de la margarina de aguacate papelillo con las margarinas tradicionales, destacando sus beneficios como una alternativa saludable y sostenible en el mercado.

- Evaluar la viabilidad técnico-económica del proceso de producción de margarina de aguacate papelillo, considerando los costos de materias primas y potencial de mercado, con el fin de determinar la rentabilidad y escalabilidad del producto en escenarios comerciales.

Antecedentes

Políticos: Los distintos intentos del gobierno colombiano por impulsar la economía del país nos remontan a los tratados realizados que han aportado al comercio de aguacate, según María Torres y Johana Trochez, el tratado de libre comercio firmado con la Unión europea (El segundo socio comercial más importante de Colombia) favoreció al aguacate y a otras frutas (p. 7) esto representa un crecimiento de las ventas y exportaciones del aguacate en los últimos 15 años, sin embargo, Colombia no es aún un gran proveedor de aguacate en el mundo, lo superan países tales como México, Brasil, Costa rica, entre otros.

Económicos: Según el Ministerio de Agricultura, el consumo per cápita de aguacate en Colombia aumentó cerca del 70% en los últimos 5 años, (2015-2020) pasando de 6,1 a 12,3 Kg/persona/año, pero en los últimos 5 años la producción de aguacate creció 89 % (2015-2020), combinado entre el aumento del área cosechada (62%) y el rendimiento (17%). (p. 5-7) por lo tanto, de acuerdo con los datos proporcionados es correcto afirmar que a pesar de que el consumo en nuestro país haya aumentado y sus ventas se hayan incrementado con los tratados realizados, la demanda de aguacate no satisface completamente la oferta. La sobreproducción de aguacate en algunos puntos del país ha generado un problema significativo de desperdicio, afectando negativamente a los agricultores que dependen de esta fruta para su sustento. “En algunos casos estos residuos son tratados; hasta reducir el impacto negativo que su emisión, vertimiento o disposición pudiera generar; convirtiéndolos en un producto útil y de mayor valor

agregado que solucione una problemática y genere ingresos económicos adicionales” (R et al., 2017, p. 1).

Social: Según Vega (2012)” El aguacate (*Persea americana* Mill) es la quinta fruta tropical más importante en el mundo, medida en términos de volumen y área cultivada” (p. 3), es bien sabido que el aguacate se encuentra en la canasta familiar colombiana, siendo parte importante de distintas recetas en ensaladas, platos fuertes y como adicional en salsas o el conocido “guacamole” esto se debe a su sabor, versatilidad al mezclarse con las comidas y su aporte nutricional.

En este contexto, el desarrollo de la "margarina de aguacate papelillo" representa una alternativa innovadora que puede aprovechar este excedente de producción, transformándolo en un producto de valor agregado.

Definición del problema

En algunas veredas de Armenia, específicamente en la finca “El Micay” se ha identificado una creciente sobreproducción de aguacate, lo que ha llevado a un significativo desperdicio del fruto de más de 70 kilogramos por año, lo que puede ser bastante considerable para los pequeños agricultores de la zona. Este exceso de producción no solo genera pérdidas económicas para los agricultores, quienes dependen de la venta del aguacate como su principal fuente de ingresos, sino que también representa un desafío ambiental al incrementar los desechos orgánicos no aprovechados. A pesar de la alta demanda global de aguacate, la falta de estrategias efectivas para gestionar los excedentes durante los picos de producción resulta en una subutilización de este recurso valioso.

Además, en el mercado alimentario actual, existe una creciente demanda por alternativas más saludables y naturales a las margarinas tradicionales, que a menudo contienen grasas saturadas y aditivos artificiales. Esto plantea una oportunidad para desarrollar productos innovadores que no solo aborden el problema del desperdicio agrícola, sino que también respondan a las tendencias del consumidor hacia una alimentación más consciente y sostenible.

El problema central, por lo tanto, radica en la necesidad de encontrar una solución efectiva para aprovechar el exceso de producción de aguacate en las veredas de Armenia, convirtiéndolo en un producto de valor agregado, como la margarina de aguacate papelillo. Este producto no solo debe ser viable desde el punto de vista técnico y económico, sino que también debe competir favorablemente con las margarinas tradicionales, ofreciendo una alternativa saludable y sostenible para los consumidores.

Justificación

Al desarrollar un nuevo producto derivado del aguacate, este proyecto busca generar un impacto positivo en la comunidad agrícola local, mejorando las condiciones económicas de los agricultores y promoviendo el desarrollo rural. Además, la margarina de aguacate puede tener beneficios para la salud, “la mayor cantidad de evidencia clínica señala que el consumo del aguacate está relacionado con la salud cardiovascular al prevenir diversos factores de riesgo como son la dislipidemia, el control de la glicemia y la hipertensión” (Pulido & Hernández, 2019, p. 3). Siendo así, al ser una alternativa más saludable en comparación con otros tipos de grasas y aceites, podría fomentar una mejor alimentación en las comunidades. El proyecto radica en su capacidad para abordar un problema económico y, al mismo tiempo, promover una dieta más saludable.

El desarrollo de untable puede establecer un nuevo modelo de aprovechamiento de excedentes agrícolas. La transformación del aguacate en margarina no solo implica un proceso de innovación en términos de tecnología alimentaria, sino que también abre la posibilidad de diversificar la oferta de productos derivados del aguacate en el mercado ya que “este fruto es reconocido por ser uno de los alimentos naturales más completos, beneficiosos y versátiles, con grandes cantidades de vitamina E, ácidos grasos (omegas 3, 6, 7 y 9) y elementos minerales como calcio, magnesio, hierro y zinc” (Saldarriaga & Rengifo, 2018, p. 1). Además, este enfoque práctico puede servir como un modelo replicable en otras regiones con problemas similares de sobreproducción agrícola.

Este proyecto contribuye al campo de la ingeniería química y la tecnología de alimentos, al explorar nuevas formas de procesar y conservar productos agrícolas perecederos. La investigación en torno al desarrollo del untable puede generar conocimientos valiosos sobre las propiedades fisicoquímicas del aguacate y sus posibles aplicaciones. Asimismo, el proyecto podría sentar las bases para futuras investigaciones sobre métodos de conservación y procesamiento de alimentos, especialmente en el contexto de productos naturales y saludables.

El proyecto se centra en integrar conocimientos teóricos y prácticos para desarrollar productos innovadores utilizando los recursos agrícolas existentes. El enfoque incluye una fase de investigación, desarrollo experimental, control de calidad y análisis de viabilidad económica. Cada paso está diseñado para garantizar que el proceso de fabricación de margarina de aguacate papelillo sea eficiente, rentable y escalable. Además, el enfoque elegido permite la adaptación y mejora continua del proceso, lo cual es fundamental para asegurar la sostenibilidad y el éxito del proyecto a largo plazo.

Análisis de requerimientos

Requerimientos de Materia Prima

Disponibilidad y Suministro de Aguacate Papelillo

Se requiere asegurar la disponibilidad continua de aguacates papelillo provenientes de las veredas de Armenia, donde se ha identificado un exceso de producción de acuerdo con testimonios de los habitantes; esto permitirá utilizar el excedente de manera eficiente, evitando la pérdida de producto.

Calidad del Aguacate

La calidad de la fruta es crítica. Se deben establecer criterios rigurosos de calidad que incluyan el contenido graso, estado de madurez y ausencia de contaminantes. Se debe asegurar que el aguacate cumpla con los requisitos establecidos en la Resolución 3929 de 2013, que regula los productos frescos destinados a la agroindustria.

