

ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA DE 1-MCP EN EL PROCESO DE CONSERVACIÓN DEL
AGUACATE HASS PARA SU EXPORTACIÓN A JAPÓN. UNA REVISIÓN SISTÉMICA
DE LITERATURA.

JULIETH CAROLINA GARZÓN ESTUPIÑÁN

Código. 430070004

VERÓNICA JULIETH GODOY CRUZ

Código. 430070004



UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN LOGÍSTICA

GIRARDOT, CUNDINAMARCA

2025-II

ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA DE 1-MCP EN EL PROCESO DE CONSERVACIÓN DEL
AGUACATE HASS PARA SU EXPORTACIÓN A JAPÓN. UNA REVISIÓN SISTÉMICA
DE LITERATURA.

JULIETH CAROLINA GARZÓN ESTUPIÑÁN

Código. 430070004

VERÓNICA JULIETH GODOY CRUZ

Código. 430070004

Trabajo de grado para optar al título de Administrador Logístico

ASESOR: LUIS FELIPE LOZADA VALENCIA



UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN LOGÍSTICA

GIRARDOT, CUNDINAMARCA

2025-II

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar agradeciéndole de todo corazón a Dios y a la Virgen María, quienes han sido mi guía todo este proceso, poniendo en mi camino a las personas indicadas y dándome los medios, la fuerza y la perseverancia necesarios para poder llegar hasta aquí, siempre acompañándome y brindándome esperanza en los momentos difíciles.

Agradezco a mis padres por ser mi apoyo constante, por su amor incondicional y por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba, por enseñarme con su ejemplo a ser responsable, dedicada y valiente; ustedes son todo en mi vida, mi inspiración y la razón por la que hoy puedo cumplir esta meta. A mi hermano, gracias por estar siempre presente, por sus consejos, su compañía y por alegrarse de mis avances como si fueran propios, porque cada logro compartido con ustedes tiene un valor único.

A mis profesores les agradezco por su paciencia, por todo lo que me enseñaron y por acompañarme durante este proceso, siempre dispuestos a orientar y compartir sus conocimientos de una forma cercana que hizo de este camino una etapa de mucho aprendizaje. A mis compañeros, gracias por los momentos compartidos, por sus ideas, su apoyo y por hacer que todo fuera más ameno y enriquecedor, porque con su compañía cada reto se sintió más ligero y cada paso más significativo.

A la Universidad Piloto de Colombia le agradezco por haberme acogido con tanto compromiso y por estar pendiente de mi proceso desde el inicio hasta el final, por brindarme su apoyo, por acompañarme en cada etapa y por ser parte importante de mi formación, tanto en lo académico como en lo personal.

Quiero agradecer a mi compañera de tesis Verónica Godoy Cruz, a quien conozco desde hace años y con quien la vida me dio la oportunidad de trabajar juntas de nuevo en este proyecto, por su apoyo, compromiso y entusiasmo que hicieron que cada dificultad se transformara en aprendizaje, que cada avance fuera más gratificante logrando juntas que este trabajo viera la luz.

Julieth Carolina Garzón Estupiñán

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme acompañado en cada etapa de este camino académico. Su fortaleza, guía y bendiciones fueron la base que me permitió superar las dificultades y mantener la fe en la culminación de este importante sueño de ser Profesional.

A mi familia, quienes con su apoyo económico y emocional se convirtieron en el motor que impulsó cada uno de mis pasos, gracias por confiar en mí, por brindarme la motivación necesaria para seguir adelante y por enseñarme que los sueños se cumplen con esfuerzo, disciplina y amor. Sin su respaldo incondicional, este logro no habría sido posible.

Deseo expresar también mi profundo agradecimiento a mis profesores, quienes con su compromiso y dedicación no solo nos compartieron conocimientos, sino que también nos ofrecieron la guía necesaria para enfrentar los retos académicos y profesionales, gracias por incentivarnos a amar la logística, por inspirarnos con su ejemplo y por sembrar en nosotros la pasión por crecer en esta disciplina.

De manera muy especial, extiendo mis agradecimientos a mi compañera Carolina Garzón, quien fue un pilar fundamental a lo largo de este proceso. Su perseverancia, entrega y compromiso hicieron de esta experiencia algo más llevadero y enriquecedor. Más allá de ser una colega de trabajo, se convirtió en un verdadero hombro derecho y en un apoyo invaluable en los momentos más exigentes de esta formación académica

A todas aquellas personas que, de una u otra forma, aportaron a este proceso con palabras de ánimo, gestos de solidaridad o acompañamiento constante, les expreso mi más sincera gratitud. Cada uno de ustedes forma parte de este logro que hoy celebro con orgullo.

Verónica Julieth Godoy Cruz

CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN	11
ANTECEDENTES	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. Descripción del problema.....	19
1.2. Formulación del problema	22
1.3. Preguntas específicas.....	23
2. OBJETIVOS	24
2.1. Objetivo general	24
2.2. Objetivos específicos.....	24
3. JUSTIFICACIÓN	25
CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA	34
1.1. Marco teórico	34
1.1.1. Fase de madurez y contenido de materia seca.....	34
1.1.2. Mecanismo de acción del 1-MCP sobre etileno y maduración	34
1.1.3. Condiciones de almacenamiento: temperatura, atmosfera y humedad relativa	34
1.1.4. Calidad sensorial y atributos fisicoquímicos.....	35
1.1.5. Tratamientos combinados y efectos sinérgicos	35
1.1.6. Vida de anaquel y tiempo hasta el punto “ready to eat”	35
1.1.7. Normativa y requisitos fitosanitarios para exportación a Japón	36
1.2. Marco conceptual	36
1.2.1. Aguacate Hass	36
1.2.2. Etileno y maduración de frutos climaterios.....	36
1.2.3. 1-Metilciclopropeno (1-MCP).....	37
1.2.4. Conservación poscosecha.....	37
1.2.5. Calidad de fruto	37
1.2.6. Shelf life (vida útil)	37
1.2.7. Cadena de Valor agroexportadora.....	38
1.2.8. Competitividad en exportaciones agrícolas.....	39

1.3. Estado del arte	39
1.4. Marco temporal	47
CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	49
2.1. Tipo de investigación	49
2.2. Proceso metodológico	49
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
3.1. FASE II: Definición del enfoque del tema de investigación	52
3.2. FASE II: Revisión y exploración bibliográfica inicial.....	55
3.2.1. Tendencias en publicaciones científicas en el foco	55
3.2.2. Principales actores a nivel mundial; centros de I+D, Universidades. (Scopus).....	56
3.2.3. Principales investigadores / Expertos. (Scopus)	57
3.2.4. Principales países donde se investiga.....	58
3.2.5. Publicaciones de mayor valor/impacto (más citadas por país) (Elaboración propia con datos de scopus-vosviewer y en excel)	59
3.2.6. Análisis de tecnología foco	61
3.3. FASE III: Prácticas más relevantes empleadas en la conservación poscosecha	70
3.4. FASE IV: Beneficios y limitaciones	73
3.5. FASE V: Impacto potencial del uso del 1-MCP aplicado en aguacate Hass en la competitividad de las exportaciones colombianas hacia Japón.	75
3.5.1. El 1-MCP y su influencia en la competitividad	75
3.5.2. Prospectiva y formulación estratégica para la exportación de Aguacate Hass para Japón.	76
3.5.3. Producto a importación	77
3.5.4. Importancia del proceso de importación del producto	79
3.5.5. Ficha técnica del aguacate Hass	81
3.5.6. Documentación requerida para la importación	82
3.5.7. Proceso productivo del Aguacate Hass	83
3.5.8. Empaque de Harina de Trigo para el proceso de Importación	84
3.5.9. Etiquetado y Rotulado de Harina de Trigo para el proceso de Importación	85
3.5.10. Aplicación de Aguacate Hass para la importación basada en cálculo propio	87
3.5.11. Aplicación de Aguacate Hass para la exportadora basada en Searates.....	88
3.5.12. Análisis comparativo entre el cálculo propio y la simulación en SeaRates	90
3.5.13. Ruta internacional	91
3.5.14. Simulador de costos	94

3.5.15. Análisis del simulador de costos	95
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
4.1. Conclusiones	97
4.2. Recomendaciones.....	98
BIBLIOGRAFÍA	99

RESUMEN

El aguacate Hass colombiano ha logrado ganarse un lugar importante en los mercados internacionales, pero su éxito depende de que la fruta llegue en buen estado durante largos viajes, sobre todo hacia países exigentes como Japón donde la frescura, el color y la firmeza son muy importantes. Este proyecto analiza la tecnología del 1-metilciclopropeno (1-MCP) como herramienta para controlar la maduración y mantener el aguacate en buen estado a partir de una revisión de diferentes estudios que muestran cómo se aplica y los resultados ofrece en la conservación de la fruta. La investigación demuestra que el 1-MCP ayuda a que los aguacates mantengan sus propiedades, reduciendo el deterioro y facilitando la llegada en condiciones óptimas a mercados lejanos, aunque su efectividad depende del momento en que se aplica y del estado de los frutos al momento de la cosecha. Se concluye que esta tecnología es un apoyo muy valioso para productores y exportadores, porque mejora la competitividad del aguacate colombiano asegurando que la fruta cumpla con los estándares de calidad exigidos, aportando de manera significativa a la industria y a la economía del país, además su aplicación ha demostrado beneficiar la conservación de otras frutas, ampliando su utilidad en el sector agrícola.

Palabras Clave: 1-MCP, aguacate Hass, conservación, exportación, calidad, mercados internacionales.

ABSTRACT

Colombian Hass avocados have earned an important place in international markets, but their success depends on the fruit arriving in good condition after long journeys, especially to demanding countries such as Japan, where freshness, color, and firmness are very important. This project analyzes 1-methylcyclopropene (1-MCP) technology as a tool for controlling ripening and keeping avocados in good condition, based on a review of different studies that show how it is applied and the results it offers in fruit preservation. The research shows that 1-MCP helps avocados maintain their properties, reducing deterioration and facilitating their arrival in optimal condition to distant markets, although its effectiveness depends on when it is applied and the condition of the fruit at the time of harvest. It is concluded that this technology is a valuable support for producers and exporters because it improves the competitiveness of Colombian avocados by ensuring that the fruit meets the required quality standards, contributing significantly to the industry and the country's economy. In addition, its application has been shown to benefit the preservation of other fruits, expanding its usefulness in the agricultural sector. Translated with DeepL.com (free version)

Keywords: 1-MCP, Hass avocado, preservation, export, quality, international markets.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la alimentación consciente y saludable ha cobrado gran relevancia a nivel mundial, impulsando áreas clave como la que se conoce como: productos frescos y “super alimentos”; entre ellos, un producto estrella el cual es el aguacate Hass destacado por su valor nutricional y creciente fama a nivel global. Esta tendencia hacia el bienestar ha aumentado la preferencia por alimentos naturales, antioxidantes, rico en grasas saludables y nutrientes esenciales, lo que reduce el consumo de alternativas procesadas con el menor aporte nutricional factible.

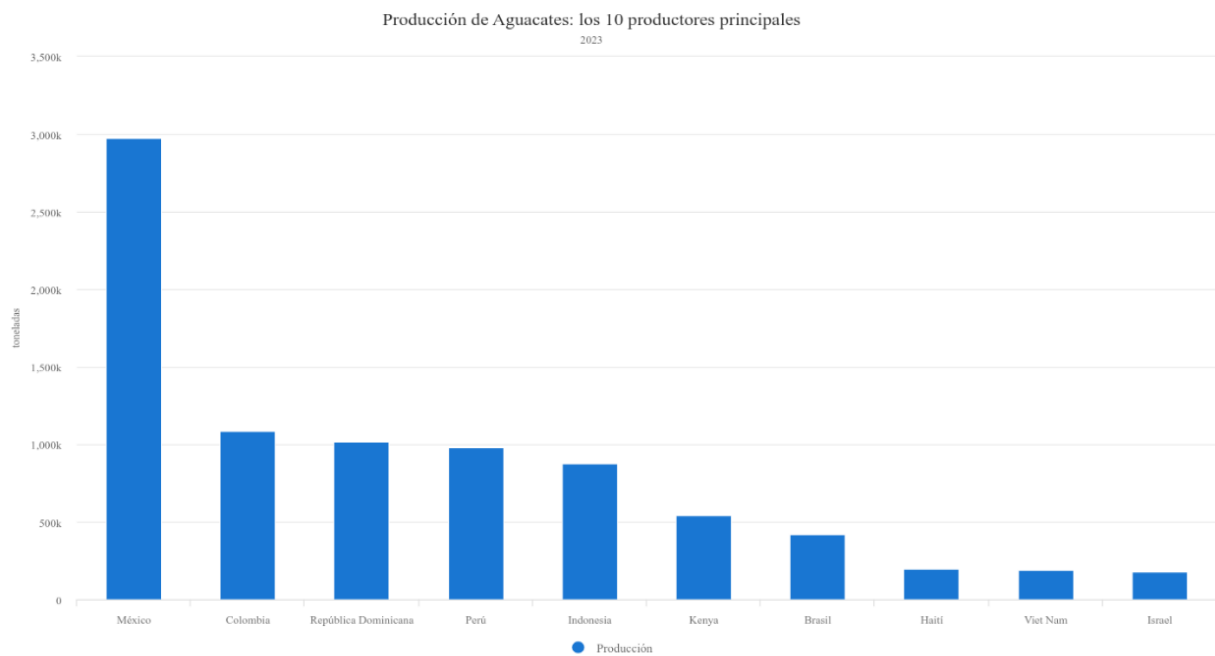
Teniendo en cuenta, la tecnología del 1-metilciclopropeno (1-MCP) se representa como una herramienta asociada de gran utilidad para el proceso de la conservación del aguacate Hass, ya que ayuda a demorar la maduración y alarga su vida útil sin impactar la calidad de este producto. Por estas razones, Japón una de las mayores potencias económicas mundiales, es un mercado importante para Colombia, aunque ambos países en el ámbito del comercio internacional presentan limitaciones en sus exportaciones por varios factores logísticos complejos principalmente asociados por la distancia y los estrictos requerimientos fitosanitarios, y a su vez, el estudio del uso del 1-MCP es fundamental para asegurar que el aguacate Hass llegue en perfecto estado y en calidad durante la cadena de suministro hasta lo que se conoce como consumidor final.

Puesto que, esta investigación tiene como propósito analizar la factibilidad, ventajas y posibles desventajas del 1-MCP en la conservación del aguacate Hass, con el fin de aportar elementos tanto técnicos como prácticos que mejoren y fortalezcan la competitividad en las exportaciones al mercado japonés y su posicionamiento sostenible en el ámbito internacional.

ANTECEDENTES

Cada vez resulta más evidente cómo el aguacate ha dejado de ser un fruto típico de ciertas regiones para convertirse en un verdadero emblema de la agricultura moderna, pues su consumo continúa creciendo y su presencia en los mercados internacionales se fortalece con el paso de los años, lo que ha impulsado tanto la economía de los países productores como el interés por mejorar sus métodos de cultivo y conservación, motivo por el cual, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2024), la producción mundial alcanzó en 2023 un total de 10,466,560 toneladas métricas, cifra que representa un incremento del 9,7 % en comparación con el año anterior.

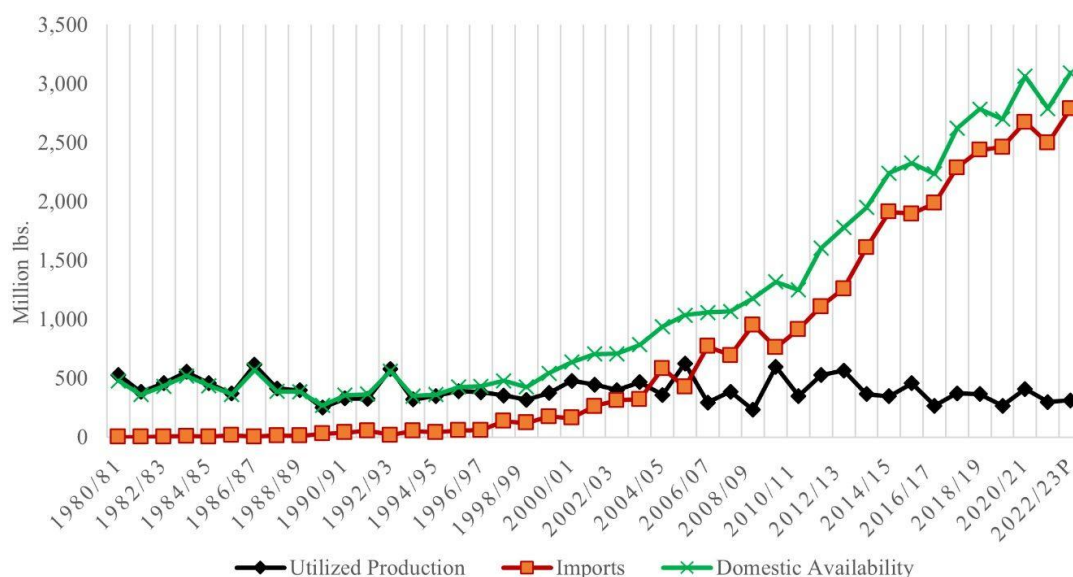
Ilustración 1. Principales productores de Aguacate en 2023



Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , 2023)

México lidera la producción mundial de aguacate con casi 3 millones de toneladas, seguido por Colombia que se posiciona como el segundo mayor productor con más de un millón de toneladas, República Dominicana, Perú e Indonesia, presentan cifras similares, evidenciando una fuerte competencia regional, por otro lado, Kenia, Brasil, Haití, Vietnam e Israel completan el ranking con menores volúmenes, pero con participación importante en mercados específicos, lo que en conjunto refleja una clara dominancia de América Latina en la producción mundial de aguacate, tanto por la magnitud de sus volúmenes como por la calidad de sus cultivos.

Ilustración 2. Tendencias de producción, importaciones y consumo de aguacate en EE. UU



Fuente: (Hammami, Huang, & Zhengfei, 2024)

Desde la década de 1980 hasta comienzos de los años 2000, la producción nacional de aguacate en Estados Unidos se mantuvo prácticamente estable, mientras las importaciones eran aún muy bajas, sin embargo a partir de ese periodo comenzó un crecimiento acelerado en la entrada de aguacates extranjeros que terminó superando la producción interna y posicionándose como la principal fuente de abastecimiento del país, lo que impulsó también un notable aumento en la disponibilidad del producto a nivel doméstico, reflejando así una clara dependencia de las importaciones para poder responder a la creciente demanda del mercado estadounidense.

En la Unión Europea el consumo de aguacate alcanzó las 850.000 toneladas en 2023, lo que representó un crecimiento del 9 % respecto al año anterior, con un consumo per cápita de 1,65 kg, aunque los resultados no fueron homogéneos en todos los países, pues mientras en los países nórdicos y en Francia el aumento fue moderado y en el Reino Unido prácticamente no hubo crecimiento, Alemania registró un incremento notable del 20 %, Italia mantuvo un ritmo ascendente constante y naciones como Polonia y Rumania mostraron un comportamiento especialmente dinámico debido a su preferencia por opciones más económicas, reflejando en conjunto que el mercado europeo aún presenta contrastes marcados influenciados por factores locales como los precios y las costumbres de consumo. (Market News Service, 2024)

El mercado mundial del aguacate Hass se encuentra en una etapa de crecimiento sostenido que lo proyecta de USD 20,22 mil millones en 2025 a USD 26,17 mil millones en 2030, reflejando

el incremento constante del consumo y también los esfuerzos de los países productores por fortalecer su infraestructura y optimizar sus procesos agrícolas, lo cual ha permitido que esta fruta gane protagonismo en el comercio internacional, mientras México continúa consolidándose como líder absoluto con una producción de 2,65 millones de toneladas métricas en 2023, lo que representó un aumento del 4% frente al año anterior y un crecimiento en su superficie cultivada que alcanzó las 257.571 hectáreas, reafirmando su posición como el principal referente mundial en esta industria. (Mordor Intelligence, 2019)

Este producto también ha adquirido una importancia estratégica para Perú, país que hoy cuenta con cerca de 32.000 hectáreas dedicadas al cultivo de esta variedad, lo que le ha permitido posicionarse como el tercer exportador mundial, impulsando significativamente su economía y fortaleciendo su presencia en los mercados internacionales, especialmente en España, donde en 2023 sus exportaciones alcanzaron un valor aproximado de 190 millones de dólares, lo que refleja el éxito y la aceptación que ha tenido este fruto en el comercio exterior. (Fresh Plaza, 2024)

República Dominicana también forma parte del grupo de países que han fortalecido su producción de aguacate Hass, posicionándose en el cuarto lugar dentro de América Latina y en el quinto a nivel mundial con una producción anual que alcanza aproximadamente 634.000 toneladas, lo que refleja el peso que este cultivo tiene en su sector agrícola. Durante el primer trimestre de 2023, la producción total de aguacate en el país se acercó a los 5.8 millones de toneladas, una cifra que demuestra el notable crecimiento y la relevancia económica que este fruto ha adquirido en los últimos años dentro de la agricultura dominicana. (Flores, 2023)

Este producto no solo destaca por ser el más cultivado, sino también por ser uno de los más apetecidos en los mercados internacionales, pues Estados Unidos se posiciona como su principal importador al obtener la mayor parte de su aguacate desde Latinoamérica, mientras que otros destinos importantes que también demandan grandes volúmenes son Países Bajos, Francia, Reino Unido, España, Canadá y Japón, lo que refleja la alta aceptación y expansión global que ha alcanzado este fruto.

Colombia se posiciona como uno de los principales productores de aguacate en América Latina, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021), el país cuenta con cerca de 19.200 agricultores dedicados a este cultivo, distribuidos en aproximadamente 51.702 unidades productivas. Los departamentos de Antioquia, Caldas y Tolima concentran el 51% del total del

área sembrada en todo el país, siendo Antioquia el departamento líder con el 23% de la producción nacional.

El cultivo de aguacate en Colombia se ha convertido en una fuente importante para la economía del país gracias al crecimiento constante de sus exportaciones, sobre todo de la variedad Hass, que ha abierto nuevas oportunidades en mercados estrictos como Estados Unidos y Japón, lo que ha impulsado la producción nacional y ha generado un impacto positivo en las zonas rurales al crear empleo y mejorar las condiciones de vida de muchas familias del campo, por otro lado la dependencia de una sola variedad también ha generado una caída en los precios de otros tipos de aguacate, motivo por el cual se hace necesario fortalecer estrategias que promuevan la diversificación y garanticen la sostenibilidad del sector. (Torres & Trochez, 2023)

En el año 2024, durante la semana 50, Colombia alcanzó su punto más alto de exportaciones de aguacate con un total de 214 contenedores, lo que representó un crecimiento del 9% frente a la semana anterior, mientras que cerca del 80% de estos envíos se dirigió al mercado europeo, donde la demanda mostró un comportamiento favorable, en cambio las ventas hacia Estados Unidos disminuyeron en un 55%, debido a que México continúa siendo el principal proveedor y mantiene una posición dominante en ese mercado, pero aún con esta caída, el buen desempeño en Europa permitió equilibrar los resultados y evidenció que Colombia marca su presencia en los destinos donde cuenta con mayores posibilidades de competir de manera sostenible. (La Voz del Campo, 2024)

Colombia ha venido aumentando de forma constante la producción de aguacate, lo que demuestra el impulso que ha tomado este cultivo en los últimos años, pues según datos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 2024 se alcanzaron 32.132 hectáreas sembradas, de las cuales 12.208 corresponden a Antioquia, 6.956 a Caldas y 4.966 al Valle del Cauca, reflejando cómo diferentes regiones del país han apostado por este producto. Durante los primeros nueve meses de ese mismo año las exportaciones crecieron 15,77%, alcanzando 102.376 toneladas y generando ingresos por 218,6 millones de dólares, lo que representó un aumento del 42% frente a 2023, en el mercado asiático Japón se posicionó como el principal comprador. (García T. , 2024)

El Valle del Cauca en el 2024 logró triplicar el valor de sus exportaciones, pasando de 17 millones a más de 50 millones de dólares, teniendo a China como su principal destino, mientras que Risaralda también mostró un importante aumento del 37,9%, alcanzando los 88,6 millones de dólares, impulsado en parte por la producción proveniente de Caldas, lo que refleja un panorama

de consolidación del sector gracias a la maduración de los cultivos, las condiciones climáticas favorables y la implementación de mejores prácticas agrícolas que han fortalecido el desempeño exportador de la región. (ANALDEX, 2025)

Este producto ha impulsado la economía agrícola colombiana con un aumento favorable en sus exportaciones lo cual permite abrir nuevos mercados que generan alrededor de 240.000 empleos rurales y beneficiando a 650 campesinos dejando atrás los cultivos ilegales para dedicarse al Hass y el limón Tahití. (Bermúdez, 2024)

Antioquia se ha convertido en la zona más importante para la producción de aguacate en Colombia, sobre todo el suroeste antioqueño, donde municipios como Urrao, Jericó y Támesis tienen la mayor parte de los cultivos, lo que ha impulsado la economía local, ha generado empleo y ha motivado a muchos pequeños productores a unirse para fortalecer su trabajo y mejorar sus condiciones de vida. (Cadavid, 2023)

En este municipio la producción de aguacate abarca una amplia gama de tipos que reflejan la diversidad genética y la tradición agrícola del territorio, motivo por el cual los agricultores continúan cultivando variedades tradicionales como Reed, Choquette, Colinred, Papelillo, Fuerte y Ettinger pertenecientes a las subespecies mexicana, guatemalteca y antillana, lo que evidencia la capacidad de la región sostener prácticas agrícolas con identidad local, mientras que en 2022 Colombia alcanzó una producción cercana a las 970.000 toneladas de aguacate en todas sus variedades y Antioquia aportó el 22,81% del total nacional, porcentaje que confirma su relevancia dentro de la oferta productiva del país tanto por el volumen como por la diversidad de cultivares. (Guerrero, 2023)

El desarrollo del 1-Metilciclopropeno representó uno de los mayores avances en la conservación poscosecha, pues nació del trabajo de Edward Sisler y Sylvia Blankenship en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, quienes a mediados de los noventa buscaban un compuesto capaz de frenar los efectos del etileno, ese gas que acelera la maduración y el deterioro de los productos agrícolas, lo que impulsó la creación de una molécula innovadora que más tarde cambiaría por completo la forma de conservar los alimentos frescos.

