

Santiago de Cali, 14- 02- 2023

Ingeniero

**Jorge Enrique Alvarez Patiño**  
**Director de Carrera Ingeniería Industrial**  
Pontificia Universidad Javeriana Cali

Asunto: Correcciones propuestas al proyecto de diseño Código 20XXXX




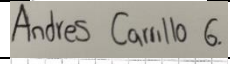

De acuerdo con la sustentación realizada el día 20 de enero del 2023, se nos solicitó correcciones a nuestro proyecto de diseño, las cuales se indican a continuación. Cabe anotar que ya tienen la aprobación del jurado.



<b>Formato PD2 actual</b>	<b>Propuesta de corrección</b>
<u>Objetivo general</u> Diseñar una metodología de análisis e inspección de calidad, usando herramientas de ingeniería industrial con el fin de controlar y reducir las principales causas de descarte que se presentan en los aguacates Hass tipo exportación al llegar a Róterdam.	<u>Objetivo general</u> Diseñar una metodología para la selección y manipulación del fruto, mediante el análisis e inspección de la calidad, usando herramientas de ingeniería industrial con el fin de controlar y reducir las principales causas de descarte que se presentan en los aguacates Hass tipo exportación al llegar a Róterdam.

Observaciones: La propuesta de corrección es debido a que el objetivo general no está acorde con el título del proyecto.

Agradecemos su atención y quedamos pendientes de su aprobación.

Cordialmente,

<b>Elaborado y revisado por:</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Director, asesor o estudiante.</b>	<b>Firma</b>
Luis Hernando Garzón	Director	
Maria Alejandra Boya Ruano	Estudiante	
Paula Andrea Herrera Álvarez	Estudiante	
Andrés Felipe Carrillo González	Estudiante	
Andrés Felipe Tamayo Palacio	Estudiante	

Carlos Alberto Olarte Meneses	Jurado Evaluador	
Álvaro Figueroa Cabrera	Jurado Evaluador	

**Nota de Aceptación:**

**Proyecto de Diseño Aprobado.** en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana Cali para optar el título de Ingeniero Industrial.



---

HERNAN CAMILO ROCHA NIÑO  
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias



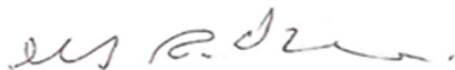
---

JORGE ENRIQUE ALVAREZ PATIÑO  
Director Carrera Ingeniería Industrial

  
CS CamScanner

---

Luis Hernando Garzón  
Director(a) Proyecto de Diseño



---

Carlos Alberto Olarte Meneses  
Jurado 1



---

Alvaro Figueroa Cabrera  
Jurado 2



Asociación Colombiana  
de Pequeños Caficultores  
NIT: 900.970.776-2

## DECLARACIÓN DE SOCIALIZACIÓN CON LA EMPRESA ASCAFÉ

<b>Nombre del estudiante y No. Documento Identidad</b>	Paula Andrea Herrera - C.C 1.010.146.859 Andrés Felipe Carrillo - C.C 1.007.449.871 Andrés Felipe Tamayo - C.C 1.107.530.204 María Alejandra Boya- C.C 1.004.610.516
<b>Dirección</b>	Calle 18 No. 118-250 Vía Pance
<b>Proyecto de Diseño</b>	Diseño de metodología para la selección y manipulación del aguacate tipo exportación del departamento del Cauca
<b>Objeto del Proyecto</b>	Mejorar la calidad del aguacate Hass tipo exportación de ASCAFÉ
<b>Empresa</b>	ASCAFÉ

Por el presente medio, ASCAFÉ da constancia de que el proyecto de diseño “Diseño de metodología para la selección y manipulación del aguacate tipo exportación del departamento del Cauca” fue socializado ante la empresa durante el periodo de realización.



**Asociación  
Colombiana de Pequeños  
Caficultores S.A.S**  
NIT: 900.970.776-2

Atentamente,

Director General  
Carlos Arturo López G.