Así mismo, teniendo en cuenta los requerimientos de calidad del Codex Alimentarius, se pueden utilizar en la producción de la margarina las 3 categorías de aguacate que registra para el consumo humano (Extra, I y II)

Ingredientes Complementarios

Los ingredientes adicionales como emulsionantes y conservantes naturales deben cumplir con las normativas de la Resolución 5109 de 2005, que regula el uso de aditivos alimentarios en Colombia expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social, donde: El artículo 4,5 y 6 habla sobre el uso de los aditivos en el producto alimenticio en cuestión donde deben ser declarados todos y cada uno de estos, los cuales deben ser estrictamente los permitidos por las normativas nacionales e internacionales prohibiendo así aquellos que excedan los límites establecidos en la ley y las especificaciones brindadas por el INVIMA.

Requerimientos Tecnológicos y de Infraestructura

Equipos de Procesamiento

El proceso requiere maquinaria específica para la extracción de pulpa, emulsificación y envasado. Los equipos deben cumplir con los estándares de la Resolución 2674 de 2013 sobre las condiciones sanitarias de los establecimientos que procesan alimentos en Colombia. Específicamente se busca que la margarina cumpla las disposiciones generales de la resolución y los capítulos que tienen aplicabilidad sobre el producto como lo son:

Capítulo II

Los artículos del 4 al 8 establecen los requerimientos para diseñar la infraestructura, instalaciones y condiciones de almacenamiento, que deben garantizarse teniendo como pilar fundamental la higiene.

El artículo 9 que profundiza en el tipo de agua que se debe utilizar para preparar alimentos.

Capítulo IV

El artículo 18 se refiere a las materias primas que se utilizarán en la elaboración del producto, que deben ser de calidad y cumplir con los requisitos para el consumo humano, y el artículo 19 se refiere a los aditivos que se usarán al elaborarlo.

Requerimientos Legales Nacionales

Registro Sanitario

La margarina de aguacate debe cumplir con los requisitos para obtener el registro sanitario ante el INVIMA, tal como lo exige la Ley 9 de 1979 donde:

El artículo 576 y 577 exige que todos los productos alimenticios destinados al consumo humano deben contar con el registro sanitario correspondiente expedido únicamente por el organismo de control INVIMA, este registro permite que el alimento sea legalmente distribuido

en el país y certifica que la margarina ha pasado los controles necesarios por parte del ente previos a su comercialización

Y la Resolución 719 de 2015, que regula los alimentos procesados emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social, donde:

Los artículos 12, 13, 14 y 15 mencionan que las propiedades nutricionales del etiquetado deben ser reales y comprobables mediante pruebas de laboratorio, no deben engañosas o tergiversarse en el etiquetado y, finalmente, si el alimento es fortificado o hay añadido de vitaminas, debe cumplir con los requisitos mínimos de fortificación de alimentos establecidos por el ente regulador INVIMA.

Normas de Etiquetado

El etiquetado del producto debe cumplir con la Resolución 5109 de 2005, que regula el etiquetado nutricional donde:

El artículo 4 menciona la información obligatoria que debe reposar en la etiqueta del producto, la cual incluye nombre, ingredientes, contenido, nombre y dirección del fabricante, lote, fecha de producción y vencimiento, entre otros.

El artículo 5 y 6 mencionan respecto a las declaraciones sobre el producto, tales como el valor energético, contenido de grasas, sodio entre otros, y el obligatorio cumplimiento de la veracidad de las declaraciones nutricionales.

Códigos y Estándares Normativos Internacionales

Certificaciones de Calidad

Para acceder a mercados internacionales, se requiere la obtención de certificaciones como ISO 22000, que asegura que los sistemas de gestión de la seguridad alimentaria son óptimos.

Aspectos Nutricionales

Composición Nutricional del Producto

La margarina de aguacate debe cumplir con los estándares establecidos por la Resolución 333 de 2011, que regula el contenido de grasas, azúcares y calorías de los alimentos procesados. Se debe analizar su contenido nutricional, especialmente la proporción de ácidos grasos monoinsaturados, donde:

En el artículo 13 y 14 tabla 3 menciona los valores diarios de referencia de nutrientes, así como su respectivo rotulado informativo, posteriormente menciona los valores permitidos en grasas y aceites.

Aspectos Sensoriales

Evaluación Sensorial del Producto

Se requiere realizar pruebas sensoriales para evaluar la textura, sabor, olor y apariencia de la margarina de aguacate, esto asegurará que el producto cumpla con las expectativas de los consumidores, se proyecta realizar en ambientes controlados de aproximadamente entre 5 y 6 personas, las primeras etapas de la parte sensorial servirán principalmente para evaluar la aceptación y realizar el ajuste del producto, donde se analizará la respuesta de los participantes que previamente deben ser testeados en percepción de los 5 sabores primarios (Dulce, salado, ácido, amargo y umami).

Estabilidad Sensorial y Vida Útil

Es fundamental analizar la estabilidad del producto durante su almacenamiento, asegurando que mantenga sus propiedades sensoriales y nutricionales a lo largo del tiempo. Esto se debe realizar conforme a los lineamientos de la Resolución 2674 de 2013, que regula la conservación de alimentos, donde:

Los artículos 22 y 23 mencionan el adecuado almacenamiento y transporte que debe tener el producto, manteniendo la cadena de frío y otras condiciones que afecten la calidad del

producto y la conservación de sus propiedades, aplica tanto en la producción como en su distribución final al consumidor.

Requerimientos Económicos y de Viabilidad

Evaluación de Costos de Producción

Es necesario un análisis de los costos relacionados con la adquisición de materia prima, maquinaria, mano de obra y logística. Esto permitirá determinar la viabilidad económica del proyecto.

Viabilidad Técnico-Económica

Realizar un análisis profundo dentro del alcance del proyecto para determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto, considerando la inversión inicial, el costo operativo y el retorno de inversión.

Aspectos Ambientales

Gestión de Residuos

El proceso de producción debe incorporar un plan de manejo de residuos, especialmente para aprovechar subproductos como la cáscara y hueso del aguacate, de acuerdo con las normativas de gestión ambiental establecidas en la Ley 99 de 1993 sobre protección ambiental en Colombia donde:

El artículo 11 menciona la evaluación de impactos y aspectos ambientales que debe tener la producción generada, así como planes específicos para el manejo de estos residuos apoyándose en un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Marco teórico

Aguacate

Características de la fruta

El aguacate puede medir entre 5 y 6 cm de largo y pesar entre 200 y 400 g. su cáscara es verde, aunque a veces puede variar a tonos que van del marrón oscuro al rojo. dentro del fruto, encontramos una semilla grande de color pardo claro, que mide entre 2 y 4 cm. la pulpa del aguacate es amarilla y tiene una textura cremosa cuando está madura. a veces, su sabor es dulce y su consistencia es suave. la pulpa suele ser aceitosa y su color varía de la crema al verde amarillento. el aguacate proviene de un árbol típico de américa tropical, perteneciente a la familia de las lauráceas. este árbol puede alcanzar entre 8 y 18 metros de altura, con hojas verdes que miden entre 10 y 40 cm de largo y flores dioicas. (RepositorioEcci,2023).

Aguacate papelillo

La forma de este tipo de aguacate es alargada con un tamaño mediano grande, su color es verde oscuro con una piel lisa con un poco de brillo. este fruto tiene como ventaja que puede ser cosecha dos veces en el año (primer trimestre y último semestre del año). para un mejor rendimiento de este fruto es cultivarlo en áreas con bajas altitudes, también se logran cultivar en áreas cálidas como el eje cafetero y Tolima (RepositorioEcci,2023.).