De aquel estudio surgió el 1-MCP, una sustancia que pronto demostró su eficacia al prolongar la vida útil de frutas, hortalizas y flores cortadas, lo que marcó el inicio de una nueva etapa en la poscosecha y abrió las puertas a una tecnología que transformó la forma de mantener

la frescura de los productos agrícolas durante más tiempo. En 1996 se registró la patente y se fundó la empresa AgroFresh con el propósito de desarrollar y comercializar la tecnología bajo el nombre SmartFresh™, la cual obtuvo la aprobación de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos en 2002, permitiendo su uso comercial en ese país y más adelante en más de setenta naciones, lo que impulsó su expansión a nivel global y consolidó su valor dentro de la industria hortofrutícola. (National Inventors Hall of Fame, 2022)

Tabla 1. Ficha técnica de la patente: Método para contrarrestar la respuesta al etileno en las plantas

DATOS CLAVE DE LA INVENCION	
Número de patente	US 5,518,988 A
Título	Method of Counteracting an Ethylene Response in Plants
Fecha de publicación	21 de mayo de 1996
Fecha de solicitud	3 de junio de 1994
Inventores	Edward C. Sisler, Sylvia M. Blankenship
Titular (Assignee)	North Carolina State University
Número de solicitud	US 253,951
Clasificación internacional (IPC)	A01N 3/02; A01N 27/00; A01N 29/04; A01N 33/04
Campo técnico	Regulación del crecimiento vegetal y control de respuestas al etileno
Resumen técnico	Método para inhibir las respuestas al etileno en plantas mediante la aplicación de ciclopropeno, 1-metilciclopropeno, 1,1,1-propelano o sus derivados, en forma gaseosa, líquida o sólida. Estos compuestos bloquean los receptores del etileno, previniendo la maduración, senescencia y abscisión.
Compuestos principales	Ciclopropeno, 1-metilciclopropeno (1-MCP), 1,1,1-propelano y sus derivados
Modo de aplicación	Gas, solución líquida o formulación sólida; puede aplicarse por contacto, rociado o exposición controlada
Principio de acción	Inhibición del etileno mediante bloqueo irreversible de sus receptores en los tejidos vegetales

Efectos observados	Retardo de la maduración y senescencia, prolongación de la vida poscosecha, reducción de abscisión, conservación de frescura y apariencia
Ejemplos de aplicación	Claveles, rosas, lirios, tomates, bananas, manzanas, peras, aguacates, café, algodón
Beneficios	Mayor vida útil de frutas, flores y vegetales; mejora en la conservación y exportación de productos agrícolas
Organismo financiador	U.S. Department of Agriculture (Grant No. 91-37304-65)
Derechos del gobierno	El gobierno de EE. UU. posee ciertos derechos sobre la invención
Número de reivindicaciones	44

Fuente: (Sisler & Blankenship, 1996)

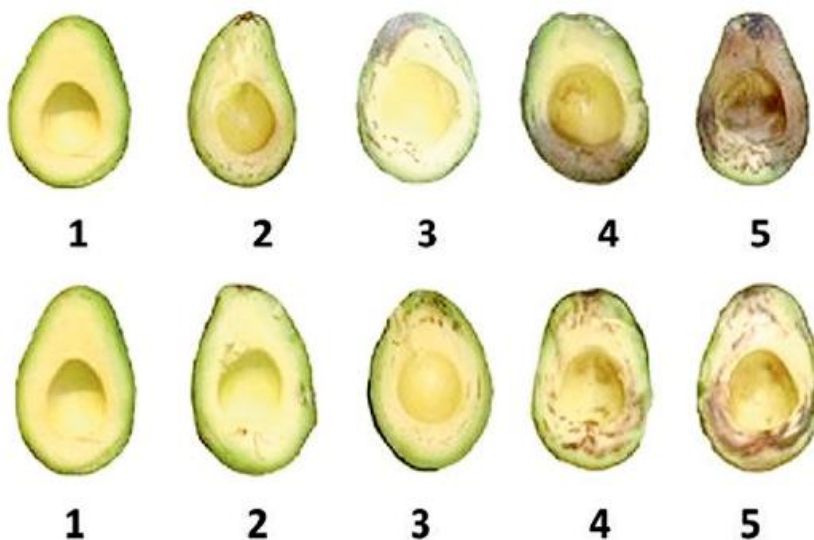
Se demostró una alta efectividad en diferentes especies vegetales, dado que en flores como los claveles logró evitar su envejecimiento incluso tras la exposición al etileno, mientras que en frutas como el banano y el tomate retrasó la maduración y conservó el color verde por más tiempo, evidenciando que concentraciones mínimas eran suficientes para generar efectos duraderos gracias a su acción estable e irreversible, también la patente resalta la amplitud de su aplicación en una gran variedad de productos agrícolas, desde frutas como manzanas, mangos o aguacates hasta hortalizas como la lechuga y la cebolla e incluso en flores ornamentales y cultivos industriales como el café o la vid, demostrando su versatilidad y el impacto que esta tecnología ha tenido en la conservación vegetal. (Balaguera, Salamanca, García, & Herrera, 2014)

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la categoría de productos frescos con mayor crecimiento en mercados de exportación se encuentra el aguacate Hass, gracias a su sabor, textura cremosa, perfil nutricional y capacidad de posicionarse como producto premium (Barbosa, Aguacate Hass rompe récords y consolida su trono en las exportaciones agrícolas, 2025), sin embargo el principal obstáculo que enfrenta este fruto es su alta tasa de maduración después de la cosecha, pues al tratarse de una fruta climatérica su metabolismo no se detiene al separarse del árbol sino que por el contrario incrementa su respiración y producción de etileno, lo que desencadena un proceso acelerado de ablandamiento y pérdida de calidad (Rosas, y otros, 2020), provocando un desafío constante para toda la cadena de exportación.

Ilustración 3. Etapas de madurez y deterioro poscosecha del aguacate



Fuente: (Redagrícola, 2021)

La rápida maduración implica que a diferencia de otros productos agrícolas con mayor resistencia, el aguacate requiere manejo poscosecha extremadamente cuidadoso, en el que cualquier error en la temperatura (Osuna, Gónzales, Guzmán, & Bravo, 2017), en la manipulación

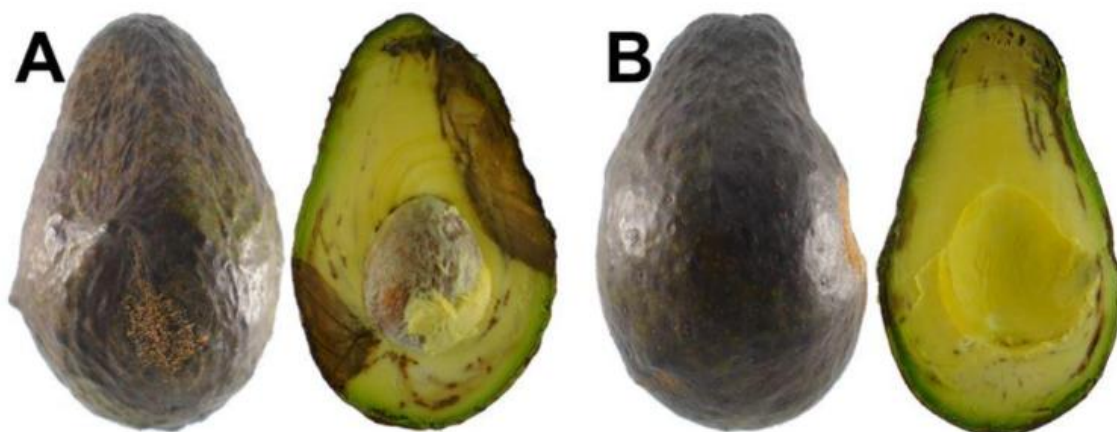
o en los tiempos de transporte se traduce en pérdidas económicas significativas y en rechazo del producto en destino.

En mercados de proximidad la problemática puede controlarse con facilidad, ya que los tiempos de tránsito son cortos y la fruta logra llegar en condiciones aceptables para ser distribuida y consumida, pero cuando se piensa enviar el aguacate Hass a destinos como Japón, la situación se complica debido a que el trayecto marítimo puede durar varias semanas, lo que multiplica el riesgo de que la fruta llegue demasiado madura, blanda o con daños internos que afectan su apariencia y sabor (Hernández, y otros, 2022).

El consumidor japonés es exigente en términos de calidad visual y sensorial, pues espera recibir un producto con piel intacta, sin manchas y sin arrugas, con firmeza suficiente para manipularlo, pero al mismo tiempo con la capacidad de alcanzar la madurez uniforme en el hogar o los puntos de venta. A esta exigencia se suma que Japón mantiene controles muy estrictos para el ingreso de frutas y vegetales, ya que todos deben pasar por procedimientos de cuarentena establecidos en la Ley de protección de Plantas, por eso los aguacates deben cumplir con los requisitos sanitarios que garanticen que no transportan plagas o enfermedades que puedan afectar su agricultura, convirtiendo la exportación en un proceso más riguroso. (Shin & Almeida, 2012)

Esto coloca a los exportadores frente a un dilema complejo debido a que si cosechan demasiado temprano para que la fruta soporte el viaje, existe el riesgo de que no desarrolle las características de sabor y textura que identifican al aguacate Hass, mientras que si se cosecha en un estado más avanzado, aumenta la posibilidad de que llegue blando o en mal estado al destino, lo que vuelve un desafío constante atender los requisitos de ese mercado.

Ilustración 4. Frutos con síntomas de antracnosis y pudrición peduncular ocasionado por *Colletotrichum* spp. y *Lasiodiplodia theobromae*



Fuente: (Herrera, Bautista, Salazar, & Gutiérrez, 2020)

La rápida maduración del aguacate también acarrea otros efectos que van más allá de lo sensorial, la pérdida de firmeza facilita la aparición de daños mecánicos durante el transporte aumenta la susceptibilidad a enfermedades postcosecha como la antracnosis o la pudrición peduncular que genera pérdidas de peso por deshidratación, reduciendo no solo la vida útil sino también el valor comercial del fruto. (Montoya, 2021)

De esta manera los exportadores deben enfrentarse constantemente a la incertidumbre de cuánto tiempo se conservará realmente el aguacate en condiciones aceptables y si el lote enviado resistirá el tránsito hasta el destino final (Dean, 2011), lo cual no solo impacta en términos de rentabilidad, sino también en la reputación del país productor frente a mercados tan estrictos como el japonés, que pueden afectar proveedores si perciben inconsistencias en la calidad (Maya, 2017). Esto explica qué pese al potencial que existe para aumentar las exportaciones hacia Asia, varios productores y comercializadores siguen siendo cautelosos, no se trata solo de producir más fruta, sino de asegurar que llegue en las condiciones de calidad que el comprador internacional espera.

A esto se suma la dificultad logística de movilizar una fruta tan delicada a distancias tan largas, dado que el aguacate atraviesa un recorrido complejo que empieza desde la selección en la finca, sigue con el traslado a las plantas de empaque, la clasificación, el embalaje, el enfriamiento, el transporte al puerto, el almacenamiento en contenedores refrigerados, el tránsito marítimo,

inspecciones aduaneras, ingreso al país de destino, distribución y por último, la llegada a su destino final. (Nisperuza, 2024)

En cada una de estas fases la fruta está expuesta a riesgos que pueden acelerar su deterioro, ya sea de golpes por mala manipulación, fallas en la cadena de frío o retrasos en los tiempos programados (Asociación Nacional de Comercio Exterior, 2024), generando que aunque el lote salga en buenas condiciones, al final del recorrido pueda perder gran parte de su valor, la dificultad está en la rápida madurez de este fruto que deja poco margen para corregir errores, de modo que cualquier contratiempo termina siendo una amenaza directa a la rentabilidad del negocio.

Si bien existen estrategias de manejo postcosecha como la refrigeración, el uso de empaques especiales o el control de la humedad, la experiencia ha demostrado que estos recursos no son suficientes para contrarrestar completamente la rápida evolución fisiología del fruto (Escobar, 2018). Esta limitación abre la necesidad de explotar tecnologías adicionales que complementen las medidas ya existentes y permitan ganar tiempo en la cadena exportadora, de manera que la fruta llegue a Japón con firmeza, buena apariencia y potencial de maduración.

En este punto surge interés por alternativas como el 1-MCP, que no resuelve de raíz el problema pero si es una herramienta crucial para enfrentarlo, actúa sobre la acción del etileno y ayuda a retrasar la maduración (Calderón, 2024), de esta manera las tecnologías de conservación se convierten en una alternativa real para superar esas barreras y abrir más espacio en Asia con mayor tranquilidad.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el alcance actual de la tecnología 1-MCP en la conservación del aguacate Hass destinado a la exportación al mercado japonés?

1.3. Preguntas específicas

¿Cuánto se está investigando sobre la aplicación del 1-MCP en el proceso de conservación poscosecha del aguacate Hass?

¿Cómo podría el uso del 1-MCP influir en la vida útil y calidad del aguacate Hass durante su exportación a Japón?

¿Qué tendencias se identifican a través de la vigilancia tecnológica sobre la aplicación del 1-MCP en el aguacate Hass, para la viabilidad de su exportación al mercado japonés?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar el alcance actual de la tecnología 1-MCP en la conservación poscosecha del aguacate Hass destinado a la exportación al mercado japonés, a partir de una revisión de literatura.

2.2. Objetivos específicos

Caracterizar las principales prácticas en el proceso de conservación poscosecha aplicadas en el aguacate Hass para mercados internacionales.

Determinar los beneficios y limitaciones del 1-MCP frente a otras tecnologías en el proceso de conservación utilizadas en la cadena de exportación.

Destacar el impacto potencial del uso del 1-MCP aplicado en el aguacate Hass en la competitividad de las exportaciones colombianas de aguacate Hass hacia Japón.

3. JUSTIFICACIÓN

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un compuesto que ha ganado gran relevancia porque ayuda a prolongar la vida de las frutas y hortalizas al retrasar sus procesos de maduración, lo que ha hecho que se use en muchos países y en diferentes cultivos, pero donde más se aplica es en las manzanas ya que les permite mantenerse frescas, crujientes y con buen sabor después de salir del almacenamiento, mientras que en otras frutas como el aguacate, el plátano o el tomate lo que se busca no es detener su maduración sino hacer que ocurra de manera más lenta y controlada para que lleguen al consumidor con la textura, el color y el sabor esperados. (Thomas, Murray, & Murphy, 2017)

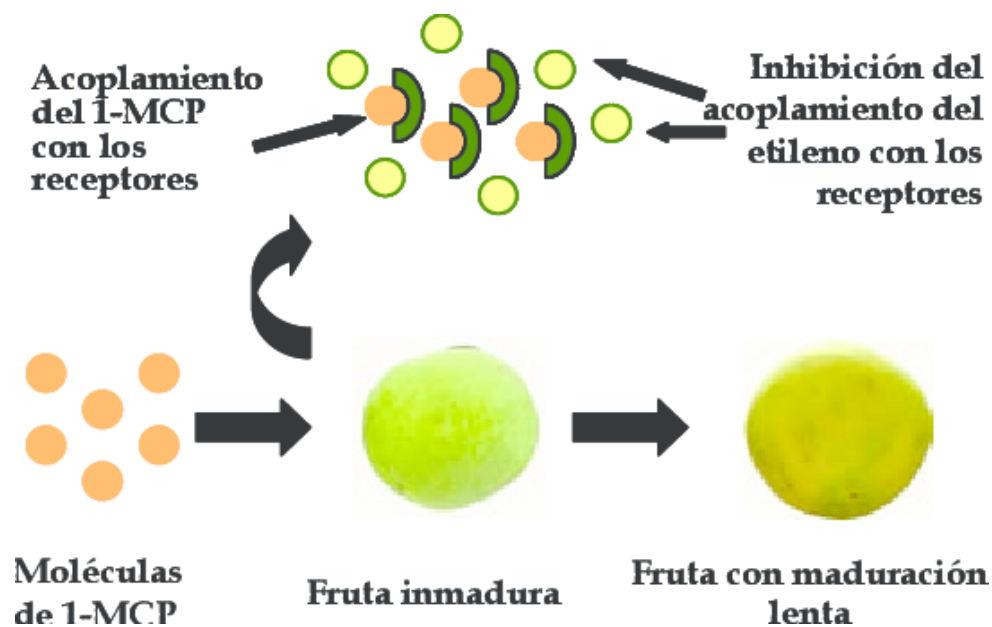
Tabla 2. Efecto del 1-MCP sobre el metabolismo del fruto y la calidad organoléptica

EFFECTOS DEL 1-MCP SOBRE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y METABOLISMO DEL FRUTO		
FRUTO	EL 1-MCP REDUCE O RETARASA:	NO AFECTA EL 1-MCP
Manzana Albaricoque Ciruela Tomate	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez, cambios de color y producción de aromas. Así mismo retrasa las pérdidas de peso en albaricoque, ciruela y tomate.	Contenido en sólidos solubles y acidez titulable en diferentes variedades.
Plátano Mango	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez en plátano, cambios de color y producción de aromas.	Sólidos solubles en ambos frutos y acidez titulable en mango.
Melocotón Nectarina	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez.	Respiración en algunas variedades de Nectarina. Pérdida de acidez en variedades de melocotón poco ácidas.
Pera Kiwi Aguacate	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, cambios de color.	Contenido en sólidos solubles y acidez titulable en pera y kiwi.
Caqui Fresa	Producción de etileno, ablandamiento, cambios de color. Sólidos solubles en fresas.	Podredumbres y respiración en ambos frutos. Sólidos solubles en caqui.
HORTALIZAS	EL 1-MCP REDUCE O RETARASA:	
Pimiento	Ablandamiento, cambios de color.	
Brócoli	Respiración, ataque fúngico pérdida de ácido ascórbico.	

Fuente: (Guillén, 2009)

Aun así, el efecto del 1-MCP no es igual en todas las frutas, como se observa en la tabla, ya que en algunos casos su impacto es evidente y contribuye de manera significativa a conservar la calidad, mientras que en otros resulta más limitado y no alcanza a frenar ciertos problemas, de modo que este producto se comprende mejor como un apoyo dentro del manejo poscosecha y no como una solución definitiva que funcione por igual en todos los cultivos.

Ilustración 5. Esquema del acoplamiento del 1-MCP a los receptores celulares e inhibición del etileno



Fuente: (Fernández, Hernández, & Barrera, 2007)

Este compuesto es ampliamente utilizado en las etapas posteriores a la cosecha por que bloquea la acción del etileno, razón por la cual se ha convertido en una alternativa muy valorada frente a otros métodos, pues además de ser efectivo resulta seguro para las personas y amigable con el medio ambiente, lo que refuerza su atractivo en la conservación de productos frescos y su mecanismo principal consiste en unirse a los receptores de etileno e impedir que este active los procesos de maduración y envejecimiento, aunque investigaciones recientes han demostrado que sus beneficios van más allá, ya que también contribuye a reducir la descomposición, mantener la firmeza e incluso influir en el aroma de las frutas, lo que hace que este compuesto sea aún más

importante dentro de la cadena de valor agrícola, ya que ayuda a mantener la experiencia sensorial que hace atractivos a los productos frescos. (Riverón, 2025)

En los últimos años el aguacate se ha vuelto cada vez más apetecido en diferentes partes del mundo, sobre todo en países como Estados Unidos, Canadá, varias naciones de Europa y también en regiones de Asia donde antes no era tan común, ahora hace parte de la dieta diaria de muchas personas, lo que ha llevado a que el consumo crezca de manera constante y se vea como un producto con gran proyección en el comercio internacional, pues son muchos los mercados que intentan asegurarse de contar con grandes cantidades para atender esa demanda que no deja de aumentar, aunque la producción mundial no ha logrado crecer al mismo ritmo, razón por la cual se genera un desbalance que abre puertas interesantes para los países productores, al mismo tiempo que los reta a mantener la calidad y a responder con suficiente fruta para no quedarse atrás frente a la oportunidad. (Parra & Serrano, 2017)

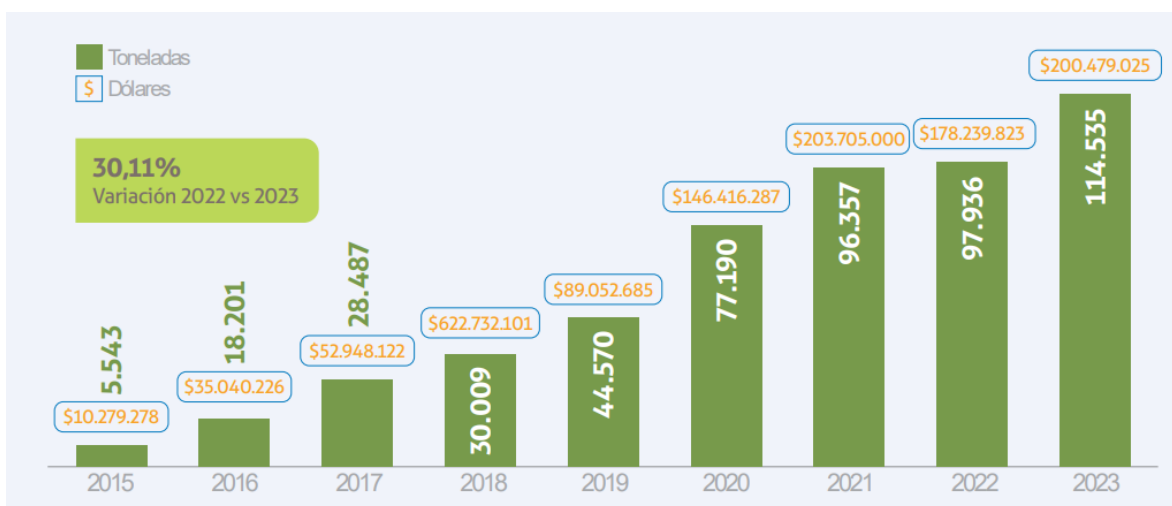
Ilustración 6. El auge de las exportaciones de aguacate Hass colombiano



Fuente: (Valora Analitik, 2025)

En pocos años el aguacate Hass pasó de ser casi desconocido en Colombia a convertirse en uno de los productos que más se exportan, hoy ocupa el quinto lugar en importancia y muestra lo rápido que logró ganar espacio en un mercado muy competitivo, lo cual se refleja en el aumento constante de sus ventas al exterior y demuestra el potencial que todavía tiene para crecer, aunque ahora parezca consolidado en realidad es un cultivo muy reciente en el país porque empezó a sembrarse en los noventa y solo a comienzos de los dos mil se dio su producción a gran escala, mientras que sus exportaciones iniciaron en 2009 con Europa y apenas en 2015 llegaron por primera vez a Estados Unidos, de modo que este crecimiento tan veloz ha despertado el interés de muchos ya que al ser un cultivo nuevo todavía ofrece oportunidades para investigar, mejorar su manejo y aprovecharlo mejor, lo que significa beneficios tanto para los productores como para el país. (Pérez, 2025)

Ilustración 7. Dinámica de la exportación de aguacate Hass colombiano entre 2015 y 2022.



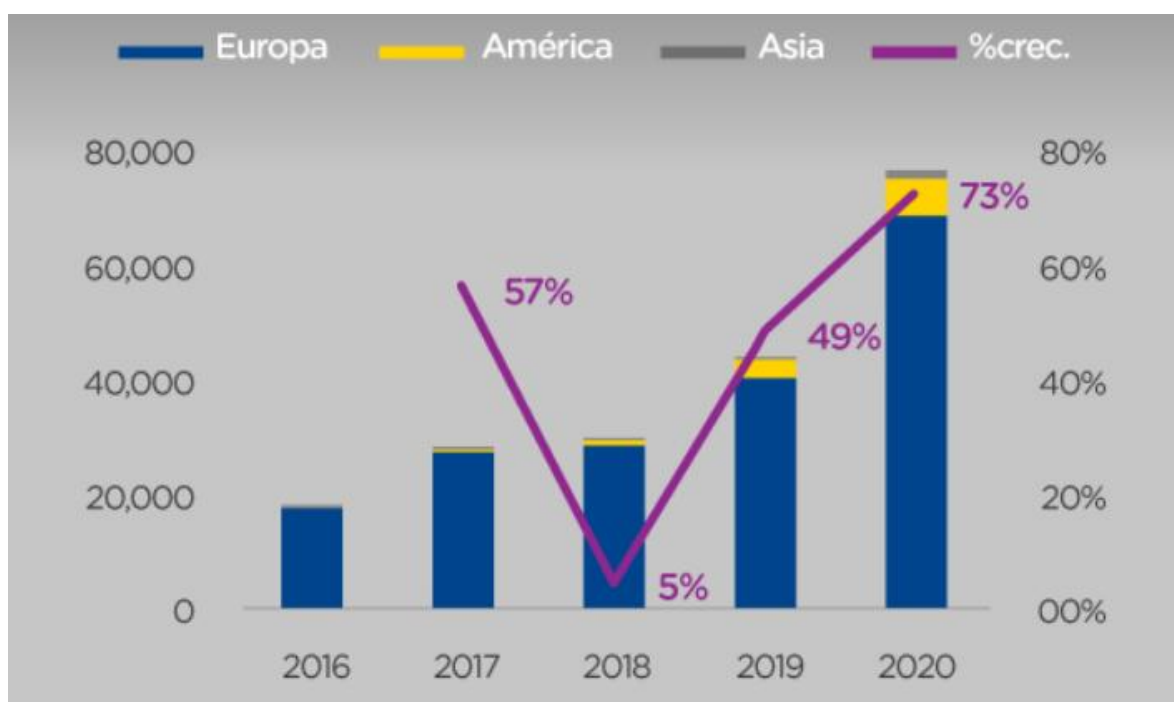
Fuente: (Rodríguez, Soto, Villamizar, Bedoya, & Francy, 2024)

Se refleja cómo han evolucionado las exportaciones de este producto entre 2015 y 2023, mostrando un aumento constante tanto en la cantidad enviada como en el valor económico generado, mientras en 2015 apenas se exportaban 5.543 toneladas que representaban poco más de diez millones de dólares, para 2023 la cifra ascendía a 114.535 toneladas que superaban los doscientos millones de dólares, lo que deja ver un salto bastante significativo, solo entre 2022 y

2023 se evidencia un crecimiento del 30,11% en el volumen, que confirma que la tendencia sigue en ascenso y que el mercado internacional responde cada vez con mayor interés.

Esto demuestra que hay una demanda exterior más sólida y que también revela que el sector ha fortalecido su capacidad de producción y la forma en que organiza la logística para llegar a otros países, de modo que esta dinámica ayuda a que el país se consolide como un proveedor seguro en el mercado internacional, al mismo tiempo que abre la puerta a más inversión y hace necesario apoyarse en tecnologías como el 1-MCP, que son clave para mantener la calidad del producto y asegurar que pueda llegar en buenas condiciones a destinos tan lejanos.

Ilustración 8. Exportaciones colombianas de aguacate a los principales destinos y crecimiento total (toneladas)

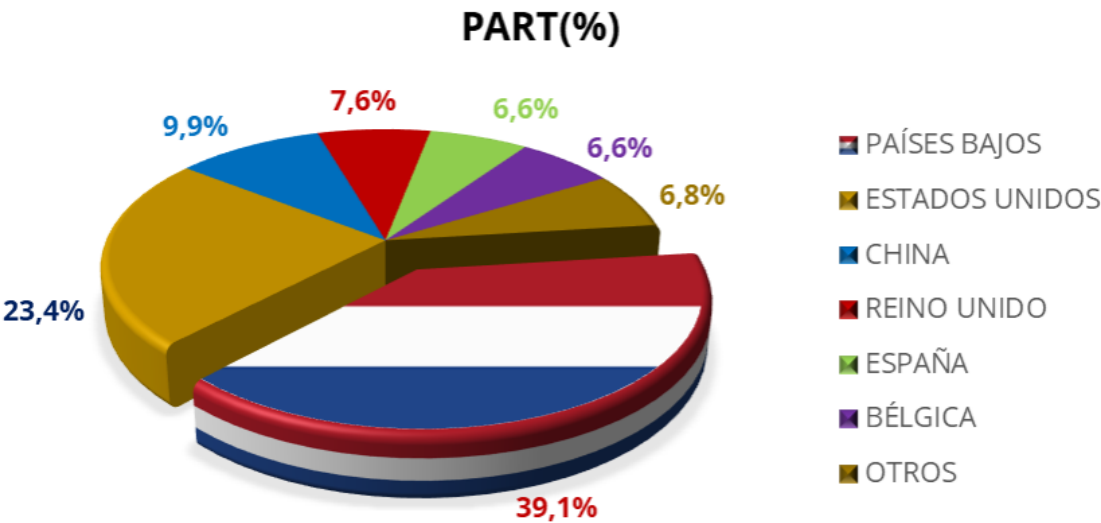


Fuente: (Grupo Bancolombia, 2021)

Las exportaciones de aguacate colombiano crecieron de forma constante entre 2016 y 2020, con Europa como destino principal pero con una participación cada vez más visible de América y un inicio de presencia en Asia, ya en 2017 se dio un aumento muy fuerte cercano al 57%, aunque en 2018 el ritmo bajó bastante y apenas se alcanzó un 5%, pero desde 2019 la recuperación fue clara con un 49% y en 2020 llegó el mayor salto del periodo con un 73%, superando las 70,000

toneladas, estos resultados evidencian que el aguacate colombiano no solo se consolidó en Europa, sino que empezó a abrirse camino en otros mercados, convirtiéndose en uno de los productos agrícolas más importantes para el país.