[f Ascafe Colombia](#) / [@ascafesas](#) / [@ascafesas](#) / [Info@ascafe.co](mailto:Info@ascafe.co) / [www.ascafe.co](http://www.ascafe.co)

Sede Principal: Cra. 9 # 76 N-19 Parque Comercial los Pinos Bodega 20  
190001 / Popayán / Cauca / Colombia  
Tel +57(2) 8372938

## Diseño de metodología para la selección y manipulación del aguacate tipo exportación del departamento del Cauca

Maria Alejandra Boya 1<sup>a,c</sup>, Andrés Felipe Carrillo 2<sup>a,c</sup>, Paula Andrea Herrera 3<sup>a,c</sup>, Andrés Felipe Tamayo 4<sup>a,c</sup>, Luis Hernando Garzón<sup>b,c</sup>

*Estudiante de Ingeniería Industrial*  
*Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Civil e Industrial*  
*Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia*  
*<sup>d</sup>Entidad y área donde realizó el estudio*

---

### Resumen en español

ASCAFÉ S.A.S es una empresa caucana del sector privado que procura la sostenibilidad económica de la actividad agrícola familiar, bajo el fortalecimiento de capacidades colectivas, produciendo café de alta calidad en los departamentos de Cauca y Nariño. También, producen aguacate *Hass* tipo exportación la cual será la línea de producción estudiada en esta investigación. La empresa tiene como misión ver por la economía del departamento del Cauca y cómo ayudar a los campesinos en el crecimiento tanto en lo económico como otros aspectos del desarrollo humano. Se identificó que la línea de producción de aguacate tiene un proceso que se desarrolla desde su recolección hasta su consumo en el continente europeo. La empresa en los últimos años ha presentado pérdidas en la importación del aguacate *Hass* debido a que el proceso tiene muchas variables, y el poder simular un escenario del comportamiento en la maduración de la fruta es un proceso minucioso el cual requiere de estudiar las diferentes alternativas para solucionar el problema que tiene la empresa en la baja calidad de los aguacates *Hass* en la región caucana. Esto, mediante un diseño experimental que determine el nivel adecuado de calidad del fruto. Una vez se tomaron los datos y se realizó los análisis para establecer la causa raíz del problema, se encontró que la deficiencia en los puntos de control que examinan la calidad del aguacate es donde comienza la problemática que tiene sometida la empresa a estas pérdidas al exportar el aguacate.

*Palabras claves: Aguacate, exportación, calidad*

### Abstract

ASCAFÉ S.A.S. is a private sector company from Cauca that seeks the economic sustainability of the family farming activity, under the strengthening of collective capacities, producing high quality coffee in the departments of Cauca and Nariño. They also produce *Hass* avocado for export, which will be the production line studied in this research. The company's mission is to look after the economy of the department of Cauca and how to help farmers grow both economically and in other aspects of human development. It was identified that the avocado production line has a process that develops from harvesting to consumption on the European continent. In the last years, the company has presented losses in the import of *Hass* avocados due to the fact that the process has many variables, and to be able to simulate a scenario of the behavior in the ripening of the fruit is a thorough process which requires studying the different alternatives to solve the problem that the company has in the low quality of *Hass* avocados in the Caucasian region. This, by means of an experimental design that determines the adequate level of quality of the fruit. Once the data was collected and the analysis was carried out to establish the root cause of the problem, it was found that the deficiency in the control points that examine the quality of the avocado is where the problem begins that has subjected the company to these losses when exporting the avocado.

*Key words: Avocado, export, quality.*

---

### Tabla de contenido

I. DEFINIR	3
A. Contexto y Justificación	3

B.	Grupos de interés	8
C.	Requerimientos	10
1)	Restricciones de diseño	10
2)	Especificaciones de diseño	10
3)	Leyes, normas y estándares	10
II.	MEDIR	12
A.	Plan de recolección de datos	12
B.	Medición del sistema actual	13
III.	ANALIZAR	18
A.	Análisis de Causas	18
B.	Revisión de literatura	21
C.	Exploración de ideas y selección de alternativa	22
D.	Objetivos	24
E.	Plan de trabajo (PdT)	24
IV.	GLOSARIO	25
V.	REFERENCIAS	25
VII.	ANEXOS	26