Propiedades

Los frutos tienen una forma ovada piriforme, con una corteza delgada y flexible de color verde amarillento moderado. el periodo desde la floración hasta la formación del fruto es de 5 a 6 meses, y su contenido de grasa es del 7.2%. después de la cosecha, es una fruta muy delicada y de maduración rápida, por lo que debe transportarse y manipularse con cuidado durante la postcosecha. (Asohofrucol,2017).

Beneficios en el sector alimenticio

El aguacate es una fruta extremadamente beneficiosa, rica en nutrientes esenciales como potasio, folato, vitaminas B6, C y E. Sus grasas monoinsaturadas, como el omega 9,

promueven la salud cardiovascular al reducir el colesterol LDL y aumentar el HDL. Además, es una excelente fuente de fibra y grasas saludables que facilitan la digestión y proporcionan saciedad. Los antioxidantes presentes en el aguacate protegen las células del daño y pueden retrasar el envejecimiento cutáneo. Su consumo también mejora el perfil lipídico al disminuir los niveles de colesterol y triglicéridos, y el ácido fólico que contiene ayuda a mejorar el estado de ánimo y reducir el riesgo de depresión. Por último, nutrientes como la luteína y la zeaxantina son cruciales para la salud ocular, previniendo enfermedades como las cataratas y la degeneración macular. (Unilever,2022)

Margarina

Generalidades de la margarina

La margarina, según las normas Icontec 241 de 2002 y 250 de 1997, es una emulsión plástica de agua en aceite hecha a partir de grasas y aceites comestibles no derivados de la leche, con un contenido mínimo de 80% de materia grasa y un máximo de 16% de agua. Creada y patentada por Hypolyte Mége Mouries en Francia en 1869 debido a la escasez de leche, la margarina inicialmente incluía grasa animal y ubre de vaca triturada, lo que le valió un premio de Napoleón III. Con el aumento de la demanda y el desarrollo de la hidrogenación en el siglo XX, se comenzaron a usar diversas materias primas. Nutricionalmente, la margarina es rica en energía, proporciona ácidos grasos esenciales como el linoleico y vitaminas liposolubles A y E, además de vitamina D añadida. (Cañas García, 2008)

Margarina elaborada a partir de materias primas de origen animal

La margarina es una sustancia amarilla con una consistencia uniforme y semisólida. se puede fabricar utilizando leche de animales como vacas, cabras, ovejas y búfalas. este proceso transforma una emulsión de grasa en agua (leche) en una emulsión de agua en grasa (margarina). Aunque es un derivado lácteo, se usa principalmente como grasa por su bajo nivel

de calcio y alto contenido de grasa, que varía entre 80 y 85 gramos por cada 100 gramos. puede estar salada o no, y contiene nutrientes como grasas saturadas, colesterol y vitamina a. (Nestlé family club. (s.f.)

Margarina elaborada a partir de aceite de aguacate

La margarina de aceite de aguacate está compuesta principalmente por grasas vegetales, con un alto contenido de ácido oleico (55-75%), similar al aceite de oliva. Posee una textura suave y cremosa que se mantiene estable a temperatura ambiente, ideal para untar y cocinar. Su punto de humo elevado (255°C) la hace perfecta para cocinar a altas temperaturas sin descomponerse, y es muy versátil en la cocina, siendo apta para hornear, freír y como untable en panes o galletas. (Aceites Albert. (s.f.)

Procedimiento de fabricación de margarina a partir del aceite de aguacate

A continuación, se observa el procedimiento para la ejecución de margarina con aceite de aguacate como principio activo:

Mezcla de ingredientes:

El aceite de aguacate se mezcla con otros ingredientes vegetales como aceite de coco, emulsionantes vegetales, y agua. se pueden añadir también vitaminas y minerales para enriquecer el producto. (Universidad de los andes, (s.f.))

Emulsificación:

La mezcla se emulsiona para formar una emulsión estable de agua en aceite. Este proceso incluye usar agitadores específicos para asegurar una textura adecuada. (Universidad de los andes, (s.f.))

Enfriamiento y solidificación:

La emulsión se enfría gradualmente para permitir que se solidifique y adquiera la consistencia de margarina. (Universidad de los andes, (s.f.))

Moldeado y empaque:

La margarina solidificada se moldea en bloques o se envasa en recipientes adecuados para su distribución y venta. (Universidad de los andes, (s.f.))

Almacenamiento:

Finalmente, la margarina se almacena en condiciones controladas de temperatura para mantener su calidad hasta el consumo. (Universidad de los andes, (s.f.))

Análisis de restricciones

Restricciones Técnicas

Disponibilidad de Materia Prima: Es crucial garantizar un suministro constante de aguacate papelillo de alta calidad contando con distintas fuentes para que no haya afectación en las pruebas, ya que se deben realizar varios intentos para garantizar las características deseadas del producto. El control de calidad debe alinearse con la Resolución 3929 de 2013, que regula los productos frescos para la agroindustria, y con las normas del Codex Alimentarius.

Ruta química: Se emplearán distintos productos químicos en la elaboración del prototipo, los cuales pueden controlar/mejorar ciertos aspectos en cuestión de calidad, sin embargo, es importante valorar el costo-beneficio de estos productos ya que su valor en el mercado o disponibilidad pueden afectar negativamente el balance de costos, otro de los limitantes es la estabilidad con otros ingredientes del producto la cual se evaluará en el desarrollo del prototipo, en caso de no ser estable se debe proceder a una reformulación y finalmente los efectos ambientales que el uso de estos productos puede tener.

Tecnología y Equipos: La producción requiere algunos equipos para la extracción de pulpa, emulsificación y envasado, cumpliendo con las normas sanitarias de la Resolución 2674 de 2013, si bien para el prototipo del producto no es necesario usar equipos de gran

tecnología la disponibilidad de estos puede ser una restricción tanto para el proceso de desarrollo como para las mediciones de calidad que se prevén para el producto.

Registro Sanitario: Para la comercialización, es esencial obtener el registro sanitario ante INVIMA, conforme a la Ley 9 de 1979 y la Resolución 719 de 2015, asegurando que el producto cumple con los estándares de calidad y seguridad alimentaria requeridos.

Restricciones Normativas

Normativas Nacionales: La producción debe cumplir con la Resolución 5109 de 2005 en cuanto al uso de aditivos alimentarios, que deben estar debidamente declarados y aprobados por las normativas colombianas e internacionales. Además, el etiquetado debe cumplir con los requisitos de la Resolución 5109, que regula la información nutricional de los productos.

Restricciones Económicas

Rentabilidad: Evaluar la viabilidad técnico-económica del proyecto es crucial. La sobreproducción de aguacate en ciertas regiones genera excedentes que pueden ser utilizados, pero el éxito económico dependerá de que los costos de producción sean adecuados en un producto para el cual no muchas personas se encuentran familiarizadas.

Restricciones Sociales

Aceptación del Producto: Es necesario realizar pruebas sensoriales para asegurar que la margarina de aguacate cumpla con las expectativas del consumidor en términos de sabor, textura y aroma, garantizando su aceptación en el mercado. La percepción positiva del producto dependerá de su capacidad para competir con las margarinas tradicionales, un resultado negativo en las pruebas sensoriales puede derivar en la reformulación del producto.

Disponibilidad de las personas para pruebas: Es necesario verificar la aceptación del producto con distintas pruebas que permiten generar un análisis previo al público, la disponibilidad de los voluntarios o su capacidad sensorial puede limitarse al evaluarlo.