Ilustración 9. Principales países de destino de las exportaciones de aguacate



Fuente: (García C. , 2025)

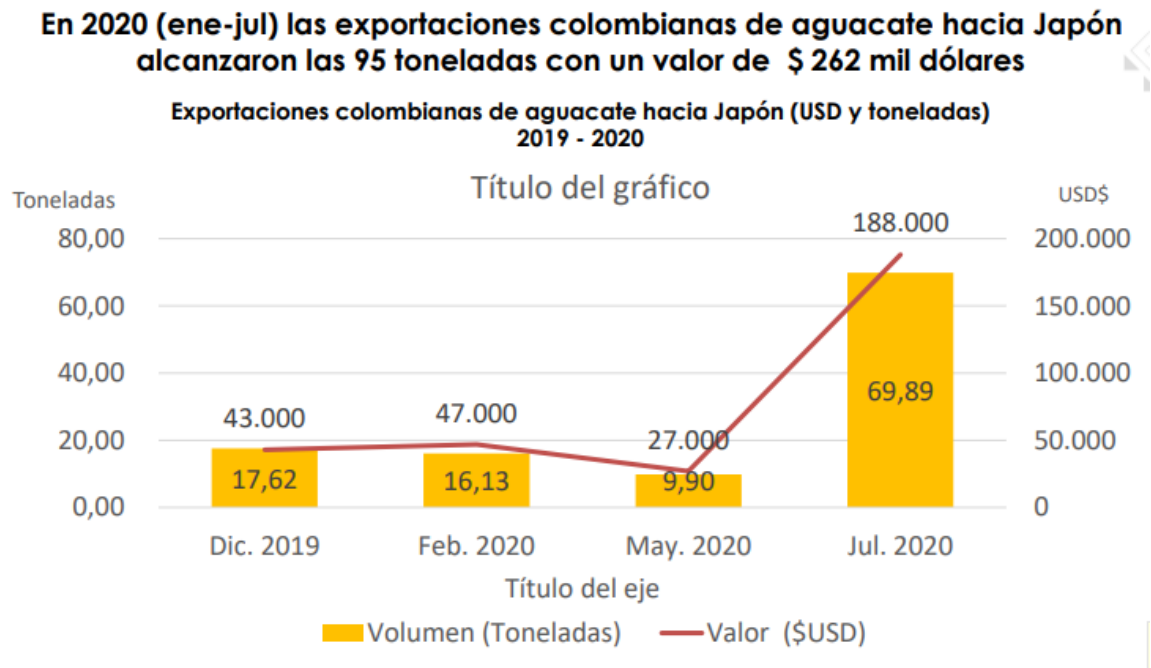
Casi el 40% de los aguacates colombianos se envían a los Países Bajos, además los redistribuyen a otros países de Europa, mientras que Estados Unidos recibe un poco más del 23%, por otro lado China, Reino Unido, España y Bélgica tienen porcentajes menores, alrededor del 10%, 7% y 6%, y el resto apenas llega al 7%. En conjunto, Países Bajos y Estados Unidos concentran más de la mitad de las exportaciones, lo que muestra que Colombia depende mucho de estos dos mercados.

En 2024 el sector del aguacate Hass logró exportaciones cercanas a los 310 millones de dólares, consolidando su presencia en más de 30 países, entre ellos Estados Unidos, Países Bajos, España, Alemania y Canadá, mientras que el Instituto Colombiano Agropecuario ha acompañado a los productores mediante capacitaciones y jornadas de actualización que les permiten conocer mejor las normativas de exportación y las medidas de control fitosanitario, al mismo tiempo que aprenden a manejar herramientas como Simplifica y SISPA para garantizar la trazabilidad y seguridad de sus productos, lo que contribuye a mantener la calidad y competitividad del aguacate

colombiano en los mercados internacionales y reafirma su importancia como cultivo estratégico para la economía del país y su proyección en el agro global. (Barbosa, Aguacate Hass rompe récords y consolida su trono en las exportaciones agrícolas, 2025)

La apertura del aguacate Hass colombiano en Estados Unidos marcó un antes y un después para el país, pues además de abrir la puerta al mercado más grande del mundo generó confianza internacional y despertó el interés de países asiáticos como China, Japón y Corea del Sur, donde la demanda de esta fruta no deja de crecer, ya que en el caso de China las importaciones prácticamente se duplicaron en un año, en Japón se avanzó con la aprobación del protocolo fitosanitario en 2018 lo que abre espacio para competir en momentos en que la oferta de México y Estados Unidos resulta insuficiente y en Corea del Sur el acceso quedó respaldado por un tratado de libre comercio que desde 2020 permite entrar sin aranceles, escenario que en conjunto perfila al aguacate colombiano como un producto con gran proyección para consolidarse en Asia en los próximos años. (Díaz, Ardila, & Guerra, 2019)

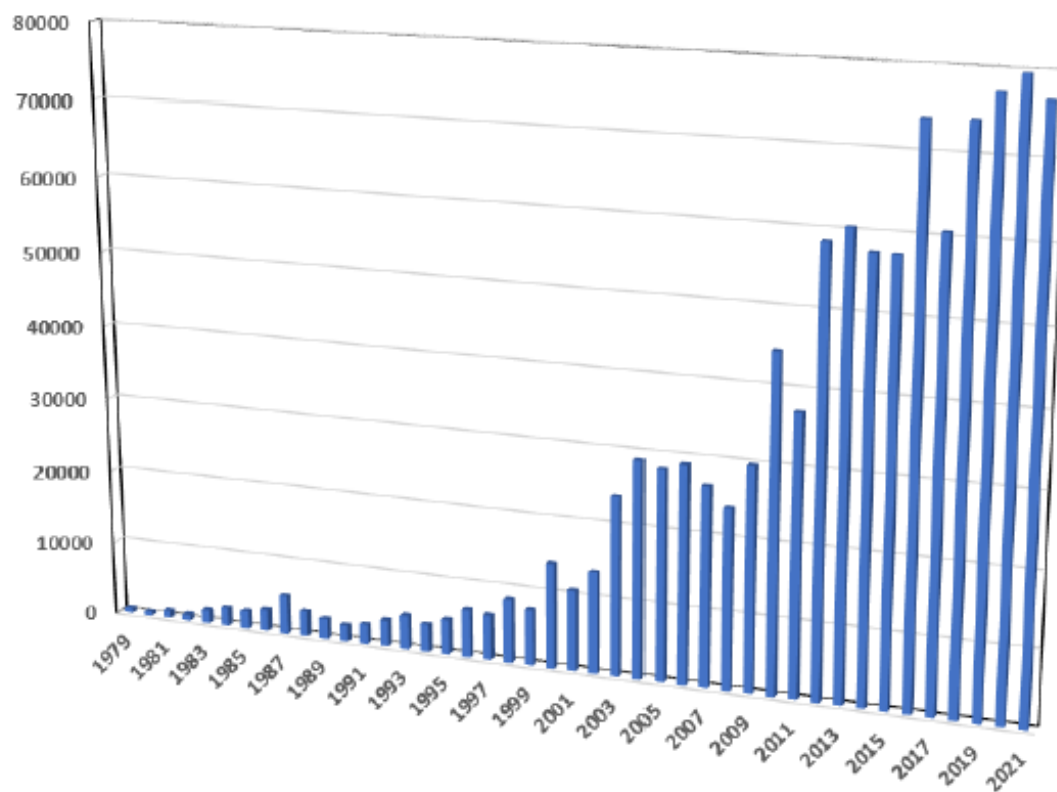
Ilustración 10. Exportaciones colombianas de aguacate hacia Japón (USD y toneladas)



Fuente: (PROCOLOMBIA, 2020)

Colombia ha ido ganando espacio en el mercado japonés gracias al esfuerzo conjunto del ICA y los agricultores, lo que ha permitido que el país se destaque por la calidad y seguridad de sus productos, mientras el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón (MAFF) evaluaba la cadena de producción del aguacate Hass, revisando desde los cultivos hasta las plantas empacadoras en regiones como Pijao y Guática con el fin de habilitar hasta 60 nuevos lugares de producción para exportación, lo que a su vez amplía las oportunidades comerciales y genera ingresos significativos que podrían alcanzar entre 300 y 400 millones de dólares anuales, al mismo tiempo que refleja el compromiso de los productores y el apoyo institucional, ya que entre 2019 y 2022 las exportaciones pasaron de 17,78 a 205,77 toneladas, consolidando a Japón como un mercado estratégico que exige estándares rigurosos y que permite a Colombia mantener su reputación internacional, impulsar la economía local y posicionar al aguacate Hass colombiano como un producto reconocido mundialmente por su calidad y sostenibilidad. (Instituto Colombiano Agropecuario, 2024)

Ilustración 11. Importaciones aguacate de Japón 1979-2021 (toneladas)



Fuente: (FAOSTAT, 2022)

En Japón la comida refleja sus tradiciones y valores, destacando la frescura y el sabor natural de los ingredientes, dentro de esto el aguacate ha ganado popularidad por sus propiedades nutritivas y su versatilidad en los platos, apareciendo en entradas, ensaladas y sashimis, acompañado de salsa de soya, wasabi o mariscos, mientras que su consumo es mayor en zonas urbanas donde es más accesible en supermercados, hipermercados y tiendas especializadas, siendo los jóvenes los que más lo consumen por conocer sus beneficios, los frutos importados se venden individualmente con etiquetas que indican origen y variedad, diferenciándose los de categoría premium por estar protegidos y mostrar su punto de madurez, además los productores deben tener certificados sanitarios que aseguren que no provienen de zonas contaminadas, reflejando la preocupación de los japoneses por la seguridad de los alimentos y explicando las estrictas medidas de control en la importación y venta del aguacate. (Guerra, Chacón, & Jaramillo, 2021)

CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. Marco teórico

1.1.1. Fase de madurez y contenido de materia seca

La efectividad del 1-MCP en frutos climatéricos está estrechamente vinculada y relacionada con el grado de madurez al momento de la recolección. Lo que incide, en el aguacate Hass en su contenido de materia seca que se considera como un parámetro vital y fundamental, ya que por medio de ello se permite evaluar tanto la madurez fisiológica como la calidad potencial del fruto. De manera similar, se han demostrado estudios en los que los aguacates con un nivel de materia seca entre 25 y 30 % presentan una mejor respuesta al tratamiento con 1-MCP, puesto que se logra conservar y mantener más tiempo durante el proceso de almacenamiento frío. Así que, se ha establecido la existencia de una sensibilidad al procedimiento; en otras palabras cuando el regulador sintético se aplica dentro de los primeros 14 días posteriores a la cosecha, el efecto es sumamente mayor, mientras que si se realiza cerca a los 21 días, el rendimiento del compuesto lógicamente va disminuir de forma considerable. (Olivares, y otros, 2020)

1.1.2. Mecanismo de acción del 1-MCP sobre etileno y maduración

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) conocido como un regulador sintético que funciona como oponente del etileno. A causa, de su efecto al unirse de manera irreversible a los receptores de este gas en los tejidos vegetales, cumple con la función de evitar que se activen las respuestas de ámbito fisiológicas asociadas con el proceso de maduración. De suerte que en este caso del aguacate Hass, este método permite retrasar el desarrollo característico como el ablandamiento del mesocarpio, oscurecimiento de la cascara y el incremento de la respiración. Sin embargo, cuando el aguacate ha iniciado su gestión en la maduración antes de la aplicación, el trámite del uso del regulador resulta limitado. (Adkins, Hofman, Stubbings, & Macnish, 2005)

1.1.3. Condiciones de almacenamiento: temperatura, atmosfera y humedad relativa

Según los autores (Saucedo, Colinas, & Vázquez, 2009) el cumplimiento del regulador sintético no solo depende de las características del fruto, sino no obstante de las condiciones del proceso poscosecha. Teniendo en cuenta, que resaltan ciertos datos en los procesos como lo es la temperatura entre 4 y 7 °C en el almacenamiento, junto a una humedad relativa elevada y en ciertas

condiciones, de atmosferas controladas bajo oxígeno y concentraciones moderas de Dióxido de Carbono, total que da una contribución significativa a prolongar lo esencial que es la vida útil del aguacate. De suerte, que en varias investigaciones se analizó que la aplicación del 1-MCP combinada con el termino de refrigeración permite extender aún más su duración de conservación, distinto a los productos sin tratamiento, algo similar ocurre en la conservación de sus condiciones (textura, color, y peso).

1.1.4. Calidad sensorial y atributos fisicoquímicos

De manera que, los autores (González, Pavez, Ibáñez, & Defilippi, 2010) nos indican que los atributos organolépticos como lo son el sabor, textura y aroma, de la mano de otros parámetros fisicoquímicos tales como el pH, acidez y solidos solubles, son determinantes para la aceptación del consumidor final y para el éxito en toda la cadena de suministro, desde la producción hasta su comercialización. En este enfoque, el 1-MCP ayuda a frenar los cambios propios del envejecimiento de la fruta en cuanto la degradación de ácidos orgánicos, retarda el incremento de azucares y mantiene la firmeza. Esto es claro en la limitación de la actividad de enzimas degradativas, que están vinculadas con el ablandamiento del aguacate como la pectina metilesterasa y la polifalacturonasa.

1.1.5. Tratamientos combinados y efectos sinérgicos

Se ha presentado un énfasis en el empleo del regulador sintético con otros tratamientos para la optimización en el proceso de conservación poscosecha, ya sea en condiciones particulares como el estrés o daño por frio. Se menciona un caso destacado que es la combinación 1-MCP con ácido y aminobutírico, en el que los resultados son superiores comparado con la aplicación individual en cada intervención. Por esta razón, la sinergia permite mantener la firmeza del aguacate, disminuye la filtración de electrolitos y perdura la membrana celular durante el almacenamiento de la misma en condiciones de baja temperatura. (Ruiz, y otros, 2024)

1.1.6. Vida de anaquel y tiempo hasta el punto “ready to eat”

De modo que, el periodo necesario para que el aguacate alcance la madurez comercial después de haber sido almacenado se conoce como estado “listo para consumo”. En cuanto a el 1-MCP tiende a ser una ventaja logística en mercados como en este caso es Japón. Por otro lado, las

temperaturas prolongadas a 5 °C, se observa que los aguacates que son tratados con el regulador sintético alcanzan la madurez entre 7 y 10 días después de salir del frío, sin embargo, los frutos no tratados lo hicieron solo 3 a 4 días, claramente permite mayor flexibilidad en la supply chain en cuanto al transporte y distribución. (Osuna & Beltrán, 2005)

1.1.7. Normativa y requisitos fitosanitarios para exportación a Japón

Al tener acceso al mercado de un país como Japón, exigen el cumplimiento de rigurosos protocolos fitosanitarios, en vista que el “aguacate Hass” debe exportarse en una condición llamada “madurez firme” y estar exento de plaga cuarentenaria y empacados en instalaciones con la debida acreditación. Así mismo, que el (Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, 2023) expresa y define los lineamientos necesarios que deben seguir agentes como productores y empacadores, que deben garantizar la trazabilidad del aguacate desde su cultivo hasta el punto de embarque. Siendo así, Japón el encargado de respaldar las certificaciones oficiales y la responsabilidad de la misma, en la sanidad del producto antes de autorizar el ingreso.

1.2. Marco conceptual

1.2.1. Aguacate Hass

Es una variedad de planta que se obtiene, selecciona y mantiene por el ser humano, del *Persea Americana*, el cual se caracteriza por representar un fruto de tamaño promedio entre 200 a 300 gramos. De tal manera, posee una piel rugosa que cuando el proceso de maduración avanza el cambia de tono de un verde oscuro a café o negro. Tanto así, que se destaca por su pulpa cremosa, libre de fibras, así como el contenido de aceite que es realmente alto entre 18 a 22 %. Por ende, ofrece una buena tolerancia durante el transporte y el almacenamiento poscosecha. (Espinoza, 2019)

1.2.2. Etileno y maduración de frutos climaterios

Se conoce al etileno como una fitohormona esencial en la maduración de los rumos climatéricos, como lo es el aguacate. Dicho compuesto gaseoso, funciona como un elemento interno que es capaz de desencadenar transformaciones bioquímicas y fisiológicas, en las que hay transformaciones como el ablandamiento de la pulpa, cambios en la coloración y aumento en la

intensidad aromática. Siendo, una respuesta de los tejidos de la hormona la cual define la velocidad en la maduración y a su vez, la duración poscosecha del aguacate. (Arpaia, 2010)

1.2.3. 1-Metilciclopropeno (1-MCP)

En primer lugar el 1-MCP es un compuesto que bloquea de manera eficiente los receptores de etileno en los frutos, esto permite retrasar el proceso de maduración. De tal forma, (Saucedo-Veloz et al., 2009) nos indica que la aplicación en “Aguacate Hass” ha resultado eficaz en cuanto a la firmeza del fruto y a la reducción durante el almacenamiento en frío, no menos importante, destaca que el procedimiento realizado no provoca alteraciones en la apariencia del producto. (Saucedo, Colinas, & Vázquez, 2009)

1.2.4. Conservación poscosecha

Es un conjunto que comprende prácticas orientadas a garantizar la calidad del fruto en la cadena de suministro desde su recolección hasta que llega al consumidor final. Por consiguiente, los aspectos del uso adecuado de la temperatura, uso de atmosferas controladas y procedimientos complementarios. La razón de ello es que busca preservar propiedades nutricionales y lógicamente minimizar las pérdidas y sobre todo extender la vida comercial del aguacate. (Vicente, Manganaris, Sozzi, & Crisosto, 2020)

1.2.5. Calidad de fruto

El nivel del aguacate se mide por medio de ámbitos sensoriales, físicos y químicos que comprueben su aceptación en el mercado internacional. Entre los factores que se tienen en cuenta están el color de su cascara, contenido de materia seca, firmeza, aroma y ausencia de daños son determinantes para cumplir dichos estándares de exportación a altura internacional. (Malagón, Colina, Campomanes, & C, 2025)

1.2.6. Shelf life (vida útil)

El concepto de shelf life comprende al periodo durante el cual un fruto conserva si o si sus características óptimas para su consumo, siempre y cuando cumpla con las condiciones que fueron dadas para los procesos de almacenamiento y transporte logístico. Por esta razón, en un caso específico como es el “aguacate Hass”, el intervalo puede prolongarse gracias a la implementación

del 1-MCP, más allá de ello la flexibilidad en los procesos de exportación. (Amin, Poerwanto, & Kartika, 2016)

1.2.7. Cadena de Valor agroexportadora

La cadena de valor comprende todas las etapas que inician desde la materia prima hasta el consumidor final, este proceso incluye tanto cumplimientos de normativas fitosanitarias, empaque especializado, logística de transporte, agentes que permiten la competitividad y trazabilidad del producto “aguacate Hass” en mercados de altos estándares como el Japones. (Vallejo, 2017)

Ilustración 12. Cadena de valor del aguacate



Fuente: Elaboración propia (APEAM, 2024)

1.2.8. Competitividad en exportaciones agrícolas

La competitividad en el ámbito de exportaciones agrícolas se entiende como la capacidad de un país quiere e intenta exportar sus productos estrellas en los mercados internacionales, lo cual exige el cumplimiento de los estándares ya antes mencionados. Otro elemento super relevante, es que su posicionamiento depende de la innovación en tecnologías de conservación, se convierten en elementos primordiales en consolidar un valor agregado, en este caso de esta investigación en los mercados japones. (Montes, y otros, 2024)

1.3. Estado del arte

El 1-MCP se ha consolidado como una herramienta ampliamente utilizada en la poscosecha, pues no solo ha demostrado eficacia en la conservación de frutas al retrasar su maduración y mantener su calidad, sino que también se ha aplicado en flores y plantas ornamentales donde contribuye a prolongar su vida útil y a conservar sus características estéticas por más tiempo.

En México que es el principal país exportador de aguacate, se llevó a cabo un estudio en Michoacán donde se buscaba entender cómo el 1-MCP influye en el ablandamiento de la fruta, para ello se tomaron diferentes lotes de aguacates de calidad exportadora y se analizó su comportamiento con y sin tratamiento, lo que permitió construir un modelo capaz de explicar por qué algunos frutos se mantienen firmes mientras otros se ablandan más rápido aun en condiciones similares, los resultados mostraron que el 1-MCP sí es útil para prolongar la firmeza en promedio, aunque también genera una respuesta desigual dentro de los lotes, razón por la cual el éxito del tratamiento depende principalmente de que la fruta sea cosechada con buen nivel de firmeza inicial, ya que de esa manera es posible aprovechar mejor sus beneficios en los procesos de exportación que requieren largos periodos de transporte. (Ochoa, Hertog, & Nicolai, 2009)

Otro estudio muestra que el aguacate Hass responde de manera positiva al uso del 1-MCP siempre que este se aplique poco tiempo después de la cosecha, dado que cuando el tratamiento se realiza dentro de los primeros 14 días la fruta conserva su firmeza y el color verde característico de la piel, mientras que al hacerlo después de 21 días ya no se observan beneficios y el proceso de maduración avanza como si no hubiera recibido la aplicación, lo que evidencia que existe un momento clave en el que la tecnología resulta efectiva y que resulta fundamental para la industria,

porque permite prolongar la vida útil del fruto y además aporta un mayor entendimiento de cómo funcionan los procesos internos que regulan la maduración. (Olivares, y otros, 2020)

En una investigación desarrollada en Chile se observó que el uso del 1-MCP logra retrasar el ablandamiento y el cambio de color en los aguacates, permitiendo que la fruta se mantenga firme y con buen aspecto tanto durante el almacenamiento en frío como en la maduración a temperatura ambiente de 15 °C, incluso después de 35 días seguía conservando sus cualidades en especial aquellas que tenían un mayor contenido de grasa entre el 13 y el 20 %, pues respondieron mejor al tratamiento, el cual se aplicó en diferentes concentraciones que iban desde 200 hasta 800 ppb lo que evidencia que esta herramienta es muy útil para extender la vida útil de la fruta y facilitar su llegada a mercados de exportación como el de Estados Unidos, aunque también se resalta que su uso debe ir acompañado de un manejo poscosecha adecuado y de una coordinación con los distribuidores, de ello depende que la maduración comercial se cumpla en los tiempos esperados y no se generen desfases que afecten la calidad final. (Beltrán, Zoffoli, & Callejas, 2003)

Por otro lado se exploró una estrategia interesante para conservar la col rizada en condiciones de transporte y almacenamiento sin refrigeración, combinando un pretratamiento con 1-MCP y con cajas de aislamiento multicapa elaboradas con materiales como láminas de aluminio reflectante y espuma de polietileno, permitiendo mantener la temperatura interna hasta 10 °C más baja en comparación con las cajas de cartón comunes y duplicar así el tiempo de protección frente al calor, lo que se reflejó en una reducción marcada del amarillamiento de las hojas, una pérdida de masa cerca de un 30 % menor y un retraso general en el deterioro natural de la planta, razón por la cual los autores destacan que la unión entre el control físico de la temperatura y la acción química del 1-MCP representa una alternativa sostenible y viable para disminuir las pérdidas poscosecha en contextos donde no siempre es posible contar con una cadena de frío estable. (Mwenya, y otros, 2025)

En el caso de la pitahaya amarilla, el uso del 1-MCP puede ayudar a que la fruta dure más tiempo en buen estado después de la cosecha, donde se comprobó al probar diferentes concentraciones y tiempos de aplicación hasta descubrir que la dosis más efectiva fue la de 200 μgL^{-1} aplicada durante 10 minutos, pues con ella la fruta logró mantenerse fresca por 11 días en lugar de 7, que redujo la pérdida de peso y el oscurecimiento de la cáscara, además también se mantuvieron mejor sus características internas como el sabor y la acidez, de esta manera se comprobó que el 1-MCP se convierte en una herramienta práctica para los productores, que les

permite conservar por más tiempo la calidad de un fruto que cada vez gana más importancia en Colombia, tanto por el consumo local como por el potencial que tiene para la exportación. (Serna, Dussan, & Ayala, 2013)

Una publicación que explora la mandarina Arrayana resulta muy interesante porque aborda un problema que afecta directamente a la comercialización de esta fruta en Colombia, como las pérdidas poscosecha que pueden llegar a ser bastante altas, razón por la cual los investigadores quisieron probar cómo influye el uso del 1-MCP junto con distintas temperaturas de almacenamiento en la conservación de su calidad, encontrando que más allá de los detalles técnicos, lo más valioso fue descubrir que mantener los frutos a 12°C permite que la cáscara pierda el tono verde de manera uniforme y atractiva para el consumidor sin necesidad de aplicar el compuesto, logrando así una buena vida útil de hasta 22 días, mientras que a 6°C aunque el color verde tarda más en desaparecer, se consigue prolongar el tiempo de conservación hasta los 34 días sin que la fruta pierda firmeza ni se deteriore, lo que representa una opción práctica y aplicable para reducir las pérdidas y mejorar la competitividad de esta variedad en el mercado. (Gómez, Herrera, & Flórez, 2015)

Para la papaya Maradol el uso del 1-metilciclopropeno se convierte en una herramienta clave que le permite a esta fruta conservarse en buen estado por más tiempo cuando va con destino a la exportación, aunque es muy valorada en lo nutricional y lo comercial suele deteriorarse rápido por los cambios propios de su maduración, lo que acorta su vida útil y dificulta su llegada en buenas condiciones a mercados lejanos, por eso se probaron diferentes dosis de este compuesto junto con etileno y se encontró que la más baja, de 50 ppb, fue la que ofreció mejores resultados porque ayudó a mantener la firmeza, retrasar el cambio de color y controlar la respiración de la fruta sin alterar de manera notable el dulzor, la acidez o la textura, lo que permitió ganar algunos días adicionales tanto en la calidad comercial como en el tiempo de consumo aceptable. Estos resultados son significativos porque muestran que existe una forma sencilla, práctica y segura de mejorar la conservación de la papaya, lo que abre la puerta a que los productores puedan competir con más fuerza en mercados internacionales y aprovechar mejor el potencial de este cultivo. (Ruelas, 2016)

Lo más interesante es que el 1-MCP en una concentración de 2400 ppb logra alargar la vida del calabacín y aparte de eso deja al descubierto un comportamiento mucho más sorprendente porque siendo una hortaliza no climatérica se creía que el etileno no jugaba un papel importante

en su comportamiento, pero se descubrió que frente al frío esta hormona se activa y funciona como una especie de señal de alerta que desencadena los daños típicos del estrés, como manchas o deterioro de la piel, lo que cambia por completo la idea tradicional de que el etileno solo está ligado a la maduración de frutos como la manzana o el banano, por eso este hallazgo rompe con lo que tradicionalmente se entendía y muestra que el frío puede activar al calabacín para producir etileno como una señal de alarma que termina desencadenando los daños característicos del estrés, como el pardeamiento o las lesiones en la piel, lo que convierte al 1-MCP en una herramienta valiosa no porque retrase la maduración, sino porque bloquea esa señal de estrés y le permite al fruto conservarse mejor, abriendo una perspectiva completamente nueva sobre cómo manejar el etileno en hortalizas, prolongar la vida poscosecha y mejorar su resistencia frente a condiciones de almacenamiento en frío. (Vidaña, 2016)

Un manual especializado en el manejo poscosecha explica que el 1-MCP no funciona de la misma manera en todas las frutas, pues su efecto depende de la influencia que tiene el etileno en la maduración, por ejemplo en el tomate los resultados han sido muy positivos, puesto que cuando se aplica en una etapa temprana consigue que la fruta produzca menos etileno, se conserve firme durante más tiempo, tarde más en cambiar de color y presente menos problemas de podredumbre, lo que al final se traduce en una vida útil mucho más larga y en mejores condiciones para soportar el almacenamiento y la distribución a mercados lejanos, mientras que en el pimiento ocurre algo distinto porque este fruto casi no depende del etileno para madurar y por eso el tratamiento no genera cambios en la firmeza ni en el color y tampoco mejora su conservación, lo que hace que no valga la pena aplicarlo en este caso ya que no aporta beneficios reales frente al costo que representa. (Escalona, Correa, & Gonzáles, 2019)

La uva de mesa mexicana destinada a la exportación, presenta una problemática que afecta su calidad porque el raquis, que es el tallo que sostiene las bayas, suele deshidratarse y deteriorarse con rapidez, lo cual hace que el racimo pierda frescura y atractivo visual aunque las bayas sigan en buen estado, generando así pérdidas económicas importantes durante el transporte y almacenamiento hacia los mercados internacionales. Frente a esta situación el estudio buscó evaluar el 1-MCP como una alternativa aplicada en precosecha para mantener la firmeza y apariencia del racimo en la variedad Flame Seedless, arrojando resultados que indicaron que la dosis más alta logró disminuir la pérdida de peso del racimo completo y moderar su respiración, aunque no tuvo un efecto contundente sobre la deshidratación del raquis y en algunos casos,

incluso aumentó la producción de etileno, lo que evidencia que sus efectos son más complejos de lo que se esperaba. Aun con estas limitaciones, el trabajo aporta un hallazgo valioso al mostrar que esta tecnología puede contribuir a alargar la vida comercial de la uva y abrir el camino a nuevas alternativas de manejo poscosecha que resultan clave para un sector agrícola tan relevante en regiones productoras como Sonora y en general para la economía de México. (Durán, 2005)

En un análisis realizado con diferentes variedades de peras se probó el uso del 1-MCP para ver cómo respondían diferentes variedades durante su conservación, lo llamativo es que los resultados no fueron iguales para todas, ya que en la variedad Packham's Triumph el compuesto ayudó a retrasar los daños típicos de la poscosecha, permitió que conservaran su color y además que pudieran madurar de forma adecuada, lo que la hace más atractiva para llegar en buen estado al consumidor, pero en la variedad Beurré D'Anjou, aunque también se redujeron algunos problemas, aparecieron daños internos que limitaron su calidad, de modo que se concluyó que el 1-MCP puede ser muy útil para algunas peras pero no siempre funciona igual en todas las variedades. (Candan & Calvo, 2016)

Los claveles también se han estudiado para implementar esta herramienta, se analiza cómo prolongar la vida y mejorar la calidad de los mismos frente al envejecimiento prematuro causado por el etileno, comparando dos métodos que bloquean su efecto, el 1-MCP que evita que la hormona actúe en la flor y la AVG que reduce su producción interna, aunque la combinación de ambos mostró buenos resultados, se evidenció que el 1-MCP por sí solo logra una vida más larga y flores con mejor apertura, lo que lo convierte en la alternativa más práctica y eficiente para la industria, demostrando que se puede mantener la calidad visual de los claveles y extender su tiempo en florero de manera efectiva, sin necesidad de procesos complicados ni costos adicionales. (Gutiérrez, 2007)

La aplicación del 1-MCP mediante stickers liberadores demostró ser una estrategia efectiva para mantener la calidad de la rúcula durante su almacenamiento en frío, debido a que los atados tratados conservaron su color verde y apariencia fresca, mostraron menor pérdida de peso y respiración más lenta en comparación con los controles, mientras que los niveles de clorofila, carotenoides, sólidos solubles, pH y antioxidantes se mantuvieron estables, lo que indica que su valor nutricional no se vio afectado, de esta manera el 1-MCP ayuda a retrasar los procesos de senescencia y deterioro, prolongando la vida poscosecha de la rúcula y ofreciendo una alternativa

práctica para su transporte y comercialización en paquetes individuales o en envases más grandes de producto mínimamente procesado. (Taus, Hasperué, Rodoni, & Massolo, 2023)

El garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) es un fruto mexicano con gran potencial comercial en el que el 1-MCP una vez más ha demostrado ser efectivo para prolongar su vida útil, el problema con esta fruta es que se deteriora rápidamente tras la cosecha, evaluando cómo diferentes estados de maduración y el tratamiento afectan su conservación. Se observaron factores clave como la pérdida de peso, la firmeza, la composición de azúcares y ácidos, así como la actividad respiratoria, encontrando que el 1-MCP ayudó principalmente a mantener la firmeza y reducir la deshidratación en frutos verdes, mientras que en los frutos más maduros sus efectos fueron limitados, sugiriendo que la eficacia del tratamiento depende del momento de aplicación y de las características propias de cada región de cultivo, ofreciendo así información valiosa para optimizar estrategias de almacenamiento y exportación de frutos de cactáceas mexicanas, abriendo la puerta a nuevas investigaciones sobre la conservación de este tipo de productos. (Trujillo, Mandujano, & Dorantes, 2020)

En el campo de la conservación poscosecha, se ha realizado investigación el uso del 1-MCP como inhibidor de la acción del etileno en frutas climatéricas. De tal forma, (Kattia Chang-Yuen, 2025) analizaron su aplicación en el banano Cavendish destinado a la exportación, y encontraron que dosis de 30 nanolitros por litros lograron prolongar la vida de anaquel en más de cuatro días, sin comprometer parámetros de calidad como la firmeza o sólidos solubles. Aun así, los investigadores señalaron que el uso de 1-metilciclopropeno también incremento la incidencia de enfermedades poscosecha; por lo tanto, señalan la necesidad de ajustar las condiciones de manejo para garantizar su efectividad en escenarios comerciales. Este hallazgo evidencia que, aunque el regulador constituye una herramienta prometedora para mantener la calidad y facilitar la exportación, su procedimiento debe analizar cuidadosamente según las características propias de cada cultivo y mercado destino.