## Índice de Tablas

TABLA I.	INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR	4
TABLA II.	RESULTADOS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO	4
TABLA III.	PLAN DE TRABAJO	6
TABLA IV.	TABLA DE ANEXOS	7

## Índice de Figuras

FIGURA I.	Producción anual de aguacate Hass en el mundo	5
FIGURA II.	Producción de los países que exportan el aguacate Hass	6
FIGURA III.	Área, Producción y Rendimiento Nacional del aguacate Hass	6
FIGURA IV.	Principales Zonas Productoras de aguacate	7
FIGURA V.	Departamento de Origen de las Exportaciones	7
FIGURA VI.	Producción nacional de aguacate variedad Hass	8
FIGURA VII.	Etapas donde suceden las pérdidas postcosecha en Latinoamérica	9
FIGURA VIII.	Cultivos ilícitos de coca en Colombia en el tiempo	9
FIGURA IX.	Proyección del área cultivada y exportación de aguacate Hass de Colombia	10
FIGURA X.	Gráfica Interés vs. Poder.	12
FIGURA XI.	Causas generales para clasificación de mercado nacional. Mod.	17
FIGURA XII.	Tormenta de ideas	18
FIGURA XIII.	Diagrama de afinidad	19
FIGURA XIV.	Diagrama de los 5 por qué's	20
FIGURA XV.	Técnica SCAMPER	

## PROJECT CHARTER

Descripción ( <i>Business case</i> )	Planteamiento del problema ( <i>Problem statement</i> )		
<p>La empresa ASCAFÉ, exportadora de aguacates <i>Hass</i>, reporta que en las exportaciones de aguacate <i>Hass</i> realizadas en el intervalo de tiempo entre Abril del 2019 hasta Noviembre del 2021, se evidencia que en promedio, existe una pérdida del 19,38% de la materia prima antes de ser exportada, y que un 12,85% de aguacates no son aceptados al ser recibidos en el puerto de Róterdam, ya que se identifica que los aguacates no llegan en el estado óptimo esperado, generando pérdidas de € 15 296,95 para la empresa.</p>	<p>El puntaje otorgado al aguacate en los reportes de calidad de la empresa MAAS cuando este es recibido es bajo, teniendo en cuenta que la calificación es del 1 al 8 (1 significa pérdida total y 8 bueno), y actualmente se presenta una calificación con valor entre 4 y 5, lo que significa moderado y menos de la media respectivamente. Lo cual indica que el aguacate <i>Hass</i> no llega en el estado óptimo esperado al puerto de Róterdam.</p>		
Impacto de los actores ( <i>Stakeholder's business needs</i> )	Restricciones	Especificaciones	Marco legal
<p>Generar mayores ingresos para la empresa ASCAFÉ, mediante la reducción de pérdidas causadas por la mala calidad con la que llegan los aguacates al puerto de Róterdam; de modo que todos los trabajadores e inversionistas relacionados con ASCAFÉ en esta línea de producción, se verán beneficiados. Por otro lado,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conocimiento en los procesos tanto de transporte terrestre como marino del aguacate.</li> <li>• El tiempo para la elaboración del diseño es escaso (1 año) y hay estudios necesarios para la implementación de este, que podrían requerir una mayor duración.</li> <li>• El proceso de siembra, cosecha y recolección de aguacate es deficiente, provocando que los aguacates no lleguen en las condiciones óptimas a la maquila, lo cual genera pérdidas económicas para ASCAFÉ.</li> <li>• Plagas</li> <li>• Cooperación deficiente entre los gremios aguacateros y los integrantes que participan en todo el proceso de producción del aguacate.</li> <li>• Cumplir con las normativas, los tiempos, las cantidades y condiciones apropiadas para la preservación del producto, ya que existen variables que</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exportar el aguacate en condiciones óptimas de tal manera que lleguen con una mejor calidad a Europa.</li> <li>• La elaboración del diseño para mejorar la calidad de los aguacates debe ser viable, sin costos muy elevados, además de que debe enriquecer las condiciones de vida de los pequeños agricultores.</li> <li>• Garantizar la calidad de los aguacates.</li> <li>• Cumplir a cabalidad con las normas establecidas por el ICA.</li> <li>• Ejecutar las normas establecidas por los gremios productores.</li> <li>• Garantizar que el aguacate sea exportado en las condiciones especificadas y de manera eficaz para que el fruto llegue de la mejor forma a su destino. adecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto 1165 de 2019.</li> <li>• Resolución 448 de 2016.</li> <li>• Normas internas de la empresa ASCAFÉ y de la asignatura Proyecto de diseño 1, así como también las pautas de presentación de trabajos escritos.</li> <li>• NTC 1248-2.</li> <li>• NTC 1248-3.</li> <li>• NTC 2479.</li> <li>• Decreto 1843 de 1991.</li> <li>• Reglamentos internos de los gremios.</li> <li>• Resolución 002505 de 2014.</li> </ul>