Restricciones Ambientales

Gestión de Residuos: La producción de margarina debe incluir un plan para gestionar los residuos, especialmente los subproductos como la cáscara y el hueso del aguacate, cumpliendo con la Ley 99 de 1993 que regula la protección ambiental en Colombia; en el caso de que los residuos del proceso de preparación sean excesivos o demasiado caros de gestionar se tiene que optar por una alternativa de producción más amigable con el medio ambiente.

Sostenibilidad: El proyecto se basa en los principios de la economía circular, aprovechando los excedentes de aguacate y reduciendo el desperdicio agrícola. Esto contribuye a la sostenibilidad del proceso y a la disminución de la huella ambiental, un aspecto cada vez más importante en la industria alimentaria, inicialmente se prevé utilizar el máximo posible de aguacate tanto en la extracción del aceite como en la producción del producto, pero, se corre el riesgo de que el producto no cumpla con el estándar sostenible propio del alcance lo que podría afectar negativamente el proyecto.

Aspectos e impactos ambientales: Todo proceso productivo contiene aspectos ambientales que a su vez generan impactos ambientales, estos pueden ser positivos o negativos dependiendo de la afectación, en los anexos se encuentra una matriz que permite visualizar dicha afectación ambiental que tiene el desarrollo del producto la cual se busca que sea lo más positiva posible para así garantizar un producto no solo que presenta una alternativa a la convencional sino que su producción no afecta significativamente el compromiso ambiental.

Solución planteamiento metodológico

Formulación del Producto

La formulación del producto se basa en la combinación de ingredientes seleccionados: aceite de aguacate, pulpa de aguacate fresca, aceite de coco refinado, lecitina de soya, ácido cítrico, sal marina y agua destilada. Cada ingrediente cumple un papel específico en la funcionalidad del producto final, proporcionando características sensoriales y de estabilidad deseadas.

Se diseñaron diferentes formulaciones para optimizar las propiedades del producto. Estas variantes se enfocan en ajustar la proporción de cada ingrediente con el fin de evaluar su impacto en la textura, esparcibilidad, sabor y estabilidad. Los parámetros iniciales se definen según estudios preliminares y conocimientos técnicos en el procesamiento de alimentos.

Análisis de Materias Primas

La selección de las materias primas se basa en criterios de calidad, funcionalidad y disponibilidad. Los ingredientes principales son aceite de aguacate papelillo, pulpa de aguacate fresca, aceite de coco refinado, lecitina de soya, ácido cítrico, sal marina y agua destilada.

La calidad de las materias primas se verifica mediante la inspección de su apariencia y características organolépticas, como el olor y el color, para garantizar que sean adecuadas para su uso en la formulación.

No se realizan pruebas fisicoquímicas específicas para cada ingrediente; en cambio, se evalúan las propiedades del producto final (mezcla) en términos de pH, viscosidad y contenido de humedad. Estas pruebas permiten verificar la consistencia y estabilidad de la mezcla y asegurar que cumpla con los requisitos para la aplicación final.

Las mediciones de viscosidad se realizan para garantizar que la textura de la mantequilla de aguacate sea adecuada para untar, mientras que el pH se mide para asegurar la estabilidad y prevenir la degradación. La humedad se evalúa para optimizar la consistencia y garantizar una vida útil adecuada.

Preparación y Procesamiento del Producto

La preparación implica un proceso controlado donde se mezclan los ingredientes en un orden específico para garantizar una emulsificación uniforme:

Primero, se mezcla el aceite de aguacate con la pulpa fresca bajo condiciones de temperatura controlada para facilitar la integración.

El aceite de coco refinado se añade en una etapa posterior para aportar solidez a la mezcla.

La lecitina de soya se incorpora gradualmente como emulsionante, lo cual ayuda a estabilizar la mezcla y evitar la separación de los ingredientes.

Finalmente, se agrega el ácido cítrico como antioxidante, la sal marina para mejorar el sabor y el agua destilada para ajustar la consistencia.

Las condiciones de procesamiento (tiempo, temperatura, velocidad) son ajustadas y optimizadas durante las pruebas preliminares.

Pruebas Sensoriales

Se diseñan paneles de consumidores para realizar pruebas sensoriales que incluyen evaluación de atributos como sabor, olor, textura y apariencia.

Se realizan 30 encuestas con diferentes planteamientos para comparar y analizar la aceptación del producto. Los encuestados son seleccionados considerando diferentes perfiles de consumidores, buscando una muestra representativa de la población objetivo.

Las encuestas permiten identificar la formulación con la mejor respuesta del consumidor. Se toman en cuenta los resultados para ajustar la receta y el proceso de producción en base a las preferencias de los consumidores.

Caracterización del Producto

Se llevan a cabo pruebas fisicoquímicas detalladas para caracterizar las propiedades del producto:

pH: Se monitorea para asegurar la estabilidad y prevenir la degradación del producto. Un pH estable ayuda a garantizar una vida útil prolongada.

Viscosidad: Se mide utilizando un viscosímetro, lo que permite ajustar la consistencia del producto para que sea fácil de untar, pero lo suficientemente denso para mantener su forma.

Humedad: Se determina mediante un analizador de humedad, lo cual es crucial para la textura y conservación del producto.

Los resultados de estas pruebas ayudan a optimizar la formulación y el proceso de producción para asegurar un producto de alta calidad.

Pruebas de Conservación

Para determinar la vida útil del producto, se realizan pruebas de estabilidad bajo diferentes condiciones de almacenamiento:

Temperatura ambiente (aproximadamente 18-20 °C): Se simulan condiciones de almacenamiento normales para evaluar la estabilidad sin refrigeración.

Refrigeración entre 3-8 °C: Esta prueba se utiliza para observar cómo se comporta la mantequilla cuando se almacena en condiciones refrigeradas típicas.

Temperatura controlada a 45 °C: Se evalúa la resistencia del producto a temperaturas elevadas que podrían simular un entorno cálido o condiciones de almacenamiento subóptimas.

Evaluación de Viabilidad Técnico-Económica

La evaluación se centra en determinar la opción más viable para cada ingrediente en función del costo, disponibilidad y efecto en la calidad del producto. Se analiza si es más rentable comprar o producir el aceite de coco, así como el impacto de utilizar lecitina de soya frente a lecitina de girasol, considerando sus propiedades emulsionantes y costo.

Además, se compara el uso de ácido cítrico y zumo de limón como antioxidantes, evaluando su efectividad en la preservación del color y sabor del producto, junto con el costo

y facilidad de adquisición. Esta evaluación permite optimizar los costos sin comprometer la calidad del producto final.

Cumplimiento Normativo y Requerimientos Legales

Se asegura el cumplimiento con la normativa colombiana vigente, incluyendo:

Resolución 333 de 2011: Regula el contenido de grasas, azúcares y calorías en alimentos procesados.

Aspectos Sensoriales

Se optimizan los aspectos sensoriales (sabor, olor, textura) basándose en los resultados de las pruebas sensoriales, mejorando la formulación según los comentarios obtenidos en las encuestas.

A continuación, se presentan las dos alternativas formuladas con base en las restricciones presentadas y el análisis metodológico, optando por opciones que permitan garantizar la calidad del producto y la facilidad del desarrollo de prototipos para análisis de propiedades y sensoriales:

Tabla 1.

Formulación 1 de margarina de aguacate

Formula 1	
Materias primas	% Peso
Aceite de aguacate	10-20
Pulpa de aguacate	30-50
Aceite de coco	5-15
Lecitina de Soya	5-15
Sal refinada	1-2

Agua Filtrada	5-9
Zumo de limón	10-20

Fuente: Desarrollo propio del proyecto

Tabla 2.