De manera complementaria señalado anteriormente, en las últimas décadas las tecnologías poscosecha han cobrado una relevancia fundamental para viabilizar la exportación de aguacate hacia mercado japoneses. En este contexto, (Redagrícola, 2022), destaca que si bien la cadena frío constituye el pilar esencial para disminuir la tasa respiratoria del fruto, otros métodos de la atmosfera controlada (AC), la atmosfera modificada (AM), el uso de inhibidores de etileno (entre ellos el 1-MCP) y la aplicación de recubrimientos operan como estrategias adicionales para

preservar la calidad. En particular, la AC regula concentraciones de oxígeno, dióxido de carbono y etileno, lo que contribuye a retardar cambios fisiológicos. Por otra parte, la AM presenta una gran ventaja de acompañar el producto desde el empaque hasta el destino, pero su efectividad puede verse comprometida por la heterogeneidad fisiológica del aguacate o por la condensación durante el transporte.

En continuidad con estas estrategias, uno de los retos más relevantes que ha tenido la exportación de aguacate es el control de daño por el frío ya que sus temperaturas subóptimas pueden inducir lesiones internas que comprometan la calidad del fruto al arribar a su destino. De modo que, un estudio desarrollado por investigadores colombianos analizó el efecto del regulador sintético, la exposición al etileno y los calentamientos intermitentes sobre el comportamiento poscosecha. Tales resultados dieron evidencia que la aplicación del 1-MCP contribuye a reducir la incidencia de daño por frío y favorece la conservación de atributos cítricos como la firmeza y color. Por tal razón, los calentamientos intermitentes funcionaron como un mecanismo de alivio térmico, mitigando el estrés causado por el almacenamiento en condiciones de baja temperatura. (Yerlendy Vanessa Pachón, 2022)

En complemento a los estudios científicos ya previamente mencionados, existen lineamientos normativos que también orientan las buenas prácticas de la cadena de suministro, que orientan las buenas prácticas en la supply chain del “aguacate Hass”. Según, (Hass Avocado Board.) con su *Manual de Calidad del Aguacate* se ha considerado como una referencia técnica en la gestión integral de calidad, tanto así que indica directamente el proceso de preservar la calidad interna y externa del fruto exige un enfoque holístico ya que en cada etapa (desde la cosecha, empaque, transporte, almacenamiento y comercialización), ejerce un impacto directo sobre el resultado final. Particularmente, el manual se encarga de enfatizar el control riguroso de la temperatura, a través de prácticas como el enfriamiento forzado, el almacenamiento en cámaras adecuadas y el transporte bajo condiciones estables.

El uso del regulador sintético 1-MCP (Redagrícola., 2018) , se ha consolidado como herramienta prometedora para prolongar la vida útil y preservar atributos de calidad en frutos altamente susceptibles al deterioro durante la exportación. Un ejemplo de lo anterior, es el estudio realizado a los “Kiwis” en Chile, de la variedad Soreli, en el cual se realizó el tratamiento del regulador, tanto en el momento de la cosecha como en el almacenamiento frío, los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento retrasó de manera significativa el ablandamiento, redujo

la tasa respiratoria y la emisión del etileno y no siendo más, extendió el consumo de la madurez en un lapso de 9 a 25 días, todo esto sin comprometer la aceptación sensorial del producto.

La aplicación del 1-MCP en solución acuosa se ha evaluado como alternativa de práctica, al método gaseoso convencional para retrasar la maduración de frutas climatéricas. En mangos de las variedades “Kent” y “Keitt”, la inmersión en el regulador sintético durante pocos minutos permitió conservar la firmeza, ralentizar el cambio de color y limitar el aumento de sólidos solubles, prolongando así su vida útil. No obstante, al combinarse con la cuarentena en agua caliente se observaron efectos negativos, como manchas en la piel y ennegrecimiento de lenticelas en frutos sensibles (GARCIA, 2015). Por lo consiguiente, estos resultados muestran que la efectividad del 1-MCP depende tanto del modo de aplicación como de las condiciones poscosecha que lo acompañan.

Teniendo en cuenta, el 1-MCP se ha estudiado de forma extensa como regulador para prolongar la vida útil de frutos climatéricos, aunque su efectividad depende del momento de aplicación y de las condiciones poscosecha. En un trabajo que se realizó con el producto siguiente: duraznos “September Sun” y nectarinas “Venus”, se evaluó el uso antes y después del almacenamiento en frío (0 °C durante 42 días), donde se analizó los efectos en parámetros sensoriales y fisiológicos. En nectarinas, el tratamiento redujo la pérdida de firmeza y acidez sin afectar la calidad percibida, mientras que, en duraznos, si bien mejoró la textura, se observaron disminuciones en dulzor y aceptabilidad. (Frías Miranda, 2015)

Por otra parte, en el año 2024, las exportaciones de aguacate Hass de Colombia registraron un crecimiento significativo, consolidando su presencia internacional. De acuerdo con (ANALDEX , 2025) , el valor del incoterm FOB ascendió a USD 309,4 millones, equivalente a un aumento del 54,3 % respecto a 2023, mientras que el volumen exportado alcanzó 138.315 toneladas, con un incremento del 20,8%. Entre el periodo de tiempo del 2020 y 2024, las ventas externas acumularon USD 956,8 millones y 482.055 toneladas, con tasas compuestas anuales del 47,8% y 41,1 %, respectivamente. En cuanto a destinos, Países Bajos concentró el 39,4% del valor total, seguido de Estados Unidos (23,4%) y China (10 %). Siendo así estos datos reflejan no solo una mayor dinámica en volumen, sino también un fortalecimiento en calidad y competitividad de la cadena exportadora.

En el mercado japonés de frutas frescas importadas, el informe que presenta (Prom Perú, 2024) reporta que en diciembre de 2024 las importaciones cayeron un 2,54% en volumen y un

3,37% en valor frente al mismo mes del año anterior, reflejando una contracción temporal de la demanda. De tal manera, que muestra que los exportadores de frutas tropicales enfrentan no solo exigencias en los procesos logísticos y en la calidad, sino también una fuerte competencia y variaciones en el consumo. También, los datos permiten situar su inserción en un mercado sensible a factores estacionales, costos y valor agregado, lo que obliga a los exportadores a diferenciarse mediante calidad, continuidad en la oferta y eficiencia logística.

En otro sentido, la normativa sanitaria y fitosanitaria del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) constituye un eje institucional fundamental para la exportación de “aguacate Hass”, estas regulaciones suelen contemplar aspectos como inocuidad, manejo integrado de plagas, certificados fitosanitarios, procedimientos cuarentenarios y verificaciones en origen. Dichos lineamientos fijan los requisitos mínimos que deben cumplir productores y exportadores para acceder a mercados internacionales como el mercado japonés, lo ideal no es solo el cumplimiento de lo anterior, sino también brindar confianza a los clientes internacionales, para posicionar a Colombia en igualdad de condiciones frente a los demás competidores.

1.4. Marco temporal

El tiempo en el cual se llevó a cabo el desarrollo la siguiente investigación de la revisión sistemática de literatura, inicio durante el primer semestre del año electivo 2025, en el marco de la asignatura Pensamiento Estratégico y Sistémico, etapa en la cual se elaboró y se presentó el anteproyecto al docente correspondiente, basándose como el resultado inicial del proceso. Luego, en el segundo semestre del mismo año, se continuo con la ejecución del trabajo en la asignatura alternativa de grado 2, lo que nos permitió dar el cierre a la investigación y culminar la revisión de la literatura como requisito de grado.

Tabla 3. Cronograma de trabajo, diagrama de Gantt

ACTIVIDADES	FEB-MAR	ABR-MAYO	JUN-JUL	AGO-SEPT	OCTUBRE
Idea, tema general y título de investigación (tentativo)					
Objetivos (tentativos), planteamiento y formulación de la pregunta					

Justificación del problema, marco teórico y conceptual e inicio metodología					
Terminación marcos de referencia, metodología y desarrollo de la investigación					
Correcciones respectivas del trabajo y revisión (%) anti plagio					
Conclusiones, recomendaciones, revisión del trabajo e informe final					

Fuente: Elaboración propia.

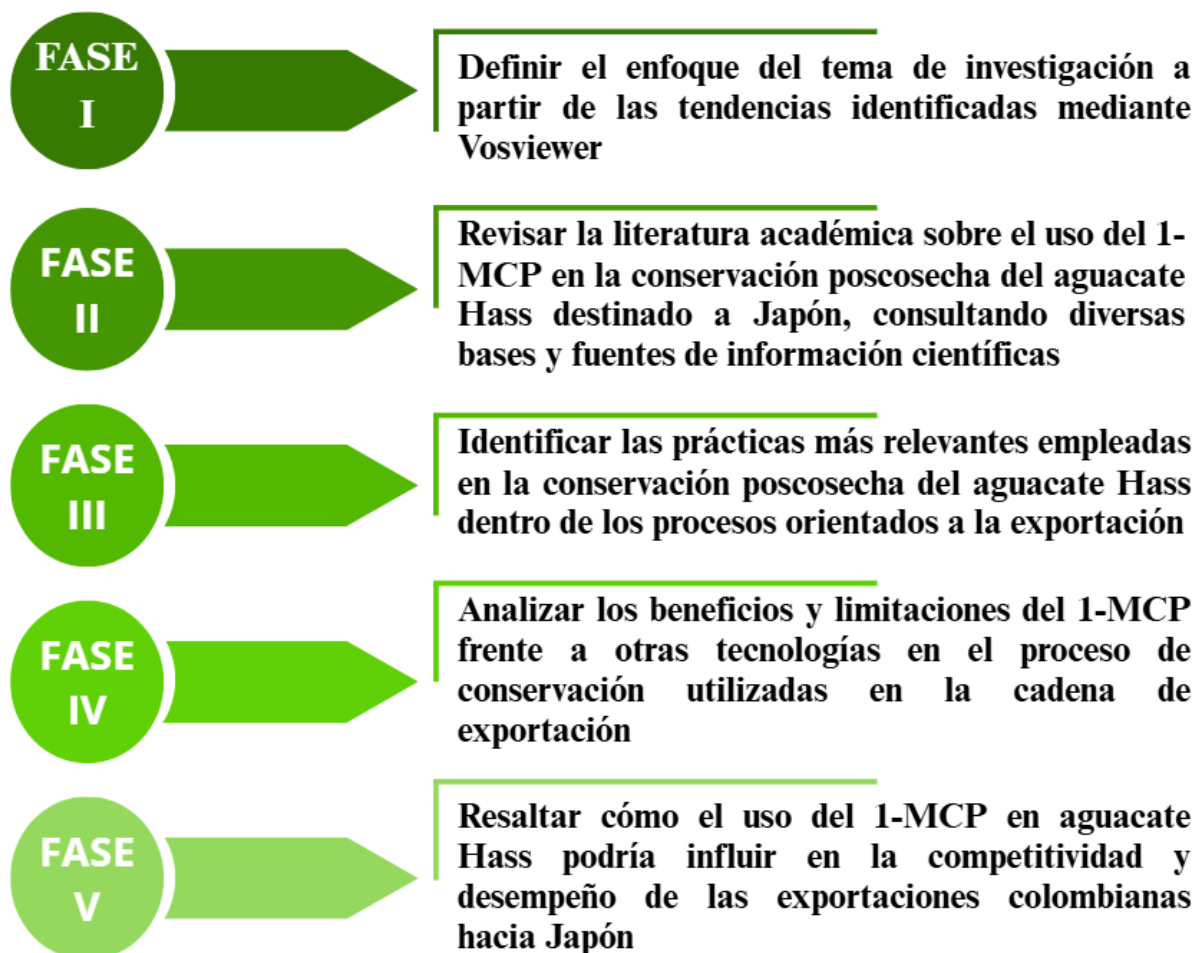
CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Tipo de investigación

Este trabajo se plantea desde un enfoque cualitativo de tipo documental, ya que se basa en la revisión de diferentes fuentes académicas como artículos y publicaciones especializadas, con el objetivo de reunir y analizar la información más relevante sobre el uso de la tecnología del 1-MCP en la conservación del aguacate Hass destinado a la exportación, en especial hacia Japón. La decisión de trabajar de esta manera surge de la importancia de comparar y poner en diálogo los estudios que ya existen, lo que permite tener una visión clara y actual del tema sin necesidad de realizar pruebas experimentales, pero sí garantizando un análisis sólido y bien fundamentado.

2.2. Proceso metodológico

Ilustración 13. Fases de desarrollo metodológico



Fuente: Elaboración propia.

FASE I

En esta etapa se realiza una exploración amplia de la información disponible para reconocer hacia dónde se está moviendo la investigación relacionada con su tema, de modo que se puedan identificar patrones, palabras clave frecuentes y autores relevantes mientras se afina el enfoque más pertinente para el proyecto, lo cual permite definir una dirección sustentada en tendencias reales dentro de la literatura académica.

FASE II

Aquí se profundiza en estudios, artículos y documentos que abordan el uso del 1-MCP en el manejo poscosecha del aguacate Hass, de manera que sea posible comprender cómo se ha investigado, qué resultados se han reportado y qué aspectos continúan siendo objeto de análisis, al tiempo que se revisan diversas bases y fuentes académicas para garantizar una búsqueda completa y respaldada por información confiable.

FASE III

En esta fase se recopilan y organizan las prácticas descritas por distintos autores sobre el manejo poscosecha del aguacate orientado a exportación, de forma que se puedan reconocer los procedimientos que aparecen con mayor frecuencia, aquellos que han mostrado mejores resultados y las condiciones en que se aplican cuando el destino exige una vida útil más prolongada, lo que permite establecer un panorama claro de los métodos predominantes.

FASE IV

Aquí se comparan distintas tecnologías empleadas en la conservación del aguacate, con el propósito de que se identifiquen los argumentos que respaldan los puntos fuertes y las limitaciones del 1-MCP frente a otras alternativas, a la vez que se analizan las condiciones que influyen en su desempeño y la manera en que estas pueden favorecer o restringir su utilización dentro de la cadena exportadora.

FASE V

En este último momento se integran todos los hallazgos obtenidos para comprender cómo el uso del 1-MCP podría influir en la competitividad del aguacate colombiano en el mercado japonés, de modo que se pueda valorar su aporte en términos de calidad, estabilidad del producto

y cumplimiento de exigencias específicas, permitiendo así evidenciar el potencial real de esta tecnología dentro de un contexto comercial demandante.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. FASE II: Definición del enfoque del tema de investigación

La estrategia de búsqueda empleada en esta investigación se resume en la siguiente tabla, la cual se elaboró conforme a los criterios y fundamentos explicados a continuación:

Tabla 4. Ecuación de búsqueda para el aguacate Hass

ECUACIÓN DE BÚSQUEDA
(TITLE-ABS-KEY (Avocado) AND TITLE-ABS-KEY (Fruit) AND TITLE-ABS-KEY (Harvest) AND TITLE-ABS-KEY (Quality)) AND PUBYEAR > 2008 AND PUBYEAR < 2025

Fuente: Elaboración propia a partir de la información analizada.

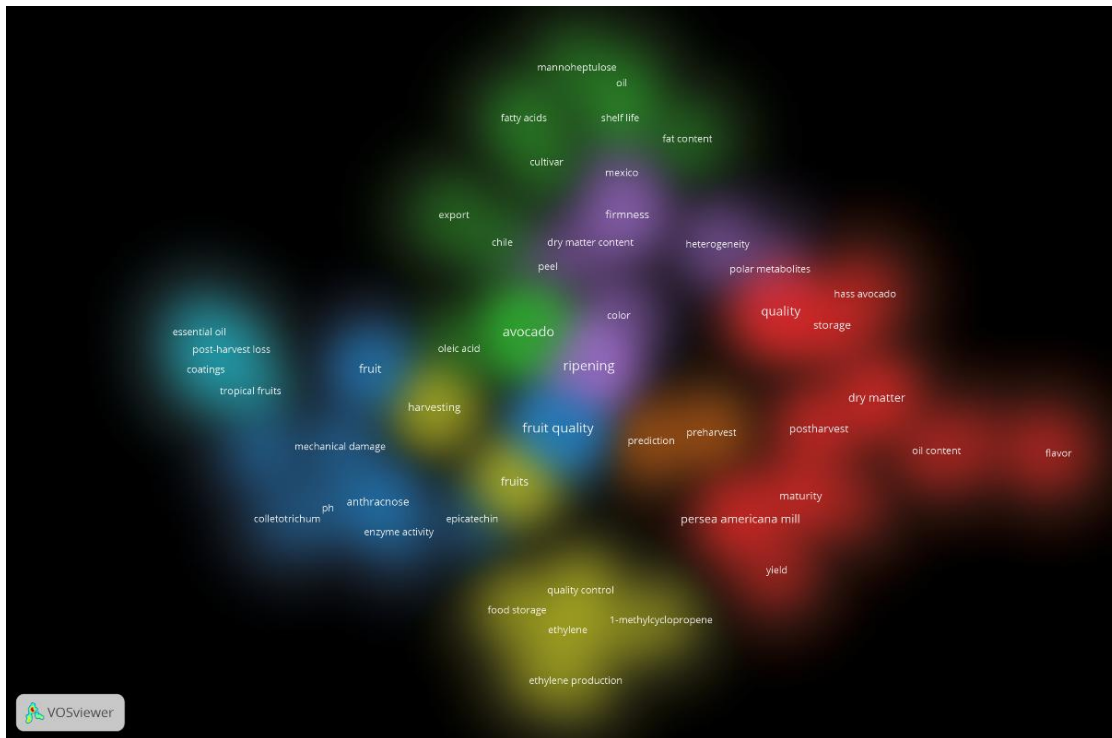
Principales temáticas de investigación en los que se está publicando

Enfoques temáticos del aguacate en general (Clúster)

Para el planteamiento de la oportunidad de investigación se construyó a partir del uso de la herramienta VOSviewer, la cual permitió reconocer temas emergentes vinculados con la conservación del 1-MCP. Este ejercicio facilitó la delimitación del objeto de estudio y dio lugar a tres análisis que orientaron el desarrollo del trabajo.

Inicialmente se obtuvo el mapa de coocurrencia se identificaron seis clústeres principales: el verde como el foco mayor, que está asociado a la composición del aguacate y su relación con el comercio internacional; seguida por el morado, temática centrada en el proceso de maduración y la vida útil; luego el azul, enfocado en riesgos poscosecha y alternativas para evitar pérdidas; el amarillo, relacionado con la cosecha, calidad y conservación; el naranja, sobre aspectos de predicción y precosecha; y el rojo, vinculado al almacenamiento y calidad del aguacate Hass.

Ilustración 14. Análisis de clúster para el foco del aguacate



Fuente: Elaboración propia, software Vosviewer con base a Scopus

Posteriormente, en la red de superposición temporal se identificaron como focos temáticos abordadas relacionadas con el proceso de maduración y la calidad del fruto, al estar más cercanos al centro del mapa y contar con las publicaciones más recientes. De tal manera, esto indicó que la temática que mejor cumplía con las características de cercanía y actualidad era el estudio de la maduración y calidad del aguacate Hass en el contexto de su conservación y comercio internacional.

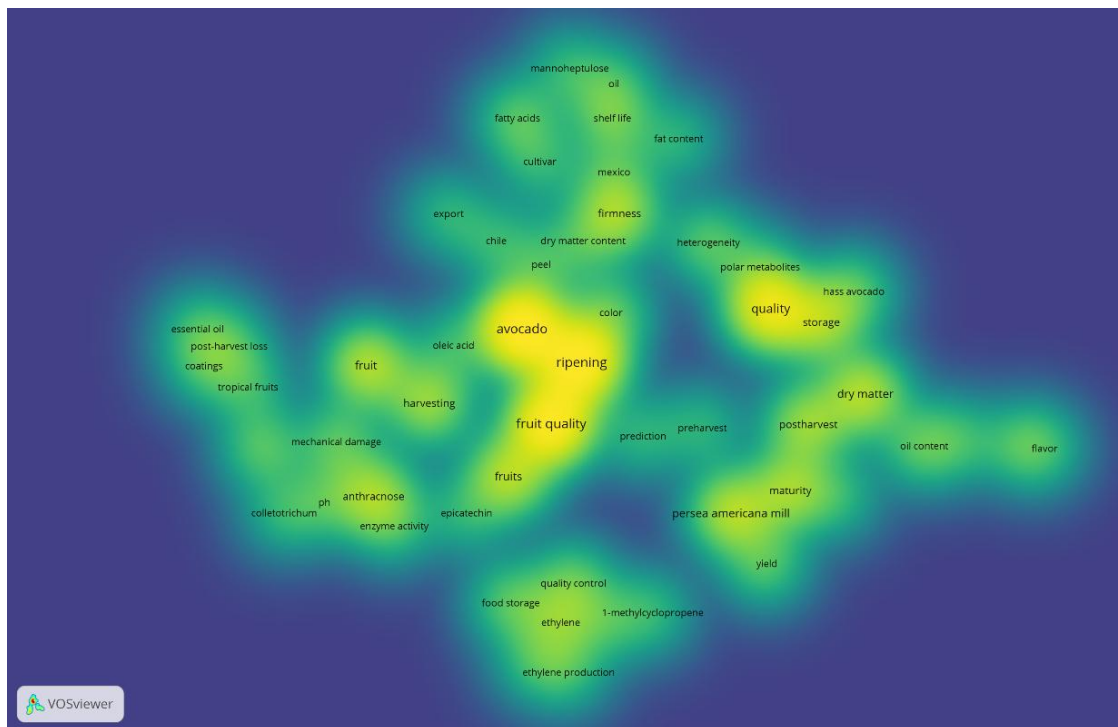
Enfoques temáticos del aguacate en general (Calor)

De tal forma, que el mapa de densidad generado con VOSviewer, se perciben en las investigaciones más recientes se concentran en la maduración y calidad del aguacate Hass, aspectos claves para el proceso de comercialización. Como segundo foco, destacan los temas de almacenamiento, vida útil y propiedades químicas, vinculados directamente con la conservación poscosecha y la exportación.

Siendo así, aparecen en menor intensidad líneas sobre cosecha, daños físicos y tecnologías

de conservación que, aunque son menos estudiadas y analizadas representan áreas de innovación dentro de la cadena de suministro del producto “aguacate Hass”.

Ilustración 15. Análisis de densidad para el foco del aguacate



Fuente: Elaboración propia, software Vosviewer con base a Scopus

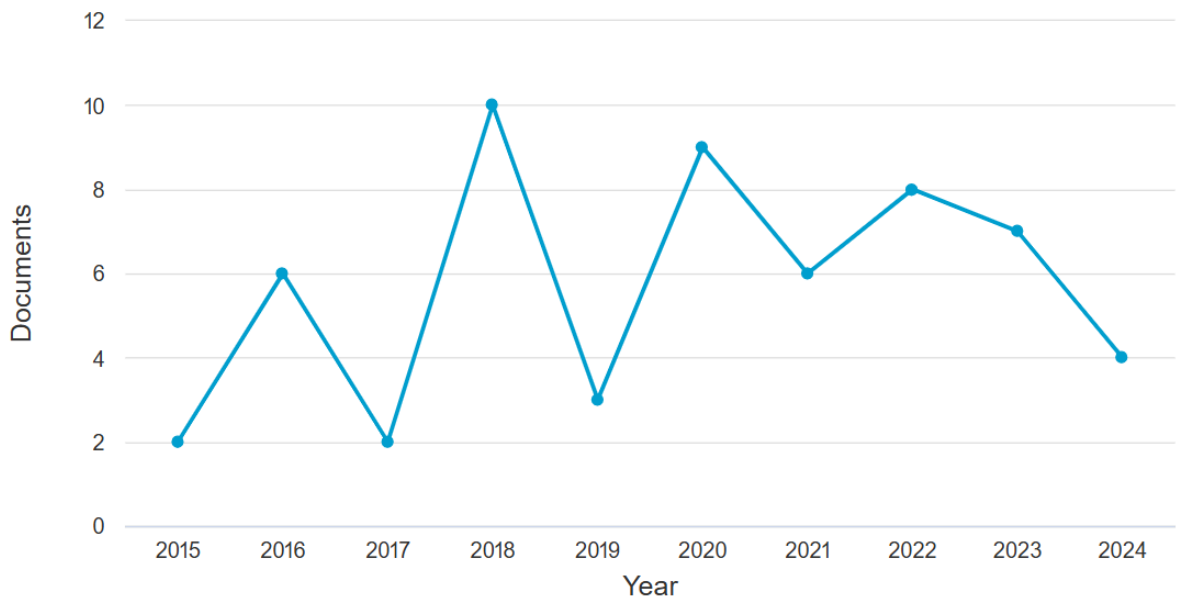
Enfoques temáticos del aguacate en general (Nodo)

En la perspectiva de la visualización de nodos, el tema central “fruit quality”, vinculada a la maduración, almacenamiento y propiedades químicas. Otros focos relevantes son el aguacate como producto comercial, conectado con México, exportaciones y cultivares; y el nodo “quality” relacionada con almacenamiento y madurez. También se observa una línea de estudio sobre regulación de la maduración con compuestos químicos como el etileno y el 1-methylcyclopropene, junto con enfoques más sostenibles basados en recubrimientos y aceites esenciales para conservar el fruto.