	<p>pueden afectar el proceso de transporte del aguacate, como el control de la temperatura, las fechas de cosecha, entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala ejecución en la recepción y envío de los aguacates.</li> <li>• Baja calidad y capacidad de producción debido al mal procedimiento de la cadena de suministro.</li> </ul>		
--	--	--	--

**Indicadores de Desempeño (KPI's)**

Variables	Actual	Meta
Calidad del aguacate	Los aguacates llegan en un nivel de aceptación con calificación entre 4 y 5	Obtener que los aguacates sean estimados con valor superior o igual a 6 en la escala de calificación definida por la empresa MAAS.
Cantidad de materia prima perdida	19,38%	10,0%
Ingresos por exportación de aguacate	€ 12 664,55	€ 27 961,50

**Objetivo general (Goal statement)**

Diseñar una metodología de análisis e inspección de calidad, usando herramientas de ingeniería industrial con el fin de controlar y reducir las principales causas de descarte que se presentan en los aguacates Hass tipo exportación al llegar a Róterdam.

**Objetivos específicos (Project scope)**

- Analizar el sistema actual del proceso de selección de aguacates Hass.
- Definir un método de control y estandarización del proceso.
- Establecer estándares, criterios y normas de manipulación del fruto.
- Realizar una evaluación de los impactos del diseño.

**Plan de Trabajo (Project Plan)**

**Equipo de trabajo (Team members)**

Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Área IISE	Nombre	Rol
Investigar sobre procesos de selección de frutos	10/08/22	28/08/2022	11. Information Engineering	Maria Alejandra Boya	Orientador
Crear un método estándar tomando de referencia los procesos previamente investigados	28/08/2022	01/09/2022	1. Work Design and Measurement	Paula Andrea Herrera	Evaluador
Establecer los límites de aceptación.	01/09/2022	13/09/2022	11. Information Engineering	Andrés Felipe Tamayo	Iniciador
Crear una base de datos con las medidas obtenidas y controlar el proceso	13/09/2022	22/09/2022	5. Quality & Reliability Engineering	Andrés Felipe Carrillo	Dadorpautas de información
Investigar los estándares utilizados en Róterdam	22/09/2022	30/09/2022	4. Facilities Engineering and Energy Management		
Capacitar al personal	30/09/2022	1/10/2022	5. Quality & Reliability		

encargado de la selección con base en los datos obtenidos.			Engineering		
Crear una normatividad del paso a paso de cómo se debe tratar el fruto, estandarizando los procesos para cada uno de los puntos	1/10/2022	15/10/2022	12.1 Product Design & Development		
Implementar la normatividad en cada uno de los procesos	15/10/2022	20/10/2022	11. Information Engineering		

## I. DEFINIR

### A. Contexto y Justificación

El aguacate *Hass* es un fruto que posee una gran variedad de nutrientes y un sabor muy agradable; debido a esto, su consumo ha crecido a nivel mundial. Deportistas de alto rendimiento, restaurantes y la industria cosmética son solo algunos de los consumidores que han impulsado el consumo del aguacate *Hass*. En 2020, la producción mundial de aguacate ascendió a alrededor de 8,06 millones de toneladas métricas, un aumento de 7,18 millones de toneladas métricas con respecto al volumen de producción del año anterior. El detalle de este crecimiento se puede observar en la Fig. 1.