Formulación 2 de margarina de aguacate

Formula 2	
Materias primas	% Peso
Aceite de aguacate	10-20
Pulpa de aguacate	30-50
Aceite de coco	5-15
Lecitina de Soya	1-2
Sal refinada	1-2
Agua Filtrada	6-10
Ácido Cítrico	0,5-1,5

Fuente: Desarrollo propio del proyecto.

Justificación de la alternativa elegida

La Formulación 1 se considera como una opción válida debido a ciertos beneficios específicos.

Uso del Zumo de Limón como Antioxidante Natural: La Formulación 1 propone el uso de zumo de limón en un porcentaje mayor (10-20%), lo cual aporta compuestos bioactivos que pueden enriquecer el perfil nutricional del producto y proporcionar una acidez natural que mejora el sabor

Mayor Contenido de Lecitina para Estabilidad Emulsificante: El rango de lecitina en la Formulación 1 (5-15%) puede ser beneficioso para lograr una emulsificación más robusta, lo que ayuda a mantener la consistencia del producto.

Perfil Sensorial Más Completo: La inclusión de un mayor porcentaje de zumo de limón (10-20%) puede potenciar el sabor de la margarina de aguacate, otorgándole una nota fresca y ligeramente ácida que mejora la experiencia del consumidor. Además, esta característica puede

hacer que el producto sea percibido como más natural, lo cual es un valor añadido en el mercado de productos saludables.

Análisis de Resultados

La primera formulación al utilizar zumo de limón en lugar de ácido cítrico aportó un sabor más fuerte debido al mayor contenido de lecitina y zumo de limón al producto final, así mismo su composición y consistencia se vio afectada ya que después de elaborado el producto se generó separación de fases, lo que afecta negativamente la textura y la estabilidad del producto. Por lo tanto, la Primera Formulación se descartó debido a su textura, la estabilidad del producto, su vida útil y consistencia del sabor de la margarina.

La segunda formulación de margarina de aguacate destacó por su excelente estabilidad, sin presentar sinéresis, lo que garantiza una textura y consistencia perfectas para un untable. Además, el producto final ofreció un sabor equilibrado y natural de aguacate, cumpliendo con las expectativas tanto en términos de sabor como de calidad. Esta formulación logró mantener la integridad del producto, proporcionando una experiencia de consumo superior y satisfactoria.

Al prototipo 1 de la formulación 2 se le realizaron análisis organoléptico, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y estabilidad térmica, tal como se muestra a continuación:

Análisis Organoléptico y Fisicoquímico

Tabla 3. Resultados

ANÁLISIS ORGANOLEPTICOS	
ESPECIFICACION	RESULTADO
Apariencia	Suave, Untable, homogéneo
Color	Verde
Olor	Característico
ANÁLISIS FISICOQUIMICO	
ESPECIFICACION	RESULTADO
pH	4,56

Perfil de Viscosidad (AGUJA 6 -20°C)	10 rpm: 21650cP - %Torque:16,3
	20 rpm:45381cP - %Torque:24,7
	50 rpm:12347cP - %Torque:18,5
%Humedad	68,10%

Fuente: Desarrollo propio del proyecto.

La margarina presenta una textura suave, untable y homogénea, lo cual es ideal para este tipo de producto, indicando una buena emulsificación y mezcla de los ingredientes. El color verde es característico de la margarina de aguacate, reflejando la presencia de pulpa y aceite de aguacate en la formulación. El olor característico sugiere que los ingredientes naturales, como el aguacate y el aceite de coco, están bien integrados, proporcionando un aroma fresco y agradable.

El pH de 4.56 está dentro del rango óptimo para margarinas (4.5 a 6.0), lo que ayuda a mantener la estabilidad del producto y prevenir el crecimiento de microorganismos. En el perfil de viscosidad, los valores a 20 rpm con el husillo 6 indican que la margarina tiene una consistencia adecuada para ser untable, con una buena resistencia al flujo, ya que su porcentaje de torque fue mayor al 20%. El contenido de humedad del 68.10% es apropiado para una margarina, asegurando que el producto sea suave y fácil de untar sin ser demasiado líquido.

La margarina de aguacate evaluada cumple con las especificaciones organolépticas y fisicoquímicas esperadas para un producto de alta calidad. Su apariencia, color y olor son característicos y agradables, mientras que su pH y perfil de viscosidad aseguran estabilidad y una textura adecuada. El contenido de humedad contribuye a su untabilidad, haciendo de esta margarina una opción excelente para los consumidores.

Análisis Microbiológico

La NTC 241 octava edición establece los requerimientos en materia de microbiología para las margarinas por medio de la siguiente tabla:

Tabla 4. Especificación microbiológica para margarinas y mantequillas.

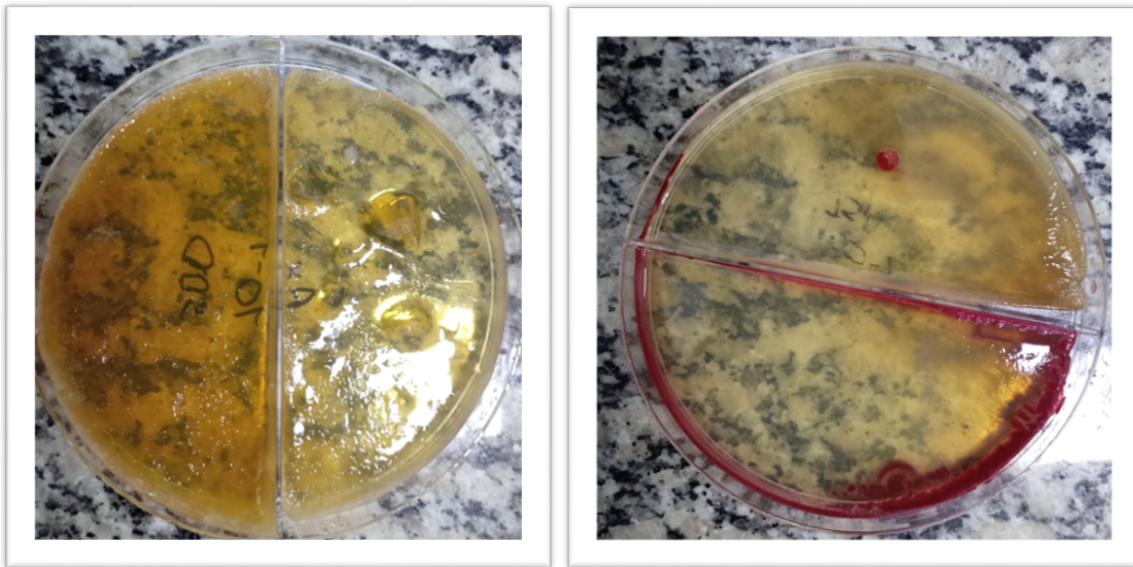
REQUISITOS	m	M
Recuento de bacterias aerobias mesófilas UFC/g	1000	5000
Recuento de <i>Escherichia Coli</i> UFC/g	<10	-
Recuento de Mohos y levaduras UFC/g	50	100
Recuento de Salmonella Spp/25g	Ausencia	-

Fuente: NTC 241 Octava edición. Pág 5.

Teniendo en cuenta la tabla 4, se pueden apreciar 2 columnas, la titulada con la letra m minúscula representa los requerimientos para una margarina de calidad alta, mientras que la columna con la letra M mayúscula representa los requerimientos para una margarina de calidad media.