En 2018 se registró el mayor número de documentos publicados, alcanzando un total de 11, lo que indica un aumento notable en la atención académica hacia este fruto, a partir de ese año la investigación se mantuvo en niveles relativamente altos, con otro repunte significativo en 2020 y una tendencia general estable entre 2021 y 2023. No obstante, en 2024 se observa una ligera disminución.

Esto indica que la relevancia de los datos y la difusión de los mismos, demuestran que el aguacate sigue siendo una temática relevante e importante luego de su potencial en los distintos ámbitos (económico, agrícola y nutricional) lo cual sustenta la necesidad de profundizar en las principales líneas de investigación desarrolladas en los últimos años.

Ilustración 17. Dinámica de las publicaciones científicas sobre el aguacate



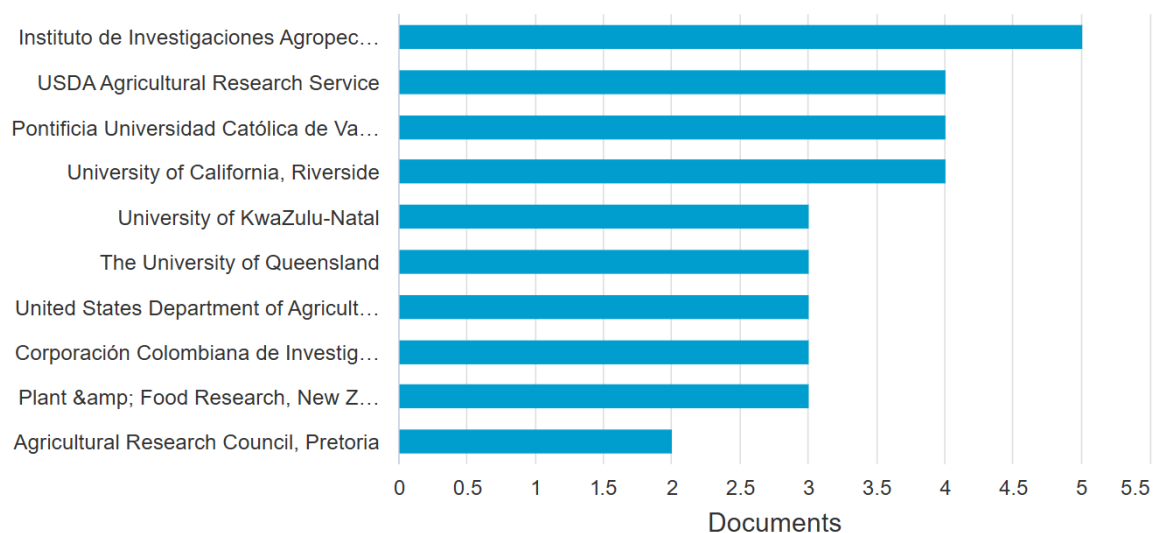
Fuente: Scopus

3.2.2. Principales actores a nivel mundial; centros de I+D, Universidades. (Scopus)

De modo que el análisis muestra que el instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile es uno de los actores que lidera en publicaciones sobre aguacate, seguido por el USDA Agricultural Research Service y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, lo que evidencia

un fuerte protagonismo de Chile en este ámbito. Por otro lado, también destacan universidades como la University of California, Riverside, University of KwaZulu-Natal y The University of Queensland, junto con centros especializados como AGROSAVIA y Plant & Food Research, reflejando la diversidad, la innovación en el sector y el alcance internacional de la investigación en este cultivo.

Ilustración 18. Dinámica de los principales investigadores acerca del foco del aguacate



Fuente: Scopus

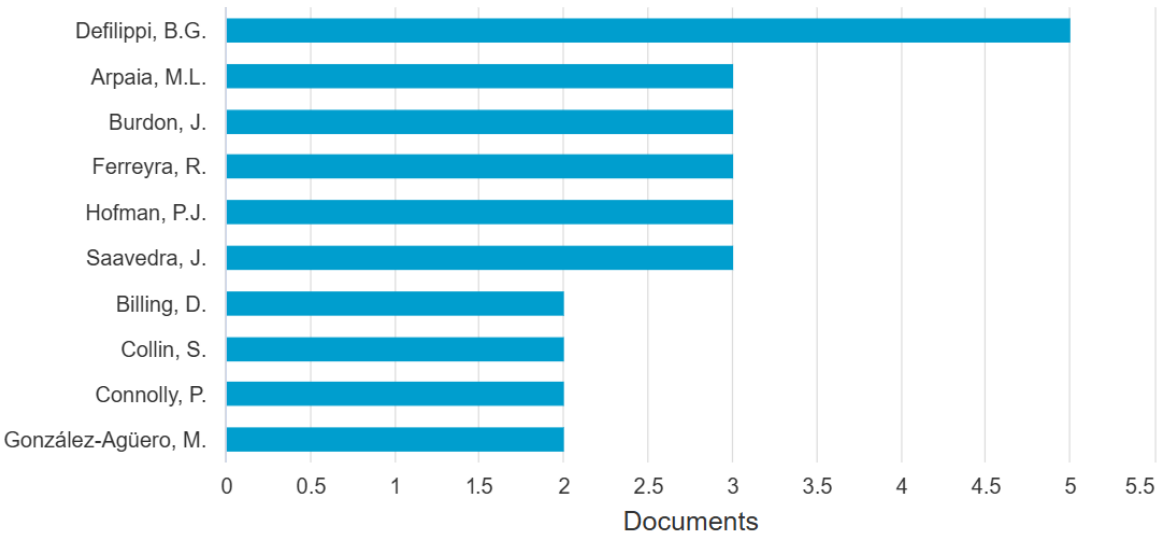
3.2.3. Principales investigadores / Expertos. (Scopus)

Según Scopus, el investigador con mayor producción en temas relacionados con la temática de aguacate, el autor que más destaca es Defilippi, B.G., con cinco documentos, lo que lo posiciona como uno de los expertos más referentes en el tema, su liderazgo en publicaciones sugiere un trabajo constante y posiblemente una línea de investigación consolidada. Se encuentran varios autores con tres documentos publicados, como Arpaia, M.L., Burdon, J., Ferreyra, R., Hofman, P.J. y Saavedra, J. Esto muestra que hay un grupo sólido de investigadores que también han tenido una participación importante.

Finalmente, otros investigadores, como Billing, D., Collin, S., Connolly, P. y González-

Agüero, M., tienen dos publicaciones cada uno, aunque su número de trabajos es menor, siguen siendo figuras relevantes dentro de esta área, especialmente si sus investigaciones han sido bien citadas o aplicadas.

Ilustración 19. Dinámica de los principales autores en el foco del aguacate

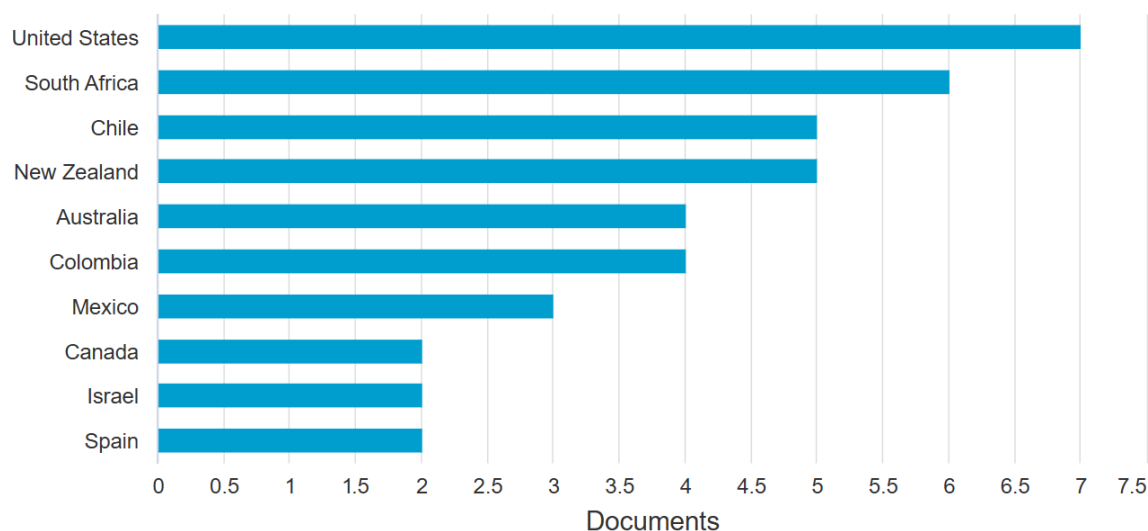


Fuente: Scopus

3.2.4. Principales países donde se investiga

La gráfica que realizó Scopus evidencia que Estados Unidos es el país con mayor registro de publicaciones científicas sobre el aguacate, con más de siete documentos, lo que refleja un interés fuerte y constante en este tema, probablemente por su papel en el consumo del aguacate, además de su capacidad científica. Le siguen Sudáfrica y Chile, con seis documentos cada uno, lo cual es bastante representativo y resalta su compromiso con la investigación agrícola. Por consiguiente, es interesante evidenciar a Nueva Zelanda, Australia y Colombia con cifras similares (entre cuatro y cinco documentos), por ende México aparece con tres publicaciones lo que puede sugerir una brecha entre la producción real y la investigación académica publicada en bases como Scopus. Por último, Canadá, Israel y España, aportando también al panorama global.

Ilustración 20. Dinámica de los principales países que investigan sobre el aguacate



Fuente: Scopus

3.2.5. Publicaciones de mayor valor/impacto (más citadas por país) (Elaboración propia con datos de scopus-vosviewer y en Excel)

A continuación la siguiente tabla muestra los países con mayor incidencia en la investigación sobre el “aguacate”, basándose en el número de documentos, total de citaciones y el promedio de citaciones por publicación. Los resultados permiten evidenciar las diferentes dinámicas entre volumen de producción científica e impacto académico.

Chile está posicionado en esta ocasión como el país con mayor producción de documentos con 14 publicaciones y 267 citaciones, lo que representa una trayectoria constante y reconocida en el campo, aunque su promedio (19,07) no es el más alto. Por consiguiente, Estados Unidos y Colombia, pese a contar con menos niveles de publicaciones, muestran y se evidencia un impacto notable con promedios de 21,55 y 14 citaciones por artículo lo cual se analiza una buena recepción de sus investigaciones.

Por otro lado, Israel, Canadá y México, se destacan por su alta influencia, aunque tienen pocas publicaciones, presentan promedios elevados de 26,5; 26 y 20. Aunque, países como Brasil, China y Bélgica presentan menor presencia e impacto.

De forma que, el panorama permite visualizar que no solo importa el volumen de las publicaciones, sino también la calidad y visibilidad de los documentos para referentes claves sobre el aguacate para futuras investigaciones a quien lo solicite.

Tabla 5. Tabla sobre las publicaciones científicas en el foco del aguacate

País	Documentos	Citaciones	Promedio Citaciones
Chile	14	267	19,07
Estados Unidos	9	194	21,55
Colombia	11	154	14
Australia	9	143	15,88
Sudáfrica	11	118	10,72
Canadá	3	78	26
México	3	60	20
Israel	2	53	26,5
Nueva Zelanda	6	31	5,16
España	4	18	4,5
Brasil	3	11	3,66
Reino Unido	2	6	3
China	2	4	2
Bélgica	2	1	0,5

Fuente: Scopus

3.2.6. Análisis de tecnología foco

Tendencias de patentamiento del aguacate

WO 2025/027217 A1: Crema untable de aguacate y queso de cabra

La primera patente demuestra el potencial del aguacate como producto clave en la innovación alimentaria, ya que su uso refleja el interés por crear opciones más saludables y funcionales que respondan a los nuevos hábitos de consumo, reafirmando su importancia económica y científica a nivel global.

Tabla 6. Características principales de la crema untable patentada de aguacate y queso de cabra.

DATOS CLAVE DE LA INVENCIÓN	
Título de la invención	Crema untable de aguacate y queso de cabra
Número de publicación	WO 2025/027217 A1
Número de solicitud	PCT/ES2024/070447
Fecha de presentación	15 de julio de 2024
Fecha de publicación internacional	6 de febrero de 2025
Solicitante	AXARFRUIT, S.L. (Vélez-Málaga, España)
Inventores	Ángel Álvaro Martínez López
	Vicente Martínez López
Clasificación Internacional (CIP)	A23L 23/00 – Preparaciones alimenticias
Composición principal	Aguacate Hass (80–90%) Queso de cabra sin lactosa (6–10%) Uvas pasas (3–5%) Cebolla, sal y conservantes naturales (2–4%)
Método de elaboración	Mezcla en frío con tratamiento por HPP (High Pressure Processing) para conservación en refrigeración
Objetivo de la invención	Crear una crema untable homogénea y estable que conserve las propiedades nutricionales del aguacate y el queso
Aplicaciones	Consumo directo Sándwiches y desayunos Hamburguesas Postres y salsas
Entidad encargada de la búsqueda internacional	Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM)

Fecha del informe de búsqueda	6 de noviembre de 2024
Cobertura internacional	Más de 120 países bajo el Tratado PCT

Fuente: Elaboración propia (Martínez & Martínez, 2025)

Esta invención propone una crema untable elaborada con aguacate Hass, queso de cabra sin lactosa, uvas pasas y otros ingredientes naturales que ofrecen una alternativa ligera, práctica y nutritiva pensada para distintos momentos del día, se desarrolla mediante un proceso en frío que mantiene la textura cremosa y uniforme del producto, lo que permite unir en una sola mezcla dos componentes naturalmente untables, crear una preparación equilibrada y estable alineada con la tendencia global hacia alimentos saludables y de rápida preparación.

WO 2023/175446 A1: Producto de panadería saludable sin harinas a base de aguacate y su método de fabricación

La segunda patente presenta un producto horneado como brownies o galletas, elaborado sin harinas tradicionales y con el aguacate Hass como protagonista principal, ya que actúa como fuente de grasas saludables y aporta una textura agradable gracias a su método de producción, el cual permite conservar sus propiedades nutritivas, convirtiéndose así en una propuesta innovadora que responde al creciente interés del sector alimenticio por adaptarse a las nuevas tendencias de consumo y al aumento en la demanda de productos más naturales y saludables por parte de los consumidores.

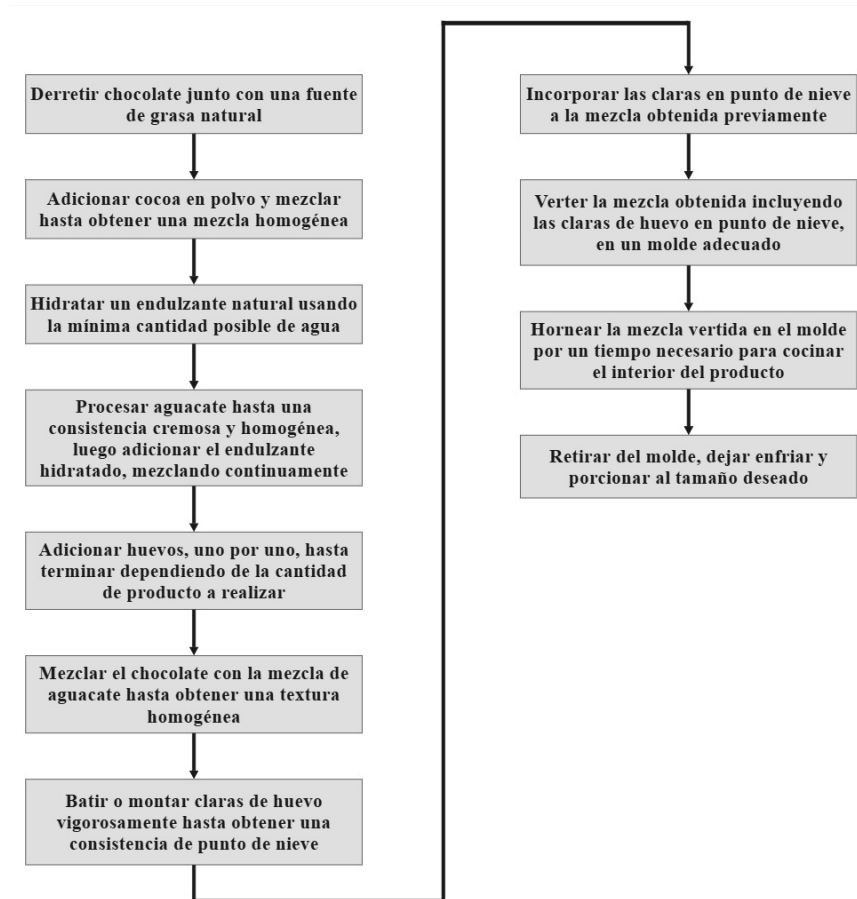
Tabla 7. Características principales de la patente de panadería saludable con aguacate

DATOS CLAVE DE LA INVENCION	
Título	Producto de panadería saludable sin harinas a base de aguacate y método de fabricación
Número de publicación	WO 2023/175446
Número de solicitud PCT	PCT/IB2023/052161
Fecha de publicación	14 de junio de 2023
Solicitante	Sin Remordimiento S.A.S., Colombia
Inventora	María Antonia Duque Henao

Agente/Representante	María Camila Correa Márquez
Campo técnico	Industria de alimentos, productos panificados saludables
Descripción del producto	Producto horneado (brownie, torta, galleta) sin harinas, con ingredientes naturales (aguacate, cacao, stevia), grasas saludables, y sin ingredientes procesados o saturados.
Ingredientes clave	Aguacate, chocolate con >50% cacao, cocoa en polvo, stevia, polvo para hornear, huevos, aceite de coco (u otro aceite natural).
Propósito principal	Crear productos de panadería saludables, con buena textura y sabor, sin harinas ni azúcares procesados.
Clasificación internacional	A21D2/36, 13/00, 13/06, A23G1/00
Fecha de conclusión de la búsqueda	7 de junio de 2023

Fuente: Elaboración propia. (Duque, 2023)

Ilustración 21. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del postre de aguacate y chocolate



Fuente: (Duque, 2023)

El proceso consiste en derretir el chocolate junto con las grasas naturales, mezclarlo con el cacao en polvo para lograr la textura ideal, hidratar los endulzantes y luego integrar todo hasta obtener una masa suave y lista para hornear, con un resultado final muy parecido al de un postre tradicional pero con un valor nutricional mucho mejor.

US20080260696A1: Método para disminuir la inflamación y el estrés oxidativo en mamíferos

La patente plantea el uso de extractos naturales del aguacate para disminuir la inflamación y el estrés oxidativo en mamíferos con el fin de mejorar la salud y prevenir enfermedades vinculadas a estos procesos por lo que propone una alternativa accesible y natural que puede integrarse fácilmente en la dieta diaria como suplemento o alimento funcional, destacando el potencial de los compuestos bioactivos del aguacate para proteger las células, regular las

respuestas del organismo y favorecer el equilibrio metabólico de una manera preventiva y duradera.

Tabla 8. Características principales del método para disminuir la inflamación y el estrés oxidativo en mamíferos

DATOS CLAVE DE LA INVENCION	
Título de la invención	Método para disminuir la inflamación y el estrés oxidativo en mamíferos
Número de publicación	US 2008/0260696 A1
Número de solicitud	12/012,318
Fecha de publicación	23 de octubre de 2008
Fecha de presentación	1 de febrero de 2008
Prioridad / solicitud provisional	Solicitud provisional N.º 60/898,854 presentada el 1 de febrero de 2007
Solicitante / Titular	The Procter & Gamble Company
Inventores	Stefan Patrick Massimino, Gary Mitchell Davenport, Michael Griffin Hayek, George Roth y Donald K. Ingram
Agente / Representante	The Procter & Gamble Company – Global Legal Department, Sycamore Building, Cincinnati, Ohio (EE. UU.)
País de origen	Estados Unidos
Campo técnico	Biotecnología alimentaria, nutrición funcional y salud preventiva
Clasificación internacional (CIP)	A61I 35/74; A63L 7/004; A63K 6/00
Descripción del producto	La invención propone una composición que contiene un antimetabolito de la glucosa, combinada con extractos naturales, como el aguacate, para reducir la inflamación y el estrés oxidativo en mamíferos mediante la regulación de los niveles de glutatión en la sangre.
Ingredientes clave	Antimetabolito de glucosa y compuestos naturales con acción antioxidante, entre ellos extractos derivados del aguacate.
Propósito principal	Disminuir los efectos de la inflamación y el estrés oxidativo en el organismo, mejorando el equilibrio celular y previniendo el daño metabólico.

Aplicaciones potenciales	Suplementos nutricionales, alimentos funcionales, bebidas saludables y productos destinados a la prevención del envejecimiento celular.
Ventajas principales	Uso de ingredientes naturales con acción antioxidante y antiinflamatoria efectiva, sin efectos adversos y con beneficios prolongados para la salud.
Relevancia e impacto	La patente integra el conocimiento científico con la nutrición funcional, destacando el valor del aguacate como fuente natural de compuestos bioactivos y su potencial en la formulación de productos que promueven la salud preventiva.

Fuente: Elaboración propia. (Massimino, Davenport, Griffin, Roth, & Ingram, 2008)

Así mismo se describe distintas formas de aplicación en productos de consumo común demostrando que el enfoque combina ciencia y practicidad, además de resaltar que el uso prolongado de estos extractos no causa efectos negativos, lo que los convierte en una opción segura frente a tratamientos tradicionales y refuerza su papel dentro de la nutrición funcional y la búsqueda de alternativas naturales para el cuidado de la salud.

WO 2021/010815 A1: Método para producir cuero sustentable utilizando subproductos de partes de todas las variedades y especies de la planta del Genus Persea incluyendo entre ellas tanto la especie americana y la variedad Hass también

La invención plantea un método ecológico para producir cuero sin recurrir al cromo ni a otros metales pesados, utilizando residuos del aguacate como fuente principal de agentes curtientes naturales obtenidos de su pulpa, cáscara y semillas, donde con este proceso busca crear un cuero limpio y renovable con calidad certificada mediante análisis espectroscópico, garantizando un resultado sustentable y libre de sustancias tóxicas.

Tabla 9. Elementos principales del cuero sustentable

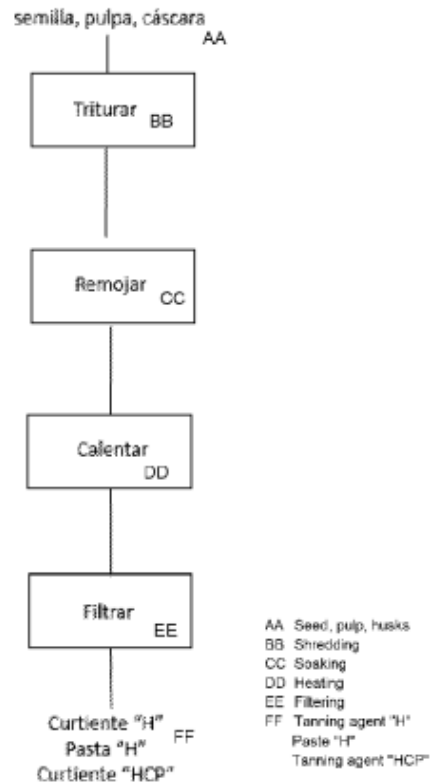
DATOS CLAVE DE LA INVENCION	
Título de la invención	Método para producir cuero sustentable utilizando subproductos de partes de todas las variedades y especies del género Persea
Número de publicación	WO 2021/010815 A1
Número de solicitud	PCT/MX2020/050019
Fecha de publicación	21 de enero de 2021
Fecha de presentación	15 de julio de 2020
Prioridad / solicitud provisional	US 62/874,602, 16 de julio de 2019
Solicitante / Titular	Curtidos Treviño, S.A.
Inventores	Leonelo Treviño Cantú Gerardo Treviño Cantú
Agente / Representante	Hector Mauricio de Hoyos Koloffon
País de origen	México
Campo técnico	Curtido vegetal, producción de cuero ecológico, sostenibilidad
Clasificación internacional (CIP)	C14C 3/10 (Curtido vegetal sin cromo ni metales pesados)
Descripción del producto	Cuero sustentable, libre de cromo, metales pesados y tintes tóxicos, biodegradable y producido a partir de subproductos del aguacate y otras plantas del género Persea
Ingredientes clave	Semillas, pulpa y cáscara del aguacate (Persea), agua, agentes naturales resultantes del proceso
Propósito principal	Proveer un método ecológico, sustentable y eficiente para producir cuero a partir de residuos agrícolas y vegetales
Aplicaciones potenciales	Industria de la moda, calzado, marroquinería, mobiliario, componentes de automóviles, accesorios, productos de decoración

Relevancia e impacto	Promueve la economía circular, reduce el uso de agentes contaminantes en el curtido, fomenta prácticas sostenibles en industria del cuero, aporta soluciones ecológicas y responsables socialmente, y potencialmente reduce costos y huella ambiental
----------------------	---

Fuente: Elaboración propia. (CURTIDOS TREVIÑO, 2021)

El proceso comienza con la preparación del curtiente natural conocido como “Curtiente H”, elaborado al triturar y calentar los residuos del aguacate para obtener un líquido filtrado que actúa como base del curtido, luego se realiza el tratamiento de los cueros en reactores con agua a temperatura controlada, aplicando el curtiente obtenido para asegurar una absorción uniforme y se complementa con la formulación de un aceite emulsionado llamado “AL50 OIL”, hecho con aceite puro de aguacate y un emulsionante el cual mejora la textura y resistencia del cuero.

Ilustración 22. Proceso de elaboración del cuero sustentable



Fuente: (CURTIDOS TREVIÑO, 2021)

US PP21,099 P3: Árbol de aguacate llamado “Maluma”

Esta última patente presenta una variedad de aguacate llamada “Maluma”, descubierta de manera natural en Sudáfrica y reconocida por compartir rasgos con el tipo Hass aunque con influencias guatemaltecas y mexicanas, lo que llevó a su selección por el tamaño del fruto y la maduración temprana en comparación con otras plantas del mismo entorno, que se caracteriza por su crecimiento fuerte y erguido además de una producción elevada que puede superar las veinte toneladas por hectárea al año, mostrando buena tolerancia a heladas suaves, al viento y a daños leves, lo que facilita su adaptación a distintas zonas de cultivo mientras conserva estabilidad genética y mantiene sus rasgos tras la propagación, lo que la hace confiable para uso comercial.

Tabla 10. Ficha técnica del árbol de aguacate “Maluma”

DATOS CLAVE DE LA INVENCION	
Título	Avocado Tree Named “Maluma”
Número de publicación	US 2010/0107288 P1
Fecha de publicación	29 de abril de 2010
Solicitante	A.H. Ernst & Sons (PTY) Ltd., Tzaneen, Sudáfrica
Inventor	Andries G. Joubert
Agente/Representante	Michelle Bos
Campo técnico	Horticultura, agricultura, fruticultura, variedades vegetales
Descripción del producto	Variedad de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), con características únicas como tamaño grande, forma piriforme, maduración temprana, alta productividad y resistencia a manchas en la piel. La fruta presenta un tamaño de 70 mm de diámetro apical, con piel de espesor 2 mm, y carne de color amarillo-verde con textura suave y mantequillosa. La planta es vigorosa, productiva, con tamaño de árbol de aproximadamente 5.5 m de altura y tolerante a condiciones climáticas adversas.
Propósito principal	Desarrollar y proteger una variedad de aguacate que ofrece producción temprana, frutos de gran tamaño, buena calidad organoléptica y resistencia a imperfecciones en la piel.
Clasificación internacional	Pt.f200 (variedades vegetales de aguacate)

Fuente: Elaboración propia.