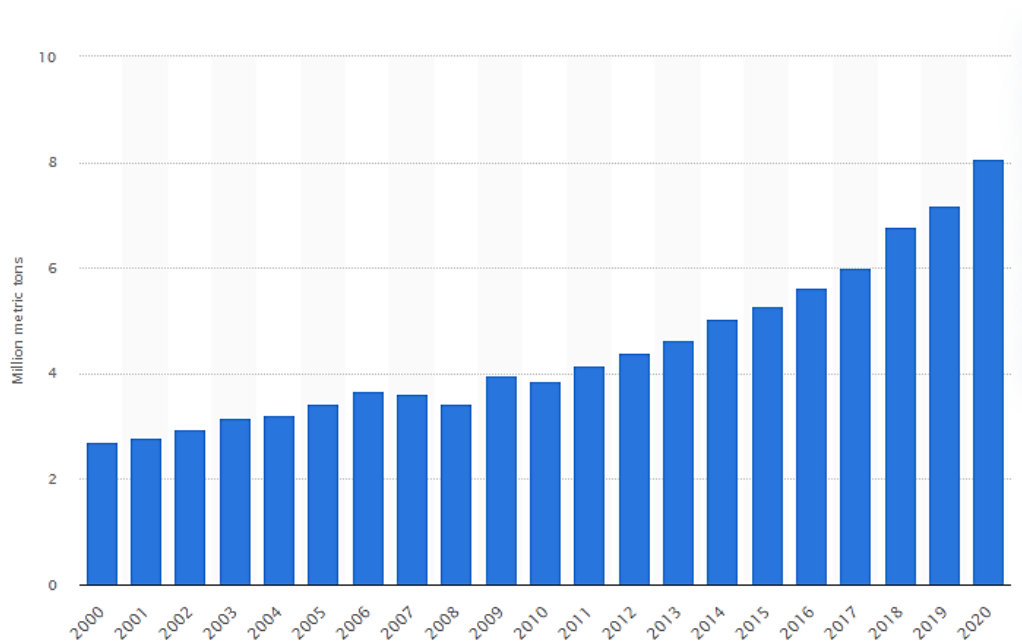


Fig. 1. Producción anual de aguacate Hass en el mundo [1]

En el 2020, México fue el principal exportador de aguacates a nivel mundial, con un valor de exportación de alrededor de 2,750 millones de dólares estadounidenses medidos en toneladas métricas, lo cual se muestra en la Fig. 2.

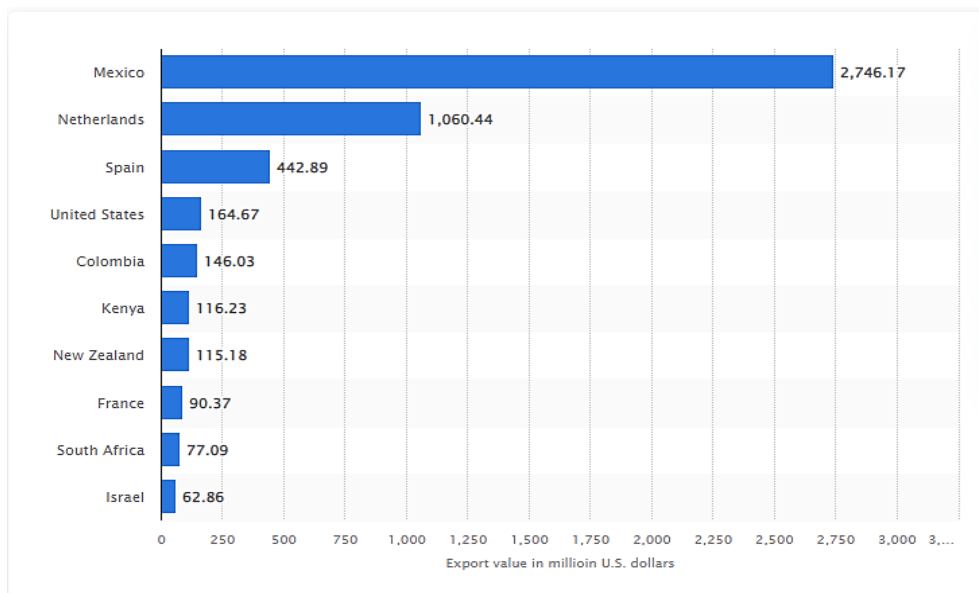


Fig. 2. Producción de los países que exportan el aguacate Hass [2]