Se realizó el recuento microbiológico correspondiente con una muestra en incubación de 20 a 25 grados centígrados (mesófilos aerobios), de 30 a 35 grados centígrados (Hongos) y de 40 a 45 grados centígrados (Coliformes) la cual arrojó los siguientes resultados:

Imagen 1 y 2. Resultados recuento microbiológico de mesófilos, hongos y coliformes.



Fuente: Imagen propia del proyecto.

Para el recuento de mesófilos aerobios se encontraron 190 UFC/g, para el recuento de hongos se encontraron 17 UFC/g y finalmente en la lectura de coliformes para *Escherichia Coli* y *Salmonella Spp* se encontró ausencia.

Los anteriores resultados nos permiten afirmar que la margarina de aguacate diseñada como prototipo entra en el rango microbiológico para ser una margarina de alta calidad, cumplimiento con la especificación establecida.

Estabilidad térmica

El producto se expuso a dos condiciones medioambientales críticas: estufa a 40 grados Celsius y en nevera a 18 grados Celsius durante 4 semanas. En la estufa, el producto se degradó, perdiendo su color verde característico y pasando a un color amarillo pálido a partir de la semana 3, además de generar sinéresis de su fase oleosa. Sin embargo, su olor no presentó un cambio significativo después de las 4 semanas.

En la condición de nevera, el producto se mantuvo estable durante 1 mes, sin que el color ni el olor se vieran afectados, permaneciendo intactos. Asimismo, su apariencia y viscosidad no presentaron sinéresis. Por lo tanto, al momento de comercializar el producto, se estipula que

debe permanecer refrigerado para su consumo. Con este análisis de estabilidad térmica, se establece que el periodo de vida útil del producto es de 3 meses.

La estabilidad térmica es un factor crucial en la calidad de las margarinas. Las margarinas comerciales suelen mantener su estabilidad y características organolépticas bajo condiciones de refrigeración, pero pueden degradarse a temperaturas elevadas. Comparada con otras margarinas del mercado, la margarina de aguacate muestra un rendimiento satisfactorio en términos de estabilidad y calidad cuando se mantiene refrigerada, lo que la hace competitiva y adecuada para el consumo.

Análisis de costos

Según la Formulación 2 de la margarina de aguacate, se generaron los siguientes costos para tres diferentes presentaciones, teniendo en cuenta el costo de la materia prima y el porcentaje de participación de cada una dentro de la formulación: la presentación de 1000 g tiene un costo de \$78,900.00, la de 500 g cuesta \$39,450.00, y la presentación mínima de 250 g tiene un costo de \$19,725.00. Comparando estos costos con los precios del mercado, donde una margarina de buena calidad de 250 g puede costar entre \$15,000 y \$25,000, y una de 500 g entre \$30,000 y \$50,000, se observa que los costos de la margarina de aguacate son competitivos y viables. (Zarain, J, 2024)

La presentación de 250 g, con un costo de \$19,725.00, y la de 500 g, con un costo de \$39,450.00, se encuentran dentro del rango de precios del mercado, lo que las hace competitivas. La presentación de 1000 g, aunque menos común en el mercado minorista, podría ser competitiva en mercados específicos o para consumidores que prefieren comprar en mayor volumen. En conclusión, la margarina de aguacate presenta costos que son competitivos en el mercado actual, especialmente en las presentaciones de 250 g y 500 g, lo que la hace una opción viable y atractiva para los consumidores.

Para la fabricación del producto en una planta industrial, se consideran tres equipos fundamentales: una marmita industrial con agitador (\$10,128,740.00), una máquina extractora de pulpa de aguacate (\$6,648,750.00) y una envasadora de paquete automático (\$16,733,440.00). La inversión total para estos equipos asciende a \$33,510,930.00.

En cuanto a la nómina, se incluyen varios perfiles con sus respectivos salarios y factores prestacionales. Los operarios (10) tienen un salario nominal de \$1,500,000 y un valor anual total de \$327,420,000. Otros perfiles incluyen un ingeniero químico (\$61,632,000 anual), un gerente (\$192,600,000 anual), un ingeniero ambiental (\$57,523,200 anual), un ingeniero de mantenimiento (\$57,523,200 anual), un jefe de compras (\$41,088,000 anual), un vendedor (\$36,979,200 anual), personal de servicios generales (\$32,742,000 anual) y vigilancia (\$39,290,400 anual). El total de la nómina anual es de \$846,798,000.

Este análisis proporciona una visión clara de los costos de equipos y salarios, esenciales para la planificación financiera y la gestión de recursos en la planta industrial.

La tasa representativa del mercado (TRM) al 28 de noviembre de 2024 es de 4,418 COP/USD. La inversión total para el proyecto es de \$386,001,273,322 COP. De esta inversión, \$328,101,082,324 COP se destinan a inversión fija, que cubre activos a largo plazo como maquinaria, equipos y edificaciones, esenciales para la infraestructura y capacidad operativa de la planta. La inversión de trabajo es de \$57,900,190,998 COP, necesaria para los costos operativos diarios, incluyendo materias primas y salarios, asegurando la continuidad de las operaciones y la producción.

La inversión directa, que asciende a \$150,412,979,238 COP, se refiere a los costos directamente asociados con la producción, como la compra de materiales y la mano de obra directa, fundamentales para la fabricación del producto final. La inversión indirecta es de \$177,688,103,086 COP, cubriendo costos no directamente relacionados con la producción,

como administración y marketing, importantes para el soporte y la gestión eficiente de la planta.

la distribución de la inversión muestra una asignación adecuada entre las diferentes categorías, con una mayor parte destinada a activos fijos, lo cual es típico en proyectos industriales. La inversión de trabajo y las inversiones directas e indirectas aseguran que la planta pueda operar de manera eficiente y competitiva en el mercado. Dado el análisis de costos y la estructura de inversión, la ejecución del proyecto es viable, siempre y cuando se mantenga una gestión eficiente y se cumplan las proyecciones financieras y operativas.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es una métrica financiera que indica la rentabilidad de una inversión. En el contexto de tu proyecto, una TIR del 50.4% sugiere que el proyecto es altamente rentable, generando un retorno anual del 50.4% sobre la inversión inicial. Comparada con una tasa de descuento o costo de capital del 10%, esta TIR es significativamente alta, lo que indica que el proyecto superará con creces el costo de oportunidad del capital invertido. Los inversores suelen buscar proyectos con una TIR que exceda su tasa mínima de retorno esperada, y una TIR del 50.4% hace que este proyecto sea muy atractivo.

Además, el Valor Presente Neto (VPN) positivo en todos los años proyectados refuerza la viabilidad del proyecto. Sin embargo, es importante considerar los riesgos asociados y evaluar su impacto en los flujos de caja futuros. La TIR asume que los flujos de caja intermedios se reinvierten a la misma tasa de retorno, lo cual puede no ser siempre realista. En resumen, una TIR del 50.4% y un VPN positivo sugieren que el proyecto es muy rentable y debería ser considerado seriamente para inversión, siempre y cuando los riesgos sean manejables y los supuestos sean realistas.

Tener un Valor Presente Neto (VPN) de \$52,272,063 en el primer año y proyectado a \$533,760,508 en 10 años indica que el proyecto generará un flujo de caja positivo significativo a lo largo del tiempo. Un VPN de \$52,272,063 en el primer año significa que el proyecto ya

está generando un valor adicional considerable sobre la inversión inicial desde el primer año. Un VPN proyectado de \$533,760,508 en 10 años muestra que el valor total generado por el proyecto es muy alto, sugiriendo rentabilidad tanto a corto como a largo plazo. En resumen, estos valores indican que el proyecto es financieramente sólido y promete generar un retorno sustancial sobre la inversión inicial, haciendo que sea una inversión atractiva.