El fruto es más grande y alargado que el Hass con una piel semirrugosa que pasa del verde al púrpura oscuro al madurar, su pulpa es de color amarillo verdoso con textura cremosa y sabor agradable, la semilla es mediana y ofrece un alto rendimiento de pulpa que le da un valor comercial importante además de conservarse bien y soportar el transporte sin deterioro, lo que favorece su presencia en mercados internacionales

Ilustración 23. Aguacate “Maluma”



Fuente: (Joubert A. , 2010)

3.3. FASE III: Practicas más relevantes empleadas en la conservación poscosecha

De acuerdo con la búsqueda realizada acerca del aguacate y los datos obtenidos, se pueden destacar varias publicaciones que abordan diferentes aspectos del aguacate, desde su cultivo hasta su conservación y cadena de suministro. A continuación, se presentan algunos artículos relevantes que contribuyen al entendimiento de este producto agrícola.

En primer lugar, Lieu, Phuong, Nguyen, Dang, & Nguyen (2024), destacan las propiedades nutricionales del aguacate, pero también señalan su alta susceptibilidad al deterioro debido a su naturaleza climatérica y la acción de microorganismos y hongos. Este estudio subraya la importancia de la conservación poscosecha, proponiendo el uso de metilciclopropeno (1-MCP) como una herramienta eficaz para inhibir la producción de etileno y prolongar la vida útil de la fruta, lo que responde a la creciente demanda mundial de aguacate.

De manera similar, el estudio de Cano (2023) sobre el aguacate Hass en Antioquia, muestra que la densidad de siembra impacta tanto en la productividad como en la calidad del fruto, sugiriendo que una densidad intermedia de 333-400 árboles por hectárea optimiza el rendimiento y la calidad del aguacate, donde este hallazgo se conecta con el estudio de Lieu, Phuong, Nguyen, Dang, & Nguyen (2024), ya que ambos abordan aspectos clave para mejorar la eficiencia del cultivo, aunque desde diferentes perspectivas: uno desde la producción y el otro desde la conservación.

Por otro lado, un estudio relacionado con el aceite de aguacate por Green & Wang (2022), muestra cómo factores como el grado de la fruta y el proceso de extracción afectan la calidad del aceite, que al comparar la extracción de aceite de la fruta entera con la de solo el mesocarpio, los resultados revelan que el aceite extraído de la fruta entera cumple con los estándares de aceite virgen extra, lo que no solo amplía el mercado de aceites sin refinar, sino que también ayuda a reducir el desperdicio de partes del aguacate que normalmente se desechan, pues este enfoque es una solución sostenible al aprovechar más partes de la fruta para evitar desperdicios.

En cuanto a la maduración y almacenamiento del aguacate, la investigación reveló que el almacenamiento bajo condiciones de la atmosfera controlada (AC) y el tratamiento con 1-MCP reducen significativamente la producción de etileno y la tasa de respiración en comparación con el almacenamiento en aire regular (AR), lo que se traduce en un menor ablandamiento de la pulpa y en la prevención de trastornos fisiológicos como el pardeamiento interno, demostrando que son especialmente útiles para mantener su calidad en mercados distantes, donde la durabilidad del producto es crucial. (Olivares, y otros, 2020)

Una investigación llamativa, es acerca de la espectroscopia de impedancia eléctrica (EIS), ya que ofrece una técnica no destructiva y económica para evaluar el grado de maduración del aguacate, destacando que esta tecnología permite un monitoreo rápido y preciso de las etapas de madurez, siendo innovador en la medición de la madurez que se alinea con los esfuerzos de

conservación discutidos en los estudios anteriores, proporcionando una herramienta más para optimizar la cadena de suministro. (Monzurul, Wahid, & Dinh, 2018)

Para la sanidad del cultivo, un estudio sobre el control de plagas en los cultivos de aguacate analiza el uso de aceites concentrados combinados con adyuvantes para mejorar la eficiencia del control de plagas, dando esta estrategia que se muestra prometedora, ya que no solo reduce el uso de recursos, sino que también mantiene la calidad del fruto, lo que refuerza la importancia de la gestión fitosanitaria adecuada en el cultivo del aguacate. (Gaskin & Pak, 2014)

Además, un trabajo realizado en Perú sobre la producción de palta orgánica resalta la necesidad de mejorar las prácticas agrícolas para alcanzar rendimientos más altos, a pesar del gran potencial de las condiciones climáticas y del suelo, conectando los temas de manejo eficiente y control de calidad tratados en los estudios previos, ya que el manejo agronómico adecuado es esencial para una producción sostenible. (Felles & García, 2022)

En otro contexto, la investigación sobre las pérdidas poscosecha en Hossana, Etiopía, identifica que las malas prácticas de manejo y los hongos patógenos son responsables de pérdidas significativas y refuerza la importancia de la manipulación cuidadosa y el control de hongos durante el almacenamiento, destacando la necesidad de un control efectivo durante la fase poscosecha. (Geremu, Welela, Tamirat, & Kidane, 2022)

Acerca de las enfermedades fitosanitarias en el aguacate, se menciona que enfermedades como la mancha de cercospora y la sarna afectan la calidad del fruto, especialmente después de la cosecha, cuando se producen infecciones secundarias, se subraya la importancia de un enfoque integral que combine la prevención de enfermedades en el campo con un manejo adecuado durante la poscosecha, complementando los estudios anteriores sobre la mejora de la sanidad en los cultivos. (Everett, 2020)

Finalmente, en la cadena de suministro, se observa que cada eslabón, desde la cosecha hasta el consumidor final, juega un papel crucial en la preservación de la calidad del aguacate. Este proceso, que incluye prácticas como el preenfriamiento, el uso de fungicidas y el tratamiento con 1-MCP, asegura que el aguacate mantenga su calidad durante el transporte y almacenamiento, lo que es fundamental para mercados internacionales. (Bill, Sivakumar, Thompson, & Korsten, 2014)

3.4. FASE IV: Beneficios y limitaciones

La exportación de productos agrícolas como el aguacate Hass representa una oportunidad valiosa para abrir nuevos mercados y fortalecer la economía, aunque también enfrenta ciertos desafíos que conviene entender con cuidado, porque solo al reconocer tanto los beneficios como las limitaciones es posible comprender el verdadero papel que tiene la tecnología del 1-MCP dentro de un proceso de exportación sostenible y competitivo.

En cuanto a los beneficios, es importante resaltar que acceder a los mercados internacionales brinda a los productores la posibilidad de diversificar sus fuentes de ingresos y no depender únicamente del mercado interno, lo que a su vez se traduce en mejores oportunidades económicas y en precios más altos para aquellos productos que cumplen con los estándares de calidad exigidos para la exportación, de hecho un estudio realizado sobre la agricultura en Kenia evidenció que la participación en mercados de exportación permitió a los pequeños agricultores incrementar sus ingresos en aproximadamente un 39%, gracias al valor más competitivo que alcanzan sus productos en el comercio internacional. (Amare & Wilson, 2020)

Diversos estudios han demostrado que las exportaciones agrícolas contribuyen directamente al crecimiento económico, lo que se evidencia en Indonesia, donde una mejora en el desempeño exportador permitió un incremento promedio del 0,7 % en el crecimiento económico (Faoziyah & Kim, 2022), mientras que en Perú, el caso del aguacate mostró que un aumento del 1 % en las exportaciones se vinculaba con un crecimiento aproximado del 0,40 % del PIB per cápita, reflejando así la importancia que este cultivo puede tener en el impulso de la economía nacional (Collantes & Morán, 2025).

Colombia ha venido mostrando un crecimiento constante en el volumen y valor de sus exportaciones de aguacate Hass, de hecho en 2024 se registraron 138.316 toneladas exportadas, una cifra que representa un aumento del 20,8 % en comparación con el año anterior, mientras que los ingresos alcanzaron aproximadamente 309,4 millones de dólares, lo que significó un incremento del 54,3 %, de esta manera se evidencia que para los productores colombianos existe una oportunidad real de incrementar sus ganancias y aprovechar la demanda creciente de este fruto. (El Nuevo Siglo, 2025)

El país continúa expandiendo sus horizontes comerciales y ha logrado posicionar el aguacate Hass en más de treinta países entre ellos Estados Unidos, Japón, China, Corea del Sur y

varias naciones europeas, lo que refleja una clara diversificación de destinos y una mayor apertura hacia mercados con altos estándares, que también ha llevado a que los productores adopten prácticas más cuidadosas en el cultivo, manejo y selección del fruto para cumplir con las exigencias internacionales, promoviendo al mismo tiempo una mayor competitividad y fortaleciendo la reputación del aguacate colombiano en el comercio exterior. (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2023)

La exportación impulsa la competitividad porque al ingresar a mercados más exigentes se generan nuevas oportunidades de empleo en actividades como el transporte, el procesamiento o los servicios relacionados con el producto, lo que a su vez permite reinvertir en el campo y hacerlo más productivo (Organización Mundial del Comercio, 2017). En este sentido, varios autores sostienen que exportar representa una ventaja significativa para las empresas, pues les abre la puerta a mercados donde pueden vender a mejores precios y obtener mayores ganancias, fortaleciendo así su crecimiento y estabilidad económica. (CALDERÓN, 2012)

Junto a todos esos beneficios también aparecen ciertas limitaciones que no pueden pasarse por alto, sobre todo en países en desarrollo o en aquellos que producen frutas de alto valor como el aguacate, porque uno de los principales retos está en poder cumplir con los exigentes estándares de calidad, empaque, trazabilidad y transporte que imponen los mercados internacionales, especialmente en destinos tan rigurosos como Japón, donde cada detalle del proceso cuenta y cualquier falla puede afectar la aceptación del producto.

Otra limitación importante tiene que ver con el impacto ambiental y la sostenibilidad de la producción orientada a la exportación, aspecto que ha despertado preocupación en distintos estudios sobre el comercio agrícola internacional, los cuales han encontrado que en muchos países en desarrollo el aumento de las exportaciones agrícolas suele ir acompañado de un deterioro en la calidad ambiental, expresado en mayores emisiones de gases de efecto invernadero, en parte por el uso excesivo de insumos y por la falta de herramientas adecuadas para reducir sus efectos negativos (Saghaian, Mohamed, & Mohammadi, 2022). En el caso del aguacate, varios informes han señalado consecuencias como la deforestación y el uso intensivo del agua en las zonas productoras, lo que evidencia que el crecimiento de las exportaciones no siempre va de la mano con prácticas sostenibles ni garantiza un equilibrio entre rentabilidad y conservación ambiental (Hernández V. , 2024).

3.5. FASE V: Impacto potencial del uso del 1-MCP aplicado en aguacate Hass en la competitividad de las exportaciones colombianas hacia Japón.

3.5.1. El 1-MCP y su influencia en la competitividad

Ilustración 24. Aportes del 1-MCP a la competitividad del aguacate Hass colombiano hacia Japón



Fuente: Elaboración propia.

El impacto del 1-MCP en la competitividad hacia Japón se entiende mejor cuando uno ve cómo cambia por completo el recorrido del aguacate después de la cosecha, porque ayuda a que la fruta se mantenga firme por más tiempo y que también le da al productor una sensación de respiro al saber que el aguacate puede viajar sin venirse abajo antes de tiempo, permitiendo pensar en trayectos largos sin ese miedo permanente a que la carga llegue en mal estado.

Además al manejar de forma más precisa la maduración, disminuye la cantidad de fruta que termina perdiéndose por golpes o por llegar en un punto donde ya no se puede vender, haciendo

que la logística deje de sentirse como un asunto de suerte y pase a ser algo más controlable, ya que el aguacate se comporta de manera mucho más estable y eso reduce la incertidumbre que siempre ha generado costos adicionales y demoras en toda la operación.

También influye en la manera en que el producto logra cumplir con lo que espera un mercado tan exigente como el japonés, porque permite entregar aguacates que conservan mejor su apariencia y su textura, dejando una fruta más pareja y confiable, algo esencial en un país donde se valora mucho la uniformidad y donde cualquier detalle fuera de lo usual puede hacer que el comprador cambie de proveedor sin pensarlo mucho.

A nivel logístico el 1-MCP introduce una sensación de calma en medio de la presión que implica mover un producto tan delicado, pues facilita el manejo en frío, reduce los imprevistos durante el transporte y permite organizar tiempos y rutas sin estar pensando en que la fruta puede deteriorarse de un momento a otro, haciendo que las exportaciones sean más ordenadas, más seguras y menos dependientes de correcciones de última hora que solo generan estrés y gastos innecesarios.

Lo más interesante es que ese control sobre la calidad abre la posibilidad de acceder a precios más altos en Japón, porque la fruta llega en mejores condiciones y logra posicionarse como un producto confiable para consumidores que están dispuestos a pagar más por algo estable y bien presentado, convirtiendo al 1-MCP en una herramienta que no solo protege la fruta sino que impulsa su valor en el mercado.

Finalmente, cuando el importador japonés recibe lotes que se comportan igual una y otra vez, empieza a formarse una confianza que va más allá del papel y se basa en resultados consistentes, fortaleciendo la relación comercial y dejando a Colombia en una mejor posición como proveedor serio y constante, porque mantenerse firme en la calidad a lo largo del tiempo es lo que realmente define quién se queda en mercados tan exigentes como este.

3.5.2. Prospectiva y formulación estratégica para la exportación de Aguacate Hass para Japón.

La siguiente fase expone un informe técnico de vigilancia científica y tecnológica orientado

a la exportación de aguacate Hass desde Colombia hacia el mercado japonés. En este sentido se desarrolló un simulador que evidencia el proceso logístico y comercial de una empresa exportadora “X” de Colombia frente a una Empresa importadora japonesa “Y”.

Para tal fin, contempla una caracterización del producto, la revisión normativa legal y fitosanitaria que se debe cumplir para poder realizar la debida exportación, así como lo es el análisis de los procesos de empaque y embalaje. De igual manera, incluye también la simulación de la carga en contenedores refrigerados, el seguimiento de las rutas tanto terrestres como marítimas, y la proyección de costos bajo términos DDP.

En consecuencia, este procedimiento permite evaluar la viabilidad de la operación, asegurando la adecuada conservación del aguacate en la etapa poscosecha y promoviendo su integración competitiva dentro del mercado japonés

3.5.3. Producto a importación

Producto a importar: Aguacate Hass

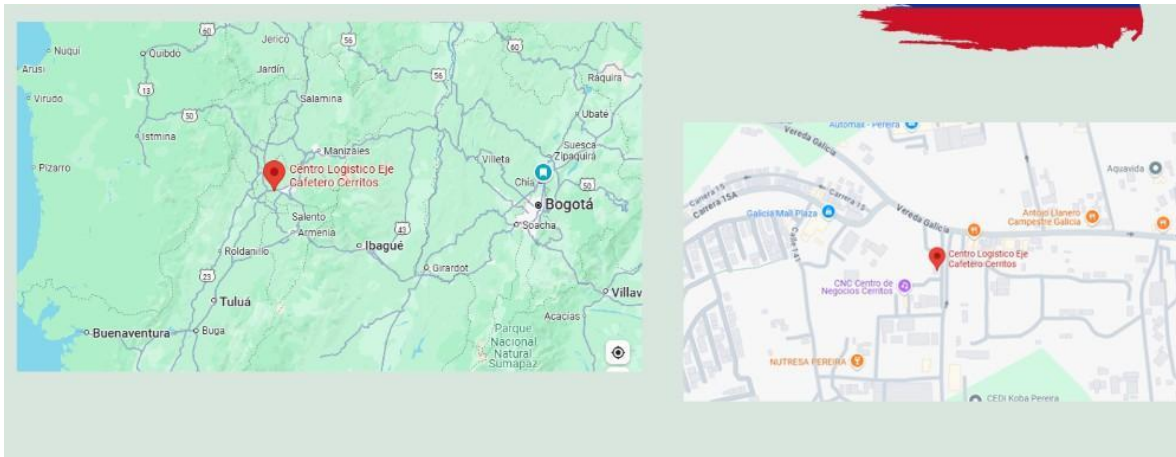
El aguacate Hass de Colombia goza de una excelente reputación global gracias a su sabor superior, cálidas constante y resistencia durante el envío. La apertura del mercado japonés representa un movimiento estratégico crucial para la agroindustria colombiana, aprovechando el aumento de la demanda asiática de frutas exóticas, saludables y premium.

PAÍS ORIGEN:

- Colombia (Empresa X).

Dirección: Km 11 vía Sector Cerritos-malabar, Vereda Esperanza Galicia, Pereira, Risaralda.

Ilustración 25. Ubicación geográfica de la Empresa “X” de Colombia.



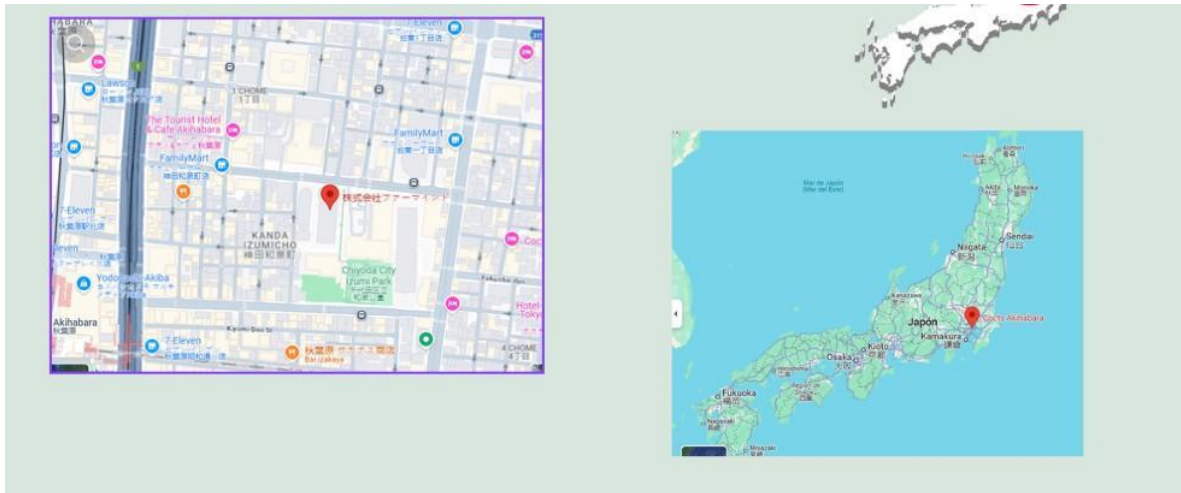
Fuente: (Google Maps, 2025)

La empresa “X” se posiciona como exportadora líder de “aguacate Hass” en el país, su planta de empaque moderno utiliza tecnología avanzada, dentro de esta, clasificación óptica y etiquetado automático, de esta forma logran procesar hasta 240 toneladas diarias del mencionado producto. Esta empresa, está autorizada por el ICA para poder enviar los productos a mercados selectivos como Estados Unidos, la Unión Europea y Asia, de esta forma, se garantiza los más rigurosos estándares de calidad y ausencia de peligro en el transporte alimenticio.

PAÍS DESTINO:

- Japón, Empresa importadora: (Empresa Y).
- Dirección: 〒101-0024 Tokyo, Chiyoda City, Kanda Izumicho, Japón.

Ilustración 26. Ubicación geográfica del país de destino de la importación.



Fuente: (Google Maps,2025)

Por otro lado, en Japón, la empresa “Y” es una destacada empresa que cumple diferentes funciones como importar, madurar y distribuir productos frescos. La colaboración de esta empresa con la empresa “X” de Colombia han permitido que se posicione como la principal puerta de ingreso del “aguacate Hass” garantizando así su llegada de manera rigurosa y constante al mercado japonés.

3.5.4. Importancia del proceso de importación del producto

La exportación del aguacate Hass desde Colombia hacia Japón se puede sustentar en una mezcla de factores de mercado, acceso y calidad. Los principales motivos son:

Aprovechamiento de la demanda japonesa: El mercado japonés ha tenido un crecimiento exponencial, por lo cual, se ha generado una alta demanda de aguacate, debido a su valor nutricional y su alta popularidad en el sector salud y la alta cocina.

Acceso al mercado: El acuerdo fitosanitario ha sido de gran importancia en este proceso de exportación, ya que abrió oficialmente las puertas del mercado japonés al aguacate Hass, creando nuevas y significativas oportunidades.

Diversificación geográfica: La exportación hacia Asia, especialmente a Japón, permite que Colombia reduzca la dependencia de sus mercados tradicionales como por ejemplo Estados Unidos, fortaleciendo así su posición comercial global.

Ventaja contra estacional: Para Colombia, poder proveer aguacate en temporadas en que otros grandes productores no lo hacen, permite que sea un proveedor regular y confiable para Japón durante el año.

Calidad superior del producto: El aguacate Hass nacional se destaca porque resiste las largas distancias que conlleva la exportación debido a sus características: excelente durabilidad, textura mantecosa y cáscara resistente. Se distingue por su durabilidad en el transporte, sabor mantecoso, pulpa sin fibras y cáscara resistente.

Infraestructura exportadora robusta: Exportadoras como la empresa “X” han desarrollado una infraestructura sólida, invirtiendo la alta tecnología para de esta manera poder obtener las certificaciones necesarias. En consecuencia, los procesos logísticos se cumplen a cabalidad con los más altos estándares de calidad y trazabilidad.

3.5.5. Ficha técnica del aguacate Hass

Tabla 11. Información técnica del aguacate Hass

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO		
FOTOGRAFIA	NOMBRE DEL PRODUCTO	AGUACATE HASS
	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Fruta tropical de cáscara rugosa y pulpa cremosa, rica en grasas saludables.
	COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO	100% fruta fresca natural
	CARACTERÍSTICAS	Fruto ovalado, piel rugosa y gruesa, color verde oscuro a negro al madurar, semilla grande y pulpa verde clara.
	CATEGORÍA	Frutas frescas
	FAMILIA A LA QUE PERTENECE	Frutas tropicales
	INSTRUCCIÓN DE USO	Consumir crudo, en fresco, en guacamole, ensaladas, etc.
	VIDA ÚTIL	20 a 30 días desde la cosecha bajo condiciones óptimas de refrigeración
	CUIDADOS	No golpear, mantener en lugar fresco y seco
	PROVEEDOR	Empresa X
	PAÍS DE ORIGEN	Colombia
	CLASIFICACIÓN ARANCELARIA	0804.40.00.00
	GRAVAMEN ARANCELAR	0% (según protocolo fitosanitario y condiciones de importación vigentes con Japón)
	IVA / GRAVAMEN POR ACUERDOS INTERNACIONALES	10% (Impuesto al consumo aplicable a importaciones en Japón)
	RÉGIMEN DE COMERCIO	Comercio permitido bajo protocolo fitosanitario Colombia–Japón
	ÍNDICE ALFABÉTICO ARANCELARIO	A. Aguacate
	DOCUMENTO DE SOPORTE	Factura de exportación, certificado fitosanitario, lista de empaque, documento de transporte
	DESCRIPCIÓN DE LA MERCANCÍA	Fruta fresca de aguacate Hass, calibre 12 a 24, grado de madurez

		acorde para exportación, empacado en cajas de cartón de 4 kg
--	--	--

Fuente: (Gonzalez, 2016)

3.5.6. Documentación requerida para la importación

La exportación del aguacate Hass colombiano que tiene como destino Japón requiere el cumplimiento de una serie de aspectos, tanto legales como fitosanitarios. Toda esta documentación necesaria se materializa y se divide en dos grupos principales:

Tabla 12. Documentación requisitos para antes y después de la exportación

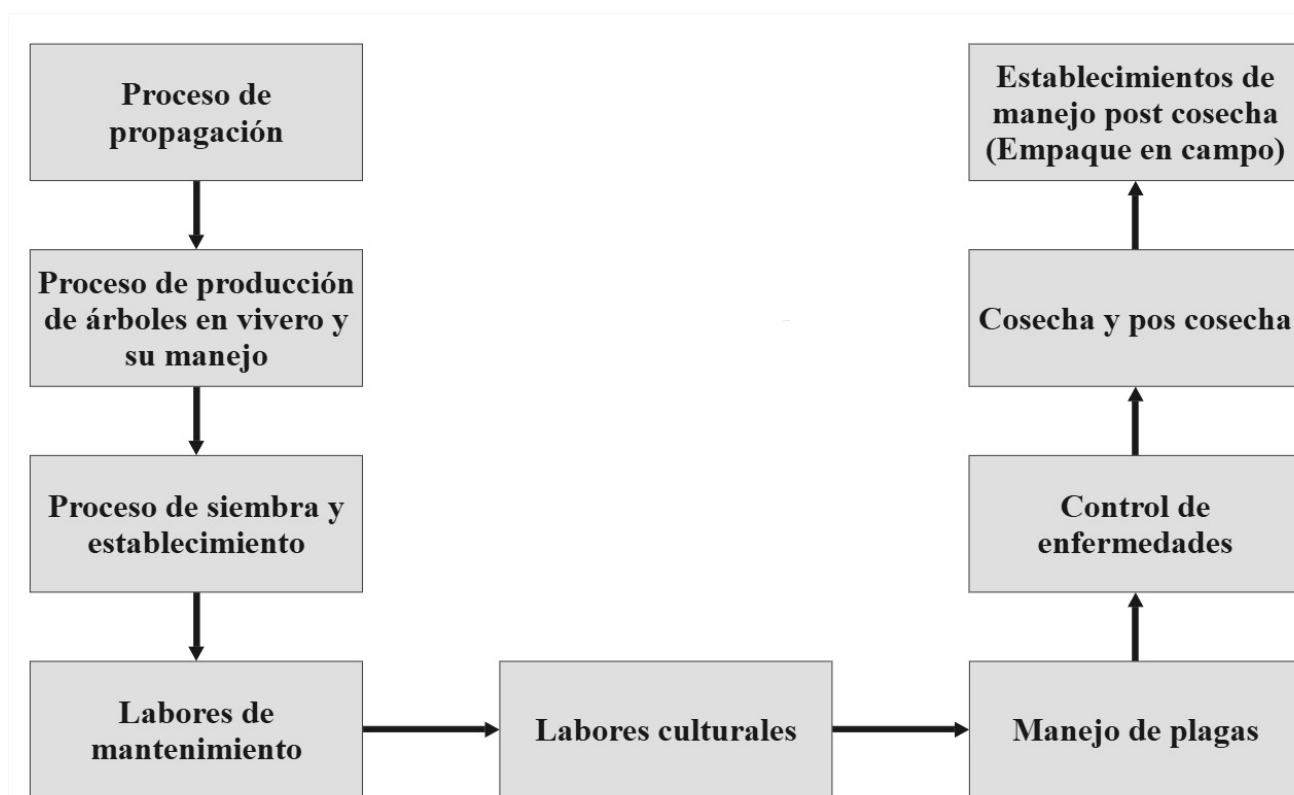
Antes de la exportación (previa):	Después de la exportación (posterior):
Registro ICA del predio productor habilitado y de la planta empacadora (ej: Empresa X, código EMP7664)	Certificado fitosanitario original presentado al MAFF (Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón).
Registro como exportador ante la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales).	Declaración de aduana japonesa (Customs Declaration).
Registro ante el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.	Formulario de notificación de importación de alimentos (Food Import Notification).
Certificado Fitosanitario emitido por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).	Informe de inspección fitosanitaria por parte del MAFF.
Declaración de cumplimiento del Protocolo Fitosanitario ICA-MAFF (Japón).	Resultados de control de residuos o pruebas de inocuidad, si son solicitadas por las autoridades japonesas.
Factura comercial (Commercial Invoice).	Registro del historial de temperatura del contenedor (en caso de transporte marítimo refrigerado).
Lista de empaque (Packing List).	Licencia de importación de alimentos (emitida por el Ministerio de Salud de Japón, si aplica).
Contrato de compraventa internacional o carta de intención comercial.	Registro del importador ante las autoridades aduaneras japonesas.
Reserva de transporte internacional (booking naviero o aéreo).	Factura de nacionalización y comprobante de pago de aranceles e impuestos.
Guía aérea (Air Waybill) o conocimiento de embarque marítimo (Bill of Lading).	Contrato o documentación de distribución con la empresa receptora (ej: Famind Corporation, Tokio).

Certificación Global G.A.P. del predio exportador. Certificados de inocuidad alimentaria (HACCP, BRC, ISO 22000), si son exigidos. Certificado de análisis de residuos químicos y trazabilidad del lote exportado. Certificado de origen (emitido por la Cámara de Comercio, si lo requiere el comprador).	
---	--

Fuente: (García J. , 2021)

3.5.7. Proceso productivo del Aguacate Hass

Ilustración 27. Diagrama de Flujo sobre el proceso productivo del Aguacate Hass



Fuente: (Instituto Nacional de Metrología – INM, 2021)

3.5.8. Empaque de Harina de Trigo para el proceso de Importación

Empaque primario

El empaque primario está compuesto por cajas de cartón corrugado de alta resistencia. Tiene una triple función, proteger directamente el producto del daño físico, regular la ventilación interna con el fin de preservar la fruta y poder obtener un fácil manejo del mismo, tanto manual como mecánico, cada uno de estos empaques contiene alrededor de 18 unidades del fruto, con un peso neto de 5.4 Kg.