Durante la historia de Colombia, la agricultura ha representado un pilar fundamental para la sociedad y su economía, ya que el sector agrícola tiene la capacidad de desarrollar una gran cantidad de ventajas competitivas que le permitan ser líder en la comercialización de aguacate de alta calidad. El cultivo de la variedad *Hass* corresponde al 34 % del total de área sembrada con aguacate en el país, y el crecimiento de áreas sembradas en la variedad *Hass* se encuentra asociada al posicionamiento exitoso de la fruta en los mercados internacionales. Esta evolución en el cultivo de las hectáreas a lo largo del tiempo se puede percibir en la Fig. 3.

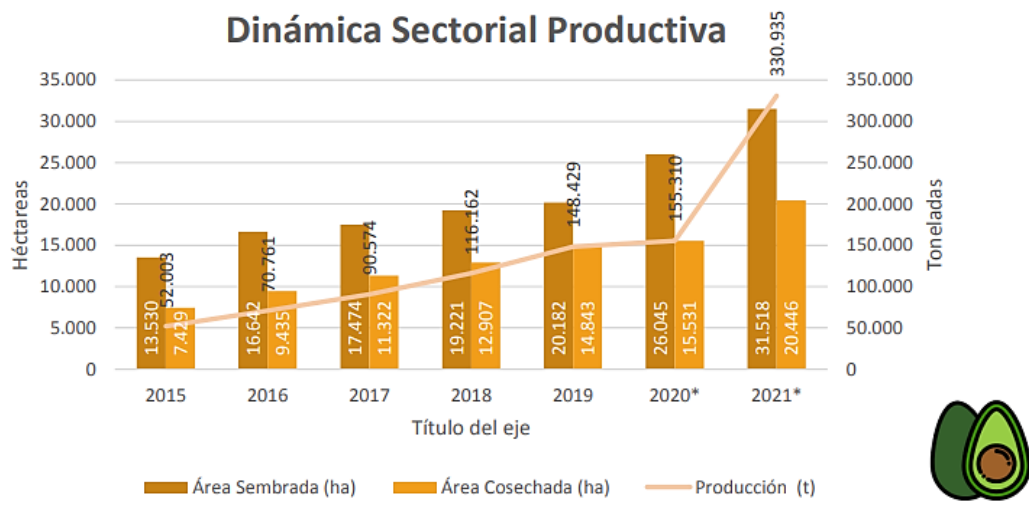


Fig. 3. Área, Producción y Rendimiento Nacional del aguacate Hass [3]

Aproximadamente el 66% del área sembrada en aguacate corresponde a variedades pieles verdes, criollos o antillanos, siendo las variedades dominantes en el mercado nacional. Se estima que existen más de 4.000 productores de aguacate *Hass* en Colombia.