Análisis de Sostenibilidad

Impacto Ambiental Potencial:

Uso de agua en la producción de aguacates: La producción de aguacates es intensiva en el uso de agua. Sin embargo, el uso de aguacate papelillo en lugar de otras variedades comerciales puede contribuir a una mayor eficiencia en la producción, al aprovechar un recurso local que de otro modo se desperdiciaría debido a la sobreproducción.

Emisiones asociadas al cultivo, transporte y procesamiento del aguacate: La producción y el transporte del aguacate generan emisiones de gases de efecto invernadero debido al uso de maquinaria agrícola y al transporte del fruto desde las áreas de cultivo hasta las plantas de procesamiento. Las emisiones también provienen del proceso de transformación del aguacate en margarina.

Desechos derivados del procesamiento del aguacate: Durante la fabricación de la margarina de aguacate, se generan desechos, como cáscaras y pulpas no utilizadas. Estos residuos pueden representar un desafío si no se gestionan adecuadamente, generando impactos ambientales negativos si se eliminan de manera inapropiada.

Consumo de energía para la fabricación, almacenamiento y distribución: La producción de margarina implica el uso de energía para la fabricación, almacenamiento en refrigeración y distribución del producto. Este consumo de energía puede contribuir a la huella de carbono del producto, especialmente si se utilizan fuentes no renovables.

Estrategias de Prevención o Mitigación:

Valoración de los residuos orgánicos para producir compost, biomasa o bioplásticos: Para minimizar el impacto ambiental derivado de los desechos del aguacate, se pueden implementar estrategias de valorización de residuos. La cáscara de aguacate y otros subproductos pueden ser utilizados para producir compost que puede ser utilizado en la agricultura, bioplásticos o biomasa para la generación de energía. Esto no solo reduce la cantidad de residuos, sino que también ofrece un valor agregado a los subproductos del proceso.

Incorporación de fuentes de energía renovable en la producción y almacenamiento: Para disminuir la huella de carbono del proceso de producción, es fundamental incorporar fuentes de energía renovable, como paneles solares o energía eólica, en las instalaciones de fabricación y almacenamiento de la margarina. Esto reduciría las emisiones de gases de efecto invernadero y haría que el proceso sea más sostenible a largo plazo.

Optimización de los procesos de transporte: Implementar rutas de transporte eficientes, así como el uso de vehículos con menores emisiones de carbono, puede contribuir a reducir las emisiones asociadas al transporte del aguacate y el producto final. Además, la utilización de transporte en grupo y la logística compartida con otros productos puede ayudar a reducir la huella de carbono.

Reducción del uso de agua en la producción: Si bien la producción de aguacate requiere grandes cantidades de agua, se puede implementar la recolección de agua de lluvia o el uso de tecnologías de riego eficiente que optimicen el uso del agua en las zonas de cultivo. Además, en las etapas de procesamiento, se pueden emplear sistemas que reciclen el agua utilizada, lo que contribuiría a la sostenibilidad del proyecto.

Educación y sensibilización sobre sostenibilidad: La implementación de programas educativos que informen a los consumidores sobre los beneficios de la margarina de aguacate papelillo y su impacto ambiental positivo puede generar un cambio de comportamiento hacia

opciones más sostenibles. Además, promover el consumo responsable y la reutilización de envases puede reducir el impacto ambiental del producto.

Impacto Social:

Beneficios para los agricultores: La utilización del aguacate papelillo en la fabricación de margarina representa una solución económica para los agricultores de las zonas cercanas a Armenia, quienes enfrentan pérdidas significativas debido a la sobreproducción. Este proyecto les ofrece un nuevo mercado para sus productos, contribuyendo a su estabilidad económica y reduciendo el desperdicio.

Generación de empleo: La producción de margarina de aguacate papelillo podría generar empleo en las comunidades locales, no solo en el proceso de cultivo, sino también en la manufactura, distribución y venta del producto. Esto tiene el potencial de mejorar las condiciones laborales y contribuir al desarrollo económico de la región.

Impacto Económico:

Reducción de costos de producción: El uso de aguacate papelillo como materia prima para la margarina puede reducir los costos asociados a la adquisición de aguacates comerciales, debido a la sobreabundancia de este tipo de aguacate y su bajo costo en comparación con otras variedades.

Competitividad en el mercado: El proyecto de margarina de aguacate presenta una alternativa innovadora en el mercado de margarinas saludables, lo que le otorga una ventaja competitiva frente a otras margarinas tradicionales. La sostenibilidad del proyecto y la utilización de un recurso local también lo posicionan favorablemente en un mercado cada vez más consciente de las prácticas sostenibles y responsables.

Diversificación económica: La creación de productos derivados del aguacate papelillo, como la margarina, contribuye a diversificar las fuentes de ingresos en las zonas rurales y puede

mejorar la resiliencia económica de las comunidades ante fluctuaciones en el precio de otros productos agrícolas.

Plan de implementación

Análisis de Costos y Competitividad

La margarina de aguacate se presenta en tres tamaños diferentes con los siguientes costos: 1000 g a \$78,900.00, 500 g a \$39,450.00 y 250 g a \$19,725.00. Al comparar estos precios con los del mercado colombiano, donde una margarina de buena calidad de 250 g cuesta entre \$15,000 y \$25,000, y una de 500 g entre \$30,000 y \$50,000, se puede concluir que los costos de la margarina de aguacate son competitivos.

Estrategia de Mercado

La estrategia de mercado se basa en la segmentación de los consumidores según el tamaño de la presentación. La presentación de 250 g es ideal para consumidores individuales y pequeños hogares, y se puede vender en supermercados, tiendas de barrio y tiendas de productos saludables. La presentación de 500 g es apta para familias medianas y grandes, recomendándose su venta en supermercados y tiendas de descuento. Por último, la presentación de 1000 g, aunque menos común en el mercado minorista, puede ser atractiva para consumidores que prefieren comprar en mayor volumen, así como para restaurantes y hoteles, y se puede vender en tiendas mayoristas y plataformas de comercio electrónico.

Canales de Distribución

Los canales de distribución incluyen supermercados y tiendas de descuento como Éxito, Carulla y Olímpica. También se considera la distribución en tiendas de barrio y tiendas especializadas en productos saludables. Además, se planea la venta a través de plataformas de comercio electrónico como Mercado Libre, Rappi y tiendas en línea propias. Finalmente, se contempla la distribución a través de mayoristas para llegar a restaurantes, hoteles y otros negocios del sector HORECA (Hoteles, Restaurantes y Cafeterías).

Promoción y Publicidad

se implementan diversas estrategias para maximizar el alcance y la efectividad de las campañas. **Las Campañas de Marketing Digital** juegan un papel crucial, utilizando redes sociales, Google Ads y campañas de email marketing para llegar a un público más amplio. Además, **las Promociones en Punto de Ventas** son esenciales, ofreciendo ofertas y descuentos en supermercados y tiendas de barrio para incentivar la compra. Por último, **las Colaboraciones con Influencers** se han convertido en una herramienta poderosa, asociándose con influencers de salud y bienestar para promover el producto en redes sociales.

Conclusiones

El desarrollo de una margarina a base de aguacate papelillo ha demostrado ser una alternativa saludable y sostenible a las margarinas tradicionales, aprovechando las propiedades beneficiosas del aguacate para la salud humana y ofreciendo un producto con valor agregado en el mercado.

La evaluación de las propiedades fisicoquímicas del aguacate papelillo confirmó su viabilidad en la elaboración de margarina, asegurando la calidad y estabilidad del producto final.