Empaque secundario

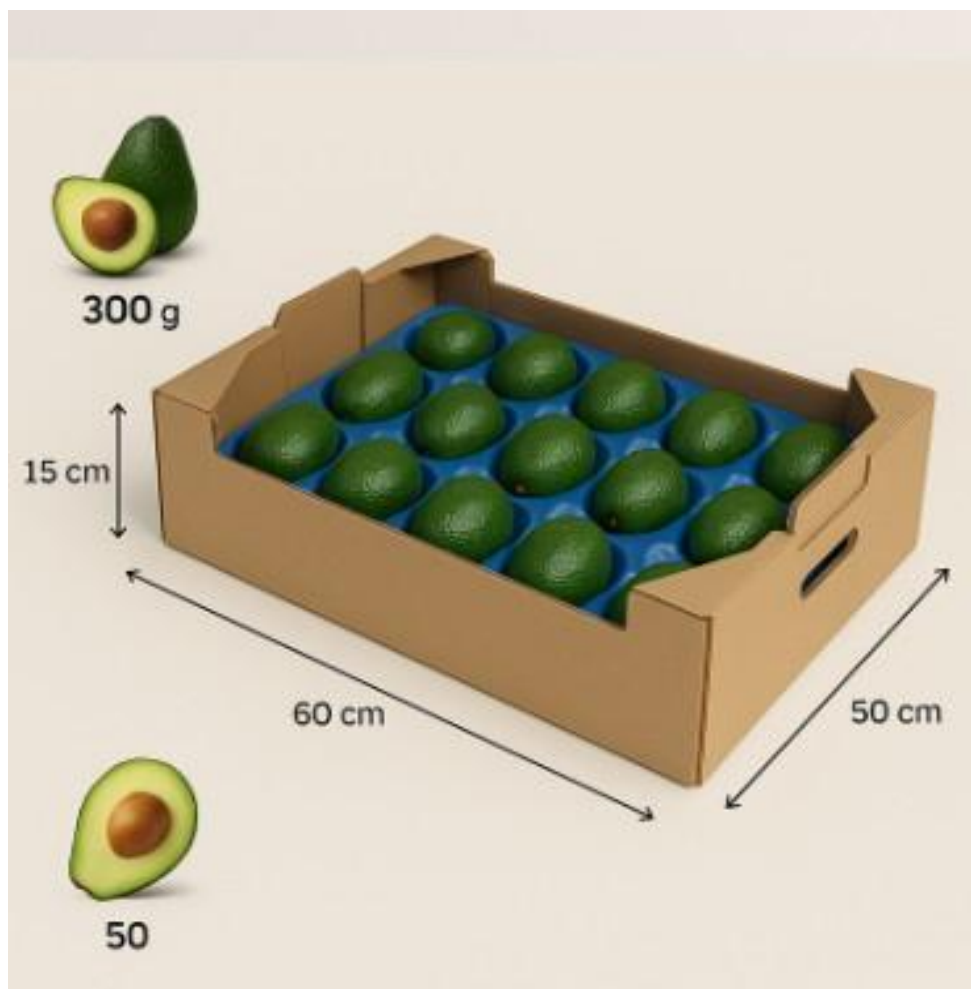
En cuanto al envío y el transporte, las cajas primarias se deben organizar en pallets tipo americano (con medida de 120cm x 100cm). Cada uno de estos pallets pueden almacenar hasta 60 cajas y se deben envolver con papel film plástico. Este segundo envoltorio, lo que busca es asegurar la estabilidad de la carga durante el tránsito y la protege de la humedad o de posibles contaminantes externos.

Tabla 13. Medidas del empaque

MEDIDAS DEL EMPAQUE
Largo: 60 cm
Ancho: 50 cm
Alto: 15 cm
Peso neto por caja: 5.4 kg
Peso bruto por caja: 6.4 kg

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28. Empaque para la importación.



Fuente: Elaboración propia con apoyo de ChatGPT (OpenAI, 2025)

3.5.9. Etiquetado y Rotulado de Harina de Trigo para el proceso de Importación

Para que el producto sea aceptado en Japón, el etiquetado del aguacate Hass debe ser equivalente a las normativas globales de trazabilidad y seguridad, así como las específicas de comercio exterior. De tal forma, se cumplen con los requisitos tanto de las entidades reguladora colombianas como de las japonesas.

La etiqueta del empaque incluye:

Tabla 14. Etiqueta del empaque

ETIQUETA DEL EMPAQUE
Nombre del producto: Aguacate Hass
Peso neto: 5.4 kg
Peso bruto: 6.4 kg
Información del lote y fecha de vencimiento
País de origen: Colombia
Empresa exportadora: Empresa X
Normativa de calidad e instrucciones de almacenamiento: Conservar refrigerado entre 5°C a 7°C
Instrucciones de manipulación: Manipular con cuidado. Producto perecedero.
Advertencias (si aplica): No perforar el empaque. No exponer al sol directo

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29. Etiqueta y Rotulado para la importación.



Fuente: Elaboración propia con apoyo de ChatGPT (OpenAI, 2025)

3.5.10. Aplicación de Aguacate Hass para la importación basada en cálculo propio

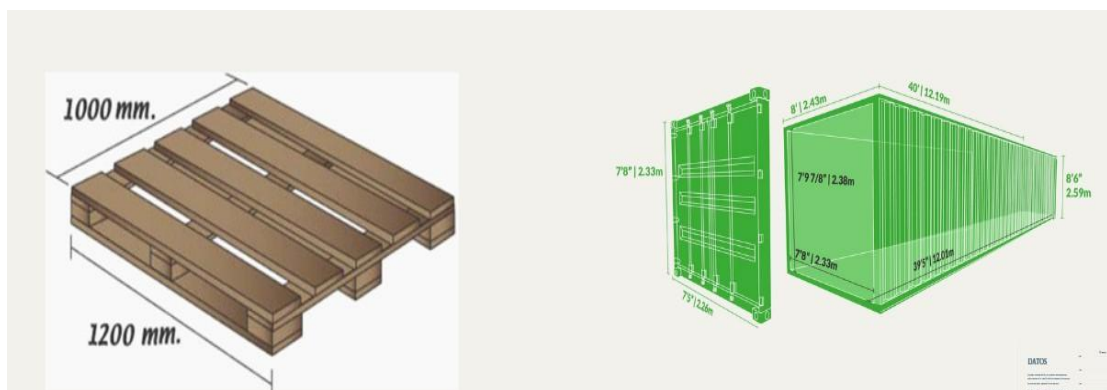
El proceso de agrupamiento del aguacate Hass qué tiene como destino Japón exige una planificación técnica y exacta que respete la naturaleza perecedera del producto, las dimensiones y el empaque utilizado.

El aguacate se empaca en casa de cartón corrugado de alta resistencia, cada una midiendo 60cm x 50cm y con un peso bruto aproximadamente de 6.4 Kg. Por otro lado, en cuenta la manipulación y transporte eficiente, estas cajas se deben de organizar sobre estibas tipo americano (120cm x 100cm).

En cuanto al envío se utiliza un contenedor refrigerado High Cube de 40 pies qué tiene como dimensiones internas aproximadas: 11.57m x 2.26m x 2.51m). Este espacio permite ubicar dos filas de pallets a lo ancho y hasta nueve a lo largo, para una capacidad de 18 pallets. Sin embargo, al buscar la máxima eficiencia y distribución adecuada del peso, la carga funcional se fija en 20 pallets por contenedor.

En lo que tiene que ver con la configuración final de la carga, esta es optimizada ya que resulta una capacidad total aproximada de 1.200 cajas de aguacate Hass por contenedor, lo cual equivale a un peso bruto de 7.680 Kg. Teniendo en cuenta lo anterior el diseño de esta carga no solo cumple con las normativas internacionales de transporte, sino que también asegura la integral ida del producto y facilita las operaciones logísticas en los puertos de origen y de destino. Además, el uso de estibas es fundamental para estabilizar la carga y de esta forma prevenir los daños físicos como el aplastamiento del producto durante el trayecto.

Ilustración 30. Medidas del contenedor y de la estiba para la importación de Aguacate Hass



Fuente: Elaboración propia con apoyo de ChatGPT (OpenAI, 2025)

3.5.11. Aplicación de Aguacate Hass para la exportadora basada en Searates

Ahora bien, la simulación de carga realizada en la plataforma SeaRates para el aguacate Hass en un contenedor de 40 pies High Cube, demostró que tiene una alta eficiencia logística, aunque con una conclusión clara: La limitación principal es el volumen, no el peso.

Este análisis mostró que se pudieron cargar 1.148 cajas en el contenedor, alcanzando el 95% de la capacidad planificada, la cual se estimaba en 1.200 cajas, es decir que:

- **Volumen ocupado:** 51.66m³, que será el 68% del volumen total del contenedor.
- **Peso total:** 7.347,2 Kg, equivalente al 26% del peso útil máximo permitido.

Los resultados mencionados anteriormente confirman que el aguacate Hass es un producto voluminoso y liviano, porque el espacio físico, es el factor restrictivo, mucho antes de alcanzar el límite de peso del contenedor.

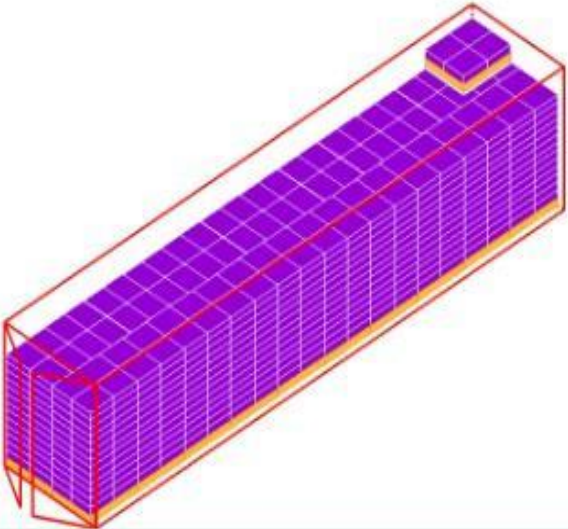
Dentro del estudio también se pudo verificar una optimización efectiva en el uso de pallets:

- Cada pallet logró almacenar hasta 52 cajas, utilizando el 98% de su volumen.

- El peso por pallet fue de 332.8 Kg, representando solo el 44% de su capacidad máxima.
- Se logró ubicar un total de 22 pallets en el contenedor, superando ligeramente el estimado teórico de 20 pallets.

Se puede concluir que estos datos determinan qué el diseño adecuado del empaque y la correcta distribución sobre los pallets son esenciales para maximizar el uso volumétrico del contenedor. La leve diferencia encontrada radica en la carga teórica y la efectiva (1.200 vs 1.148 cajas) se atribuye a los ajustes especiales, los márgenes de seguridad y los pequeños espacios vacíos inevitables en la logística de carga.

Ilustración 31. Resultado del llenado

Contenedores	Carga del embalaje
Todos los contenedores: 40' hq: 1 unidades 20' dv: 1 unidades	1200e paquetes totales. Packed: 1200e paquetes. (100%)
	Contenedor Nº1 (40' hq 1 unidades) Packed: 1148 packages: (95%). Including: ■ Carga1 - 1148 paquetes (95%) Cargo volume: 51.66 m ³ (68% of volume) Cargo weight: 7347.2 kg. (26% of max payload) La cantidad de la carga se limita por el volumen

Fuente: Elaboración Propia con apoyo de Searates (Searates, 2025)

3.5.12. Análisis comparativo entre el cálculo propio y la simulación en SeaRates

Al confrontar los resultados obtenidos del cálculo realizado manualmente con los datos en la plataforma SeaRates, se identifican distintas diferencias relevantes tanto en la cantidad de cajas cargadas como en la interpretación de la restricción principal dentro de la operación logística.

En primer lugar, el cálculo teórico estimo que en un contenedor de 40 pies High Cube era posible ubicar 1.200 cajas de aguacate Hass, organizadas en 20 pallets con un promedio de 60 cajas cada uno. Esta estimación se fundamentó en una apilación vertical de 14 niveles por pallet y en la ocupación total del espacio horizontal, considerando las dimensiones estándar de cajas y pallets americanos.

Por ende, la simulación realizada en Searates arrojó un resultado ligeramente menor: 1148 cajas, lo que representa un 95% de la capacidad inicialmente proyectada. Dicha diferencia, puede explicarse por los márgenes de seguridad que el software aplica de manera automática, así como por ajustes computacionales orientadas a optimizar la ventilación y la circulación del aire dentro del contenedor refrigerado, aspectos determinantes en la exportación de productos altamente perecederos como el aguacate. Un hallazgo clave, es que de acuerdo con la simulación dicha principal limitación no fue el peso, ya que se utilizó únicamente el 26% de la capacidad máxima del contenedor, equivalente a 7.347,2 Kg sino el volumen.

En el caso del aguacate Hass, su bajo peso unitario y el mayor volumen del empaque general que la saturación cubica ocurra antes de alcanzar el límite de carga por peso.

En consecuencia, desde el ámbito logístico, el “aguacate Hass” puede clasificarse como un producto volumétrico más que denso, lo que percute directamente en la eficiencia del transporte y en el costo por kg exportado. Sin embargo, la distribución sugerida por SeaRates aunque no aprovecha la capacidad máxima en peso, asegura una adecuada manipulación, ventilación y estabilidad de carga dentro de los procesos logísticos, factores claves e indispensables para poder conservar la calidad del fruto durante el lapso de tiempo de 30 a 35 días de trayectoria hacia el mercado Japonés.

3.5.13. Ruta internacional

❖ Ruta terrestre

Pereira-Cartagena

La trayectoria terrestre comienza en la planta empacadora “X” localizada en la vereda Esperanza Galicia, en el municipio de Pereira (Risaralda). Desde ese punto, el aguacate Hass es movilizado en camiones refrigerados con destino al Puerto de Cartagena, teniendo en cuenta que es considerado uno de los principales terminales marítimos del país habilitados para el comercio exterior.

La ruta tiene una expansión aproximada de 800 a 900 kilómetros, lo que implica un tiempo de recorrido estimado entre 18 y 22 horas, sujeto a las condiciones viales y climáticas. En comparación con otras alternativas, esta conexión resulta estratégica debido a su adecuada infraestructura vial, mayor eficiencia operativa y menor nivel de congestión frente al puerto de Buenaventura. Adicionalmente, la ciudad de Cartagena dispone de una amplia capacidad para el manejo de contenedores refrigerados y ofrece varias salidas frecuentes hacia destinos asiáticos por medio de navieras internacionales

Ilustración 32. Trazabilidad de ruta terrestre



Fuente: (Google Maps,2025)

❖ Transporte marítimo

Cartagena -Yokohama, Japón

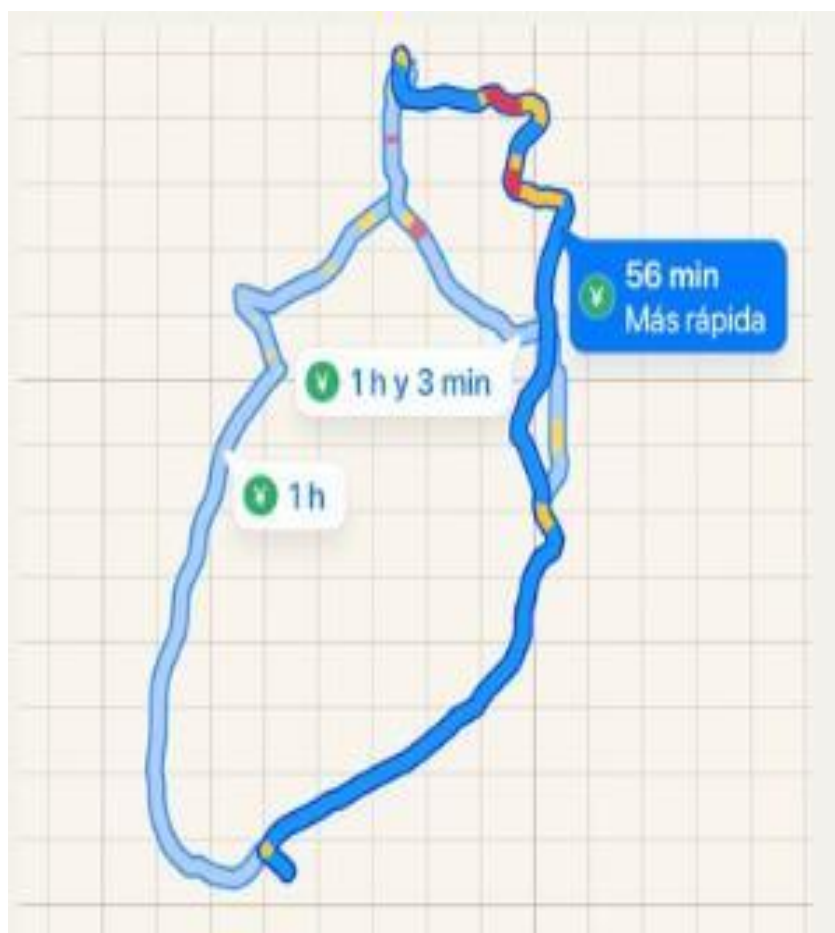
Una vez de los contenedores refrigerados llegan al Puerto de Cartagena, son embarcados con destino al Puerto de Yokohama, en Japón, mediante navieras internacionales, como Maersk, MSC, Hapag-Lloyd u Ocean Network Express. Este trayecto marítimo tiene una duración aproximada de 28 a 35 días, la cual varía según el número de escalas intermedias y el puerto de transbordo.

Ruta terrestre final en Japón: Yokohama – Tokio

Desde el puerto de Yokohama, los contenedores con aguacate Hass son trasladados por vía terrestre hasta las instalaciones de la empresa importadora “Y”, situadas en el distrito de Chiyoda, en Tokio.

La distancia aproximada entre ambos puntos varía entre 40 a 50 kilómetros, esto representa un tiempo de recorrido estimado de 1,5 a 2 horas en camiones refrigerados. Esta fase final, que es conocida como “última milla” resulta super vital para asegurar que el aguacate llegue al centro de distribución en óptimas condiciones, entre ellas frescura, temperatura y presentación, así mismo cumpliendo con su perfecta comercialización en Japón.

Ilustración 33. Trazabilidad de ruta terrestre



Fuente: (Google Maps,2025)

Ilustración 34. Cotización de Importación Aguacate Hass

FECHA / DATE: 05-jun.-2025

Teléfono / Phone: +81 3-1234-5678

SUBTOTAL USD	11,396.76
EMPAQUE Y EMBALAJE	901.03
DESCUENTO / DISCOUNT	-0.00
SEGURO / INSURANCE	0.00
TRANSPORTE Y OTROS / SHIPPING AND HANDLING	-10,157.94
OTROS / OTHERS	0.00
TOTAL USD	2,139.84

El precio unitario establecido por caja es de USD 9,50 lo que corresponde aproximadamente a un valor de producto de USD 11.396,76, bajo el incoterm DDP

(Delivered Duty Paid) el cual implica que el exportador asume la totalidad de los costos hasta la entrega en destino final. Por otra parte, ha dicho monto se le agregan los siguientes valores adicionales:

- **Empaque y embalaje** USD 901,03
- **Seguro** USD 123,00
- **Transporte con otros gastos asociados** USD 1.115,00

De esta manera, el valor total que se considera de la operación trasciende a **USD 13.535,79.**

Esta cifra se considera competitiva puesto que si se tiene en cuenta la distancia del trayecto, la necesidad del transporte que se debe usar especializado en la cadena de frío y todas las normativas estrictas del mercado japonés, cumple realmente con todas las expectativas proporcionadas, además incluye todos los costos que tienen los procesos de producción, procesamiento, transporte nacional, flete marítimo internacional, seguros, materiales de empaque y la distribución final en Tokio para el paso a la terminación de la cadena de suministro

3.5.15. Análisis del simulador de costos

Teniendo en cuenta el simulador de costos, constituye una herramienta que facilita la visualización detallada y organizada de todos los procesos y costos involucrados en una operación real de la exportación bajo condiciones del incoterm DDP.

Siendo así, en este escenario el análisis evidencia claramente el costo total por unidad exportada (Caja) que alcanza aproximadamente los USD 11,28 al integrar tanto el valor del producto como todos los gastos de los procesos logísticos y administrativos.

El precio base FOB, fijado en USD 9,50 por caja, que se considera altamente competitivo para el mercado de Japón, dado que refleja la calidad del aguacate Hass colombiano, el cumplimiento de la certificación Global G.A.P., la trazabilidad del lote y la prolongada vida útil del fruto.

De igual modo, los respectivos gastos correspondientes al empaque y embalaje resultan coherentes con la utilización de cajas de cartón reforzado y pallets estandarizados, por otra parte, en cuanto al seguro y el transporte internacionales, estos se ajustan a las condiciones reales de una operación de largo alcance como la ruta Colombia-Japón.

Por esta razón, este tipo de simulaciones se convierte en un insumo clave para la toma de decisiones en el contexto del comercio exterior, ya que permite al exportador poder identificar márgenes de rentabilidad, definir precios de ventas en los mercados internacionales y a su vez garantizar el cumplimiento de los requerimientos financieros y logísticos que establecen los acuerdos comerciales y las autoridades aduaneras del país del destino.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El análisis realizado mostró que el 1-MCP es una herramienta muy útil para preservar el aguacate Hass después de la cosecha, especialmente cuando se requiere que la fruta mantenga su calidad durante traslados prolongados, como los envíos internacionales a Japón, donde la apariencia y firmeza son esenciales, donde al revisar los estudios se evidenció que este compuesto contribuye a ralentizar el proceso de maduración, conservando tanto el aspecto como el sabor cuando se aplica en el momento adecuado y con el manejo correcto, lo que demuestra que su eficacia depende directamente del estado de la fruta al momento de cosecharla y de los cuidados posteriores, asegurando que llegue en óptimas condiciones al consumidor.

Al mismo tiempo, la investigación dejó claro que el 1-MCP no funciona solo y que necesita estar acompañado de otros procesos como mantener la temperatura correcta, la humedad y transportar la fruta de manera refrigerada, porque su efecto es mejor cuando todo se hace de manera organizada, asegurando que la fruta se mantenga en buen estado desde que sale del campo hasta que llega al destino, así se puede confiar en que va a conservarse y cumplir con lo que esperan los compradores.

Por otro lado, el estudio también mostró que usar tecnologías como el 1-MCP ayuda a que el aguacate colombiano sea más competitivo porque facilita cumplir con las reglas de calidad y sanidad que piden otros países, lo que hace que los consumidores confíen más en el producto y abre más oportunidades de venta fuera del país, además los resultados evidencian que esta tecnología no se limita únicamente al aguacate sino que también ha dado buenos resultados en otras frutas y hortalizas, lo que abre nuevas posibilidades para fortalecer la diversificación agrícola y contribuir a la sostenibilidad del sector, generando así un impacto positivo en toda la cadena productiva.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda seguir impulsando la investigación sobre el uso del 1-MCP en el aguacate Hass colombiano enfocándose en precisar mejor las dosis, los tiempos y las condiciones de aplicación en las diferentes zonas productoras de manera que los resultados se adapten a la diversidad climática y fisiológica de cada región además sería conveniente promover la colaboración entre productores, exportadores e instituciones técnicas para establecer protocolos unificados de manejo poscosecha que incluyan el 1-MCP dentro de una estrategia logística más amplia.

También resulta importante fortalecer la capacitación de los agricultores y operarios en el uso de tecnologías de conservación y control de calidad dado que su manejo adecuado contribuye a evitar errores que disminuyan la eficacia del tratamiento de igual manera conviene seguir explorando combinaciones del 1-MCP con otros métodos como atmósferas controladas o recubrimientos naturales permitiendo prolongar la vida útil de la fruta sin afectar sus características organolépticas.

Finalmente, es recomendable ampliar el estudio del 1-MCP hacia otros cultivos de exportación considerando su capacidad para mejorar la durabilidad y presentación de los productos frescos de esta manera se generaría un beneficio adicional para la agricultura nacional y se avanzaría hacia una producción más competitiva, sostenible y alineada con las exigencias internacionales de calidad y seguridad alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Adkins, M. F., Hofman, P. J., Stubbings, B. A., & Macnish, A. J. (2005). *Manipulating avocado fruit ripening with 1-methylcyclopropene*. . Obtenido de Postharvest Biology and Technology, 35 (1). pp. 33-42.: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.05.021>
- Amare, M., & Wilson, J. (18 de febrero de 2020). *Aguacates en Kenia: ¿Qué impide el desarrollo de los pequeños agricultores?* Obtenido de IFPRI: <https://www.ifpri.org/blog/avocados-kenya-whats-holding-back-smallholder-farmers/>
- Amin, I., Poerwanto, R., & Kartika, J. (2016). *1-MCP application to prolong avocado shelflife*. Obtenido de Acta Horticulturae, 1120, 131–136.: <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/87280/acta%20horti.pdf>
- ANALDEX . (17 de Febrero de 2025). *Analdex*. Obtenido de ASOCIACIÓN NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR: <https://analdex.org/2025/02/17/informe-exportaciones-de-aguacate-hass-2024/>
- ANALDEX. (2025). *El aguacate Hass impulsó las exportaciones de tres departamentos del país*. Obtenido de Asociación Nacional de Comercio Exterior: <https://analdex.org/2025/02/18/el-aguacate-hass-impulso-las-exportaciones-de-tres-departamentos-del-pais/#:~:text=El%20aguacate%20Hass%20impuls%C3%B3%20las%20exportaciones%20de%20tres%20departamentos%20del%20pa%C3%ADs,-Direcci%C3%B3n%20de%20Comunicaciones>
- APEAM. (04 de 03 de 2024). *aguacatesparasiempre*. Obtenido de aguacatesparasiempre: <https://aguacatesparasiempre.com/la-cadena-de-valor-del-aguacate/>
- Arpaia, M. L. (2010). *Preharvest factors influencing postharvest quality of tropical and subtropical fruit*. . Obtenido de Acta Horticulturae, 858, 151–158. : https://www.actahort.org/books/858/858_17.htm
- Asociación Nacional de Comercio Exterior. (29 de mayo de 2024). *Retos de producción, logísticos y climáticos, los principales dolores de cabeza para las exportaciones del aguacate Hass*. Obtenido de ANALDEX: <https://analdex.org/2024/05/29/retos-de-produccion-logisticos-y-climaticos-los-principales-dolores-de-cabeza-para-las-exportaciones-del-aguacate-hass/>
- AXARFRUIT S.L. (2025). *Crema unttable de aguacate y queso de cabra WO 2025/027217 A1*. Obtenido de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: <https://patentimages.storage.googleapis.com/bd/75/05/782c1b905499fb/WO2025027217A1.pdf>

- Balaguera, H., Salamanca, F., García, J., & Herrera, A. (2014). *Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión*. Obtenido de REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS - Vol. 8 - No. 2 - pp. 302-313: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732014000200012
- Barbosa, A. (05 de agosto de 2025). *Aguacate Hass rompe récords y consolida su trono en las exportaciones agrícolas*. Obtenido de CONtexto Ganadero: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/aguacate-hass-rompe-records-y-consolida-su-trono-en-las-exportaciones-agricolas>
- Barbosa, A. (05 de agosto de 2025). *Aguacate Hass rompe récords y consolida su trono en las exportaciones agrícolas*. Obtenido de CONtexto Ganadero: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/aguacate-hass-rompe-records-y-consolida-su-trono-en-las-exportaciones-agricolas>
- Beltrán, T., Zoffoli, J. P., & Callejas, M. J. (2003). *1-METILCICLOPROPENO: UNA HERRAMIENTA EFECTIVA PARA CONTROLAR LA MADURACIÓN DE PALTA Y RELACIONARLA CON LA MADUREZ DE COSECHA*. Obtenido de PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE: https://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/Y-Z/ZoffoliJuan0000.pdf
- Bermúdez, L. (18 de noviembre de 2024). *La Fruta de la Prosperidad: El Fenómeno del Aguacate Hass en Colombia*. Obtenido de ANEIA: <https://aneia.uniandes.edu.co/la-fruta-de-la-prosperidad-el-fenomeno-del-aguacate-hass-en-colombia/>
- Bill, M., Sivakumar, D., Thompson, K., & Korsten, L. (26 de junio de 2014). *Gestión de la calidad del fruto del aguacate durante la cadena de suministro poscosecha*. Obtenido de Taylor & Francis Online: <https://www.tandfonline.com.ezproxy.uniminuto.edu/doi/full/10.1080/87559129.2014.907304#d1e189>
- Cadavid, V. (06 de agosto de 2023). *El Suroeste antioqueño, la región que más produce y exporta aguacate en el país*. Obtenido de Periódico El Suroeste: <https://periodicoelsuroeste.com/el-suroeste-antioqueno-la-region-que-mas-produce-y-exporta-aguacate-en-el-pais/>
- Calderón, A. (2024). *ELEFECTO DELA APLICACIÓN DE 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP) Y CERA DE CARNAUBA SOBRE LA CALIDAD DE POSTCOSECHA DELA PALTA HASS (Persea americana Mill.)*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO: https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/23872/Calderon_Apa za_Aurelia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CALDERÓN, J. (2012). *ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE ÉXITO EXPORTADOR*. . Obtenido de UNIVERSIDAD DEL VALE:

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/6087cb13-a72e-4578-ab2e-e194bca53968/content>

Cano, L. (2023). *Yield and fruit quality of avocado grown at different planting densities in Colombia*. Obtenido de SciELO: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ZZBGyWNWqSr5Yzjt5k57DrN/?lang=en>

Candan, A., & Calvo, G. (2016). *Atmósferas controladas dinámicas: una alternativa para el control de la escaldadura superficial en peras*. Obtenido de SciELO: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142016000300009

Collantes, F., & Morán, R. (14 de mayo de 2025). *Impact of Avocado Exports on Peruvian Economic Growth*. Obtenido de School of International Business and Administration, César Vallejo University, Av. Víctor Larco 1700, Trujillo 13001, La Libertad, Peru: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2025Sust...17.4460C/abstract>

CURTIDOS TREVIÑO, S. (21 de enero de 2021). *Método para producir cuero sustentable utilizando subproductos de partes de todas las variedades y especies de la planta del Genus Persea incluyendo entre ellas tanto la especie americana y la variedad Hass también WO 2021/010815 A1*. Obtenido de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: <https://patentimages.storage.googleapis.com/26/08/69/5d30342f9f1888/WO2021010815A1.pdf>

Dean, R. (2011). *ENHANCEMENT OF 'HASS' AVOCADO SHELF LIFE USING ULTRALOW TEMPERATURE SHIPPING OR 1-MCP TREATMENT AND COLD CHAIN MANAGEMENT*. Obtenido de University of KwaZulu-Natal : <https://researchspace.ukzn.ac.za/server/api/core/bitstreams/eb231c7e-985a-4f69-a915-7901e065066f/content>

Díaz, J., Ardila, C., & Guerra, M. (13 de diciembre de 2019). *Estudio de caso sobre la admisibilidad del aguacate Hass colombiano en el mercado estadounidense: oportunidades en el Este de Asia*. Obtenido de Universidad EAFIT: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/map/article/view/5826/4568>

Duque, M. A. (2023). *Producto de panadería saludable sin harinas a base de aguacate y método de fabricación (Patente WO 2023/175446)*. Obtenido de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.: <https://patentimages.storage.googleapis.com/02/10/41/c401c5f687fe16/WO2023175446A1.pdf>

Durán, P. (2005). *1-METILCICLOPROPENO COMO ALTERNATIVA PARA MANTENER LA CALIDAD DEL RAQUIS DE UVA DE MESA (Vitis vinifera L.)*. Obtenido de Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.:

<https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/762/1/DURAN-ISLAS-PE05.pdf>

- El Nuevo Siglo. (09 de marzo de 2025). *Aguacate hass se convirtió en el ‘oro verde’ para el campo colombiano*. Obtenido de <https://www.elnuevosiglo.com.co/economia/aguacate-hass-se-convirtio-en-el-oro-verde-para-el-campo-colombiano>
- Escalona, V., Correa, J., & Gonzáles, A. (2019). *MANEJO POSTCOSECHA DE TOMATES Y PIMIENTOS FRESCOS Y DE IV GAMA*. Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/175675/Manejo-postcosecha-de-tomates-y-pimientos-fresco.pdf>
- Escobar, J. (2018). *EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ZONA DE CULTIVO, ÍNDICE DE MADUREZ DE COSECHA Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO BAJO REFRIGERACIÓN, SOBRE LA CALIDAD DEL AGUACATE (persea americana Mill cv. Hass)*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://bfrrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/3793f23a-e305-410b-9006-02b6391b461a/content>
- Espinoza, J. A. (2019). *Manejo del cultivo de Persea americana Mill. “Aguacate” para la exportación en la empresa agrícola Valle Verde S.A.C. Arequipa 2018*. Obtenido de Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: <https://1library.co/document/zwvr411q-manejo-cultivo-persea-americana-exportacion-empresa-agricola-arequipa.html>
- Everett, K. (2020). *Enfermedades del aguacate que afectan la calidad de la fruta*. Obtenido de CABI Digital Library: <https://www.cabidigitallibrary-org.ezproxy.uniminuto.edu/doi/10.1079/PAVSNNR202015016>
- FAOSTAT. (2022). *Importaciones de aguacate de Japón (toneladas)* . Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QI/visualize>
- Faoziyah, K., & Kim, J. (09 de diciembre de 2022). *The Importance of Agricultural Export Performance on the Economic Growth of Indonesia: The Impact of the COVID-19 Pandemic*. Obtenido de Department of Agricultural and Resource Economics, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea: https://www.researchgate.net/publication/366194654_The_Importance_of_Agricultural_Export_Performance_on_the_Economic_Growth_of_Indonesia_The_Impact_of_the_COVID-19_Pandemic
- Felles, D., & García, S. (01 de diciembre de 2022). *FACTORES FÍSICOS Y TÉCNICOS QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE PALTO ORGÁNICO (Persea americana Mill.), EN PERÚ*. Obtenido de Revistas UDEC: <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/7495/9281>

- Fernández, J. P., Hernández, M., & Barrera, J. (2007). *Manual de manejo de cosecha y postcosecha de frutos de arazá (Eugenia stipitata Mc. Vaugh) en la Amazonia colombiana*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Eschema-representativo-del-acoplamiento-entre-las-moleculas-del-1-MCP-con-los_fig6_216112286
- Flores, L. (19 de julio de 2023). *República Dominicana resalta en “top 5” de mayores productores de aguacates en el mundo*. Obtenido de El Dinero: <https://eldinero.com.do/238881/republica-dominicana-resalta-en-top-5-de-mayores-productores-de-aguacates-en-el-mundo/>
- Fresh Plaza. (06 de marzo de 2024). *Perú ya cuenta con 32.000 hectáreas dedicadas al cultivo de aguacate Hass*. Obtenido de <https://www.freshplaza.es/article/9598674/peru-ya-cuenta-con-32-000-hectareas-dedicadas-al-cultivo-de-aguacate-hass/>
- Frías Miranda, J. E. (2015). *Repositorio Académico de la Universidad de Chile*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/148004>
- García, C. (17 de febrero de 2025). *Informe exportaciones de aguacate hass 2024*. Obtenido de Asociación Nacional de Comercio Exterior (ANALDEX): <https://analdex.org/2025/02/17/informe-exportaciones-de-aguacate-hass-2024/>
- García, J. (2021). *El aguacate*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/514117601/El-Aguacate-Julieth-Garcia-Jaramillo>
- GARCIA, J. A. (2015). *Mango.org*. Obtenido de https://www.mango.org/wp-content/uploads/2018/03/Effectiveness_of_Aqueous_1-MCP_Full_Report_SPA.pdf
- García, T. (29 de noviembre de 2024). *Entre enero y septiembre las exportaciones de aguacate Hass se incrementaron 15%*. Obtenido de AGRONEGOCIOS: <https://www.agronegocios.co/mercados/entre-enero-y-septiembre-las-exportaciones-de-aguacate-hass-se-incrementaron-15-4010344>
- Gaskin, R., & Pak, H. (021 de enero de 2014). *Desarrollo de un programa de pulverización de aceite concentrado en aguacates para controlar plagas de insecto*. Obtenido de New Zealand Plant Protection: https://nzpps.org/_journal/index.php/nzpp/article/view/5728/5556
- Geremu, M., Welela, E., Tamirat, S., & Kidane, B. (2022). *ASSOCIATED FUNGAL PATHOGENS AND CAUSES OF POSTHARVEST LOSSES IN THE AVOCADO VALUE CHAIN IN HOSSANA TOWN MARKET, ETHIOPIA*. Obtenido de Ajfand: <https://ajfand.net/Volume22/No6/Geremu22015.pdf>
- Gómez, C., Herrera, A., & Flórez, V. (2015). *Efecto de 1-metilciclopropeno y temperatura de almacenamiento en la poscosecha de mandarina (Citrus reticulata L.) var. Arrayana*. Obtenido de SciELO: <https://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v47n2/v47n2a03.pdf>

- González, M., Pavez, L., Ibáñez, F., & Defilippi, B. (2010). *Effects of 1-MCP on ripening and gene expression of cell wall modifying enzymes in avocado*. Obtenido de *Postharvest Biology and Technology*, 58(1), 50-57. : <https://doi.org/10.1016/j.postharvbi>
- Gonzalez, R. (2016). *Ficha Técnica del Aguacate Hass* . Obtenido de Studocu: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-abierta-y-a-distancia/viveros/ficha-tecnica-del-aguacate-robinson-gonzalez/124890072>
- Google Maps. (2025). *Centro Logístico Eje Cafetero Cerritos*. Obtenido de https://www.google.com/maps/place/Centro+Logistico+Eje+Cafetero+Cerritos/@4.8105736,-75.7975339,868m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x8e387c11e411f73d:0x6b39271861f143b2!8m2!3d4.8105736!4d-75.794959!16s%2Fg%2F11bw3dq7cv?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MTAwMS4wI KXMDSo
- Green, H., & Wang, S. (06 de agosto de 2022). *El aceite de aguacate de grado extra virgen se puede lograr utilizando frutas enteras o solo el mesocarpio*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uniminuto.edu/science/article/pii/S2772502222001500?via%3Dihub>
- Grupo Bancolombia. (03 de mayo de 2021). *Comercio de aguacate: análisis del presente y proyección para los próximos 15 años*. Obtenido de <https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/comercio-aguacate-analisis-presente-y-proyeccion-proximos-15-anos>
- Guerra, M., Chacón, M., & Jaramillo, S. (2021). *El mercado del aguacate Hass en Japón: Retos para los exportadores colombianos*. Obtenido de Universidad EAFIT: <https://share.google/bytS7h67CSwLZF8qP>
- Guerrero, Á. (27 de mayo de 2023). *En la dictadura del aguacate hass en Antioquia, aún hay rebeldes que cultivan otras variedades*. Obtenido de El Colombiano: <https://www.elcolombiano.com/inicio/campesinos-se-resisten-a-sembrar-solo-aguacate-hass-EF21538628>
- Guillén, F. (2009). *1-MCP como estrategia de conservación*. Obtenido de *Horticultura internacional*, 69(1), 18-24.: https://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/18_25.pdf
- Gutiérrez, A. (mayo de 2007). *Efecto de los inhibidores de etileno (1-MCP y AVG) en la vida de florero del clavel (Dianthus Caryophyllus L. cv. Delphi)*. Obtenido de Universidad Autónoma Agraria: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5000/T16950%20GUTIERREZ%20VAZQUEZ%2C%20AURI%20MARIL%20%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hammami, M., Huang, K.-M., & Zhengfei, G. (15 de agosto de 2024). *An Overview of the Avocado Market in the United States*. Obtenido de Ask IFAS: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FE1150>
- Hass Avocado Board. (s.f.). *Hass Avocado Board*. Obtenido de Hass Avocado Board.: <https://hassavocadoboard.com/wp-content/uploads/Hass-Avocado-Board-Quality-Manual-Spanish.pdf>
- Hernández, I., Pedreschi, R., Ponce, E., Fuentealba, C., Urbina, A., González, J., . . . Aguayo, E. (2022). *Short vs. Long-Distance Avocado Supply Chains: Life Cycle Assessment Impact Associated to Transport and Effect of Fruit Origin and Supply Conditions Chain on Primary and Secondary Metabolites*. Obtenido de National Institutes of Health (NIH): <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/12/1807>
- Hernández, V. (30 de mayo de 2024). *MÉXICO: Los aguacates son una exportación de 'oro verde', pero su cultivo daña los bosques y las aguas*. Obtenido de RED INTERNACIONAL DE FRUTAS TROPICALES: <https://www.itfnet.org/v1/2024/05/mexico-avocados-are-a-green-gold-export-but-growing-them-is-harming-forests-and-waters/>
- Herrera, J., Bautista, S., Salazar, S., & Gutiérrez, P. (2020). *Situación actual del manejo poscosecha y de enfermedades fungosas del aguacate 'Hass' para exportación en Michoacán*. Obtenido de Revista Mexicana Ciencias Agrícolas : <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2402/3699>
- ICA. (s.f.). *REQUISITOS FITOSANITARIOS PARA LA EXPORTACIÓN DE FRUTOS DE AGUACATE HASS (Persea americana) DESDE COLOMBIA HACIA JAPÓN*. ICA. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/4422d323-f512-41d1-9a34-dc2c3a91b904/Aguacate-Hass.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2023). *Planes de trabajo de exportación de vegetales en fresco: Japón*. ICA. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/importacion-y-exportacion/planes-trabajo-exportacion-vegetales/japon>
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (30 de noviembre de 2023). *Desde el ICA aportamos para afianzar a Colombia como “Territorio Aguacate” de exportación*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-trabaja-afianzar-colombia-exportador-aguacate>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2023). *Requisitos fitosanitarios para la exportación de aguacate Hass a Japón*. Bogotá: ICA. Obtenido de <https://www.ica.gov.co>
- Instituto Colombiano Agropecuario. (31 de octubre de 2024). *Nuevas regiones aguacateras de Colombia se abren paso en el mercado japonés*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/noticias/aguacate-colombiano-mercados-japoneses>

- Instituto Nacional de Metrología – INM. (2021). *Estudio sobre las necesidades y brechas de calidad en la cadena productiva de aguacate Hass y plan de acción: Antioquia y su zona de influencia (Informe ejecutivo)*. Obtenido de https://inm.gov.co/wp-content/uploads/2024/06/2019-Informe-Aguacate-Hass_VFfinal.pdf
- Joubert, A. (29 de junio de 2010). *Árbol de aguacate llamado “Maluma” US PP21,099 P3*. Obtenido de United States Plant Patent: <https://patentimages.storage.googleapis.com/15/73/67/2d8e2707cbf1b5/USPP21099.pdf>
- Joubert, A. (29 de junio de 2010). *Árbol de aguacate llamado “Maluma” US PP21,099 P3*. Obtenido de United States Plant Patent: <https://patentimages.storage.googleapis.com/15/73/67/2d8e2707cbf1b5/USPP21099.pdf>
- Kattia Chang-Yuen, M. V. (2025). *Efecto del 1-metil-ciclopropeno (1-MCP) en la maduración de banano*. Agronomía Costarricense. Obtenido de Agronomía Costarricense: https://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n03_211.pdf
- La Voz del Campo. (21 de diciembre de 2024). *Las exportaciones de aguacate de Colombia aumentan un 9% en la semana 50*. Obtenido de <https://lavozdelcampo.com.mx/las-exportaciones-de-aguacate-de-colombia-aumentan-un-9-en-la-semana-50/>
- Lieu, M. D., Phuong, T. V., Nguyen, T. T., Dang, T. K., & Nguyen, T. H. (11 de marzo de 2024). *Una revisión de los enfoques de conservación para prolongar la vida útil de la fruta del aguacate*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.uniminuto.edu/science/article/pii/S266615432400139X?via%3Dihub>
- Malagón, K., Colina, J., Campomanes, A., & C, B. (2025). *Caracterización física, química y microbiológica de Persea americana Mill. cv. Hass del municipio Anolaima, Colombia*. Obtenido de RIVAR, 12(35), 1-15.: <https://www.scielo.cl/pdf/rivar/v12n35/0719-4994-rivar-12-35-1.pdf>
- Market News Service. (04 de agosto de 2024). *Consumo de aguacate en Europa en 2023*. Obtenido de <https://www.fruitrop.com/en/Articles-by-subject/Direct-from-the-markets/2024/Avocado-consumption-in-Europe-in-2023>
- Martínez, L. Á., & Martínez, L. V. (2025). *Crema untable de aguacate y queso de cabra WO 2025/027217 A1*. Obtenido de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: <https://patentimages.storage.googleapis.com/bd/75/05/782c1b905499fb/WO2025027217A1.pdf>
- Massimino, S., Davenport, G., Griffin, M., Roth, G., & Ingram, D. (2008). *Método para disminuir la inflamación y el estrés oxidativo en mamíferos US20080260696A1*. Obtenido de US Patent Application Publication: <https://patentimages.storage.googleapis.com/15/c7/f8/e3783a93e651a2/US20080260696A1.pdf>

- Maya, C. (2017). *Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa*. Obtenido de Universidad de Guadalajara, Mexico: <https://www.redalyc.org/journal/4337/433753442005/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (marzo de 2021). *Cadena productiva Aguacate*. Obtenido de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Montes, J., Pantaleón, L., Ludeña, D., Castro, W., Farias, J., Maco, B., & Vasquez, K. (2024). *Peruvian Agro-Exports' Competitiveness: An Assessment of the Export Development of Its Main Products*. Obtenido de *Economies*, 12(6), 156.: <https://doi.org/10.3390/economies12060156>
- Montoya, M. (2021). *Evaluación de bacterias antagonistas para el control de enfermedades en poscosecha de aguacate Hass*. Obtenido de Universidad de Antioquia: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/eb41f34d-92ac-40ff-baed-8a3303ec49eb/content>
- Monzurul, I., Wahid, K., & Dinh, A. (01 de noviembre de 2018). *Evaluación del grado de maduración del aguacate mediante espectroscopia de impedancia eléctrica y máquina de vectores de soporte*. Obtenido de WILEY Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2018/4706147>
- Mordor Intelligence. (2019). *Hass Avocado Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2025 - 2030)*. Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-hass-avocado-market>
- Mwenya, J., Rattanakaran, J., Saengrayap, R., Arwatchananukul, S., Kamyod, C., Luengwilai, K., . . . Chaiwong, S. (2025). *Preservation of kale quality using 1-MCP and thermal insulation packaging under non-refrigerated transportation*. Obtenido de ScienceDirect: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521425005228#:~:text=Kale%20in%201%2DMCP%20%2B%20insulated,10%20%25\)%20across%20all%20treatments](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521425005228#:~:text=Kale%20in%201%2DMCP%20%2B%20insulated,10%20%25)%20across%20all%20treatments).
- National Inventors Hall of Fame. (2022). *Edward Sisler 1-MCP for Fruit, Vegetable and Flower Freshness*. Obtenido de <https://www.invent.org/inductees/edward-sisler>
- Nisperuza, P. (2024). *Planeación de la distribución del aguacate Hass colombiano de exportación bajo un enfoque de sostenibilidad*. Obtenido de Universidad de Antioquia: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d74a262-483b-4391-a675-6c356179f517/content>
- Ochoa, S., Hertog, M., & Nicolaï, B. (2009). *Modelling the transient effect of 1-MCP on 'Hass' avocado softening*. Obtenido de ScienceDirect:

https://www.avocadosource.com/journals/elsevier/phbiotech_2009_51_67-72_ochoasalvador2009.pdf

- Olivares, D., Alvarez, E., Véliz, D., García, M., Díaz, C., & Defilippi, B. (24 de febrero de 2020). *Efectos del 1-metilciclopropeno y la atmósfera controlada en la síntesis de etileno y los atributos de calidad de los aguacates de las variedades Edranol y Fuerte*. Obtenido de WILEY Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/5075218>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (2023). *Cultivos y productos de ganadería*. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Organización Mundial del Comercio. (diciembre de 2017). *Informe sobre el comercio mundial*. Obtenido de <https://www.wto-ilibrary.org/content/books/9789287043634/read>
- Osuna, J., & Beltrán, J. (2005). *Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre el comportamiento poscosecha del aguacate 'Hass'*. Obtenido de Memorias del V Congreso Mundial del Aguacate, 252–257. Uruapan, Michoacán, México.: https://www.avocadosource.com/WAC5/Abstracts/WAC5_Abstract_p252_s.pdf
- Osuna, J., Gónzales, Y., Guzmán, S., & Bravo, A. (2017). *Influencia del clima y rugosidad sobre la tolerancia a refrigeración del aguacate 'Hass'*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias: <https://www.redalyc.org/journal/2631/263153823006/html/>
- Parra, D., & Serrano, S. (2017). *GUÍA DE EXPORTACIÓN DE AGUACATE HASS PARA PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES EN COLOMBIA*. Obtenido de Universidad ICESI: <https://repository.icesi.edu.co/server/api/core/bitstreams/a0a8b7d7-a5f4-4351-8527-b2807c049804/content>
- Pérez, M. C. (2025). *Aguacate Hass se convierte en el quinto producto más exportado del agro colombiano: así fue su nacimiento y 'boom'*. Obtenido de Valora Analitik: <https://www.valoraanalitik.com/aguacate-hass-el-quinto-producto-mas-exportado-del-agro/>
- PROCOLOMBIA. (2020). *Mercado del Aguacate en Colombia*. Obtenido de https://newsletter.procolombia.co/2020/VPIISdiseno/memorias/Agro/memorias_agro_hass_asia/contenido/Mercado%20del%20Aguacate%20en%20Japon.pdf
- Prom Perú. (2024). *EVALUACIÓN DE LAS IMPORTACIONES JAPONESAS DE FRUTAS FRESCAS CORRESPONDIENTES AL MES DE DICIEMBRE DE 2024*. Obtenido de <https://www.promperu.jp/wp-content/uploads/2025/02/EVALUACION-IMPORTACIONES-DE-FRUTAS-FRESCAS-DICIEMBRE-2024-WEBSITE.pdf>

- Redagícola. (11 de enero de 2021). *Claves para entender las variables de deterioro del aguacate en postcosecha*. Obtenido de <https://redagricola.com/claves-para-entender-las-variables-de-deterioro-del-aguacate-en-postcosecha/>
- Redagícola. (2022). *Las tecnologías poscosecha al servicio del aguacate*. RedAgrícola. Obtenido de <https://redagricola.com/las-tecnologias-poscosecha-al-servicio-del-aguacate/>
- Redagícola. (25 de Septiembre de 2018). *Redagícola*. Obtenido de Redagícola.: <https://redagricola.com/efecto-del-1-mcp-sobre-la-calidad-postcosecha/>
- Riverón, B. (2025). *El 1-MCP puede influir positivamente en el sabor de los melocotones almacenados*. Obtenido de Poscosecha: <https://www.poscosecha.com/el-1-mcp-puede-influir-positivamente-en-el-sabor-de-los-melocotones-almacenados#:~:text=Efectos%20menos%20conocidos%20del%201,los%20da%C3%B1os%20por%20el%20fr%C3%ADo>.
- Rodríguez, P., Soto, I., Villamizar, J., Bedoya, S., & Francy, H. (2024). *Cosecha, poscosecha y agroindustria del Aguacate Hass en Colombia*. Obtenido de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA): <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/4c0726d2-459b-45a5-9f35-bdbe7e889b12/content>
- Rosas, N., Saucedo, C., López, A., Guadarrama, S., Guzmán, M., & Chávez, S. (2020). *Maduración en poscosecha de frutos de aguacate cultivares Hass y Méndez tratados con etefón*. Obtenido de SciELO: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122020000400275
- Ruelas, F. (agosto de 2016). *1-METILCICLOPROPENO PARA RETRASAR LA MADURACIÓN DE PAPAYA 'MARADOL' CON DESTINO A EXPORTACIÓN*. Obtenido de CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO, A. C.: https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/774/1/Ruelas-Gonz%C3%A1lez%20F%20M_MC_2016.pdf
- Ruiz, M., Valverde, J., Ilea, M., V. D., Castillo, S., & Guillén, F. (2024). Obtenido de Innovative Postharvest Management for Hass Avocado at the Preclimacteric Stage: A Combined Technology with GABA and 1-MCP. *Foods*, 13(16), 2485: <https://doi.org/10.3390/foods13162485>
- Saghalian, S., Mohamed, M., & Mohammadi, M. (25 de octubre de 2022). *Los efectos de las exportaciones de productos agrícolas en la calidad ambiental*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/364797449_The_Effects_of_Agricultural_Product_Exports_on_Environmental_Quality

- Saucedo, C., Colinas, M., & Vázquez, V. (2009). *Efecto de 1-MCP y almacenamiento en frío sobre la maduración del aguacate*. Obtenido de Revista Fitotecnia Mexicana, 32(2), 135-142: <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/1138>
- Serna, L., Dussan, S., & Ayala, A. (2013). *VIDA COMERCIAL DA PITAHAYA AMARELA TRATADA COM 1-MCP*. Obtenido de Universidad del Cauca: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/261/462>
- Shin, S., & Almeida, J. (2012). *Shin, S., & Almeida, J. (2012). Guía práctica para exportar productos agrícolas a Corea del Sur, Japón y Singapur.* <https://doi.org/10.18235/0009984>. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://doi.org/10.18235/0009984>
- SIN REMORDIMIENTO S.A.S. (2023). *Producto de panadería saludable sin harinas a base de aguacate y su método de fabricación WO 2023/175446 A1*. Obtenido de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.: <https://patentimages.storage.googleapis.com/02/10/41/c401c5f687fe16/WO2023175446A1.pdf>
- Sisler, E. C., & Blankenship, S. M. (1996). *Method of counteracting an ethylene response in plants (U.S. Patent No. 5,518,988)*. Obtenido de U.S. Patent and Trademark Office.: <https://patentimages.storage.googleapis.com/15/7f/fb/ba7ce453b3504f/US5518988.pdf>
- Taus, M. R., Hasperué, J. H., Rodoni, L. M., & Massolo, J. F. (2023). *EFEECTO DEL 1-MCP SOBRE LA CALIDAD, METABOLISMO RESPIRATORIO Y VIDA POSTCOSECHADE RÚCULAREFRIGERADA*. Obtenido de Biología y Tecnología Poscosecha: <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/16273/15667>
- Thomas, B., Murray, B. G., & Murphy, D. J. (2017). *Enciclopedia de Ciencias Aplicadas a las Plantas*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/referencework/9780123948083/encyclopedia-of-applied-plant-sciences>
- Torres, M., & Trochez, J. (07 de noviembre de 2023). *El mercado del aguacate en Colombia*. Obtenido de SciELO: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532023000100273
- Trujillo, A., Mandujano, m., & Dorantes, M. (2020). *Maduración postcosecha de frutos de Myrtillocactus geometrizans (Mart. ex Pfeiff.) Console, tratados con 1 – MCP*. Obtenido de Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química: <https://zaloamati.azc.uam.mx/server/api/core/bitstreams/bae597b4-1ff9-40b9-80df-0c2119230f5f/content>

- Vallejo, S. (2017). *Cadena de valor del aguacate Hass para la exportación en Colombia*. Obtenido de Revista Universidad Mariana, 15(2), 45–59.: <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/unimar/article/view/1103>
- Valora Analitik. (2025). *Aguacate Hass se convierte en el quinto producto más exportado del agro colombiano: así fue su nacimiento y 'boom'*. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/aguacate-hass-el-quinto-producto-mas-exportado-del-agro/>
- Vicente, A., Manganaris, G., Sozzi, G., & Crisosto, C. (2020). *Nutritional quality of fruits and vegetables*. Obtenido de Postharvest Biology and Technology: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32653729/>
- Vidaña, J. M. (2016). *EFFECTOS DEL ETILENO Y EL 1-MCP SOBRE LA CALIDAD POST-COSECHA DE LOS FRUTOS DE CALABACÍN MUC-16 CONSERVADOS EN FRÍO*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE ALMERÍA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA: https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/6824/11731_Vida%C3%B1a%20%C3%A1nchez%2C%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yerlendy Vanessa Pachón, H. E.-L.-V. (2022). Postharvest behavior and chilling injury in avocado (Persea americana Mill) fruit cv. Hass treated with 1-methylcyclopropene, ethylene, and intermittent warming. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. Obtenido de http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472022000209895