# Principales Zonas Productoras

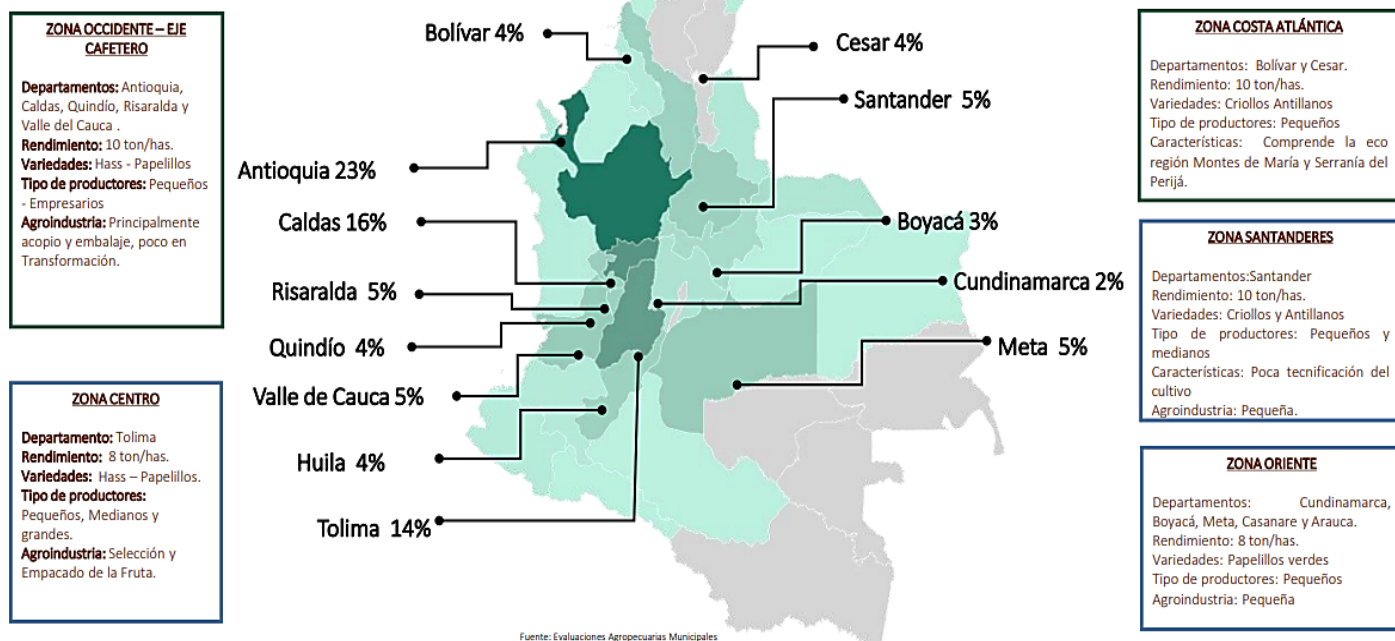


Fig. 4. Principales Zonas Productoras de aguacate [3]

En la Fig. 4. Se puede observar la distribución de área sembrada de aguacate en el país año 2021, el reporte de los departamentos con mayor producción y el área de influencia del proyecto. La mayor concentración en la producción se encuentra en los departamentos de Antioquia, Caldas, Tolima, Valle del Cauca, Santander y Risaralda.

En lo referente a las exportaciones, el principal destino de exportación para el aguacate *Hass* colombiano es el continente europeo, la lista está encabezada por los Países Bajos, seguida de España y Reino Unido. Las cifras sectoriales de exportación entre 2019 y 2020, registran un incremento de 48% equivalente a más de 28 mil toneladas. Como se puede observar en la Fig. 5. Las exportaciones de aguacate *Hass* a nivel regional, durante el 2021, fueron lideradas por el departamento de Antioquia con una participación del 52%, seguido de Risaralda con un 21 % y Valle del Cauca con un 11%. [3]

2021	
DEPARTAMENTO	TONELADAS
ANTIOQUIA	9.630
RISARALDA	3.803
VALLE DEL CAUCA	2.074
BOLÍVAR	1.296
QUINDÍO	484
MAGDALENA	441
Otros	821
Total	18.548

Fig. 5. Departamento de Origen de las Exportaciones [3]

Durante los últimos cinco años, la dinámica comercial de la cadena productiva de aguacate ha cambiado, dado el aumento de la producción de aguacate variedad *Hass*, lo que ha permitido que Colombia conquiste los mercados internacionales, como se puede evidenciar en la Fig. 6. [3]

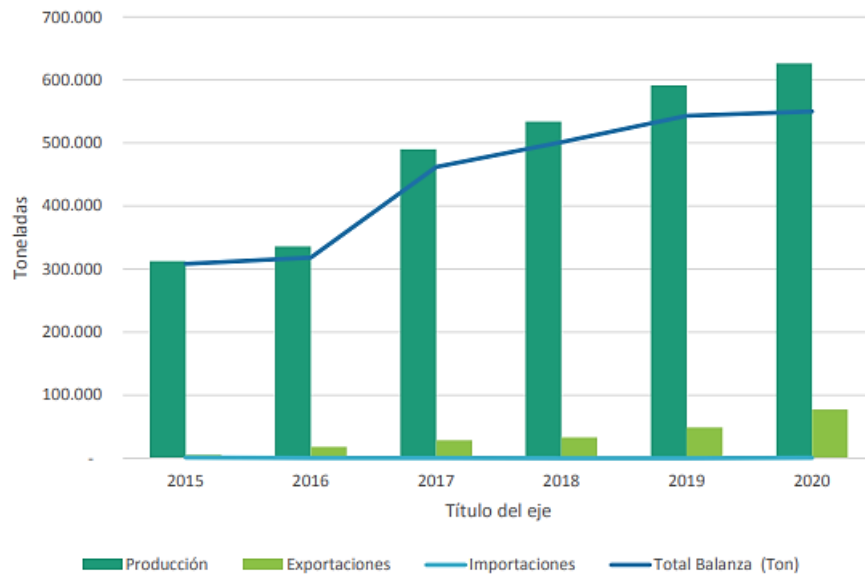


Fig. 6. Producción nacional de aguacate variedad Hass [3]

En 2020 se exportaron 77 075 toneladas equivalentes a US \$146 millones, esto representó un incremento de 48% en volumen, y 67% en dinero con respecto a 2019. Además, el aguacate *Hass* colombiano logró la admisibilidad en los últimos años a diferentes países como China y Japón, mercados de alta demanda del fruto y que se unen a otros 32 destinos, entre estos, se encuentran Países Bajos, España, Reino Unido, Estados Unidos y Francia, los cuales hacen parte del top cinco de los territorios a los que más se exporta aguacate *Hass*. [3]

La vida útil es definida como el periodo en el que el fruto debe mantener cierto nivel de calidad en condiciones específicas de almacenamiento. Estudios han determinado que la vida útil depende de la temperatura del almacenamiento, el tiempo de exposición a altas temperaturas, contenido de oxígeno en el ambiente de cultivo y las condiciones de la cosecha. En el caso del aguacate, su estado óptimo está inversamente relacionado con la tasa de respiración y producción de etileno. Por otro lado, las propiedades de la mayoría de los frutos se ve afectada por la pérdida de agua durante el almacenamiento según condiciones de temperatura y humedad relativa [4]

La conservación del aguacate se puede prolongar a temperaturas bajas, por consiguiente, el metabolismo se retrasa por una reducción en la tasa de respiración, producción de etileno cambio de color y ablandamiento, sin embargo, el uso de bajas temperaturas para almacenar aguacates es limitado. Debido a la subjetividad del fruto al daño por frío se ha determinado que la temperatura óptima para aguacates inmaduros es de 5°C a 13 °C, para una vida útil de 2 a cuatro semanas y de 2 °C a 4 °C, para aguacates maduros según el cultivo [4]

El daño mecánico se puede dar en cualquier parte de la cadena de suministros del aguacate, lo cual puede resultar en una reducción sustancial de la calidad del fruto. Los daños mecánicos al fruto se dan principalmente durante las operaciones de cosecha en el campo, pero también ocurren en el transporte, las de líneas de clasificación y empaque y en la manipulación final de la cadena de suministros, es decir, cuando el fruto llega a las manos de los minoristas la calidad del aguacate se reduce sustancialmente, especialmente si éste no es consumido de inmediato, ya que causa problemas económicos y de seguridad alimentaria. [4]

Estos impactos o presiones que sin romper la epidermis deterioran la pulpa del fruto son originados por uno o más tipos de carga, compresión impacto y vibración, se ha demostrado que estos efectos físicos están relacionados linealmente con la energía del impacto ocasionado al aguacate, además, el fruto sometido a estrés mecánico presenta una degradación visible del mesocarpio y el endocarpio. Durante el almacenamiento la anatomía del tejido, la adhesión celular, la turgencia celular y