La formulación de una receta óptima para la margarina de aguacate papelillo permitió ajustar la proporción de ingredientes y parámetros de procesamiento, logrando una textura, sabor y estabilidad competitivos con las margarinas tradicionales.

La caracterización de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la margarina de aguacate papelillo, incluyendo su composición nutricional, textura, color, sabor y vida útil, demostró que cumple con los estándares de calidad requeridos en el mercado.

El desarrollo de un proceso eficiente y escalable para la margarina de aguacate papelillo garantizó que el producto pueda competir con las margarinas tradicionales en sabor y textura.

La comparación de las propiedades nutricionales y sensoriales de la margarina de aguacate papelillo con las margarinas tradicionales destacó sus beneficios como una alternativa saludable y sostenible en el mercado.

La evaluación técnico-económica del proceso de producción de margarina de aguacate papelillo, considerando los costos de materias primas y el potencial de mercado, determinó una rentabilidad y escalabilidad del producto con un porcentaje de TIR del 50.4%.

La margarina de aguacate ofrece costos competitivos en el mercado colombiano, destacándose en las presentaciones de 250 g y 500 g. Con una estrategia de mercado bien definida y una inversión adecuada en equipos y nómina, este producto tiene un alto potencial de éxito en el mercado colombiano.

Referencias

- R, K. C., M, Y. A., M, A. M., Olivero, R., V., & Ch, L. C. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 9(S1), 122-132. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.ns.2017.530>
- Vega, J. Y. (2012, 23 agosto). *El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe colombiano*. BANCO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. <https://repositorio.banrep.gov.co/items/b4d89372-574d-4a34-8f09-9ff6ea7f9464>
- Pulido, Y. G. M., & Hernández, E. (2019). *El Consumo de aguacate y sus beneficios para la salud: Una revisión general*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9147025>
- Saldarriaga, M. F., & Rengifo, A. H. (2018). *Potencialidades en la producción de aguacate Hass en el Departamento de Antioquia*. http://repository.eafit.edu.co/bitstream/10784/13317/2/MartinFernandez_Saldarriaga_Alejandro_HernandezRengifo_2018.pdf
- Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales Grupo Cultivos Permanentes y Hortofrutícolas. (2020). Cadena Productiva Aguacate. primer trimestre 2020 [Diapositivas]. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- (Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales Grupo Cultivos Permanentes y Hortofrutícolas, 2020)
- Madroñero, M. C. T., & González, J. T. (2023). El mercado del aguacate en Colombia. APUNTES DEL CENES, 42(75). <https://doi.org/10.19053/01203053.v42.n75.2023.15286>
- Palacios Peláez, Á. E., & Nieto Romero, M. A. (2017). Cultivo tecnológico de aguacate. Asohofrucol y SENA. <https://www.asohofrucol.com.co/img/pdflibros/17libro.pdf>

- Jiménez Bohórquez Nury Elena, Rodríguez Páez Yancy Juliana, Ospina Mesa Nicole Selena. (2023). *Caracterización del proceso de extracción de aceite de aguacate variedad Hass*. [Tesis doctoral o de maestría, Universidad ECCI]. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3540/Trabajo%20de%20grado.PDF?sequence=1&isAllowed=y>.
- Unilever North Latin America. (2022). *Conozcamos los beneficios del aguacate*. Recuperado de <https://www.unilever-northlatam.com/news/press-releases/2022/conozcamos-los-beneficios-del-aguacate/>
- Nestlé Family Club. (s.f.). *Margarina: características y propiedades*. Recuperado de [https://nestlefamilyclub.es/articulo/margarina-caracteristicas-y-propiedades#:~:text=La%20margarina%20tiene%20una%20consistencia,agua%20en%20grasa%20\(margarina\)\)](https://nestlefamilyclub.es/articulo/margarina-caracteristicas-y-propiedades#:~:text=La%20margarina%20tiene%20una%20consistencia,agua%20en%20grasa%20(margarina))).
- Aceites Albert. (n.d.). *Aceite de aguacate: Propiedades nutricionales y uso*. Recuperado de <https://www.aceitesalbert.com/salud-investigacion/172-aceite-de-aguacate-propiedades-nutricionales-y-uso/>
- Cañas García, P. A. (2008). *Elaboración de margarina a partir del aceite de aguacate* (Proyecto de grado, Universidad EAFIT). Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/4fb83843-ade9-4269-994d-4935cc96883f/content>
- Universidad de los Andes. (n.d.). *Elaboración de una margarina vegetal a partir de aceite de aguacate*. Repositorio Universidad de los Andes. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/a46df979-8a7f-4d34-b10f-4e05c15b7c0a/content>
- ICBF - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S. (s. f.). *Compilación jurídica del ICBF - Resolución 3929 de 2013 MSPS*. © ICBF -

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S.
https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/compilacion/docs/resolucion_minsaludps_39_29_2013.htm

Acerca del Codex | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO. (s. f.). <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/es/#c453333>

Admin. (2019, 26 abril). *Resolución 5109 de 2005* | Fedepanela. Fedepanela.
<https://fedepanela.org.co/gremio/descargas/resolucion-5109-de-2005/>

Alimentaria, A. S. (2024, 9 julio). ▷ *Resolución 2674 de 2013 - Ministerio de Salud y Protección. Manipulación de Alimentos.* <https://manipulaciondealimentos.pro/normas-para-la-industria-de-alimentos/resolucion-2674-de-2013/>

Ley 9 de 1979 - Gestor Normativo. (s. f.). Función Pública.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1177#:~:text=%2D%20Para%20la%20protecci%C3%B3n%20del%20Medio,b.>

ICBF - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S. (s. f.-a). *Compilación jurídica del ICBF - Resolución 719 de 2015 MSPS.* © ICBF - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S.
https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/compilacion/docs/resolucion_minsaludps_07_19_2015.htm

Udecataluña. (s. f.). *Los beneficios de la norma ISO 22000:2018 para la gestión de la calidad y la seguridad alimentaria y su compatibilidad con las BPM y el HACCP.*
<https://www.ucatalunya.edu.co/blog/los-beneficios-de-la-norma-iso-220002018-para-la-gestion-de-la-calidad-y-la-seguridad-alimentaria-y-su-compatibilidad-con-las-bpm-y-el-haccp>

Admin. (2019a, abril 26). *Resolución 333 de 2011* | Fedepanela. Fedepanela.
<https://fedepanela.org.co/gremio/descargas/resolucion-333-de-2011/>

Ley 99 de 1993 - Gestor Normativo. (s. f.). Función Pública.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>

A de Coco. (s.f.). *Aceite de coco virgen 420ml*. Recuperado de

<https://adecoco.co/products/aceite-de-coco-virgen-420ml>

Suquin. (s.f.). *Lecitina de soya*. Recuperado de

<https://www.suquin.com.co/en/tienda/Lecitina-de-Soya-p461882229>

Refisal BlancoX. (s.f.). *Sal Ligera en Sodio Salero 120g*. Recuperado de

<https://www.refisalblancox.com.co/tienda/refisal/reducidas-en-sodio>

ProColombia. (s.f.). *Corfrucol*. Recuperado de

<https://b2bmarketplace.procolombia.co/es/corfrucol-13652>

El Molino Verde. (s.f.). *Ácido cítrico*. Recuperado de

<https://www.elmolinoverde.com/productos/acido-citrico/>

Zarain, J. (2024, noviembre 30). *El precio de la mantequilla y la margarina aumenta 44% en Estados Unidos: Cuáles son las razones*. eDairyNews.

<https://es.edairynews.com/precio-mantequilla-margarina-aumenta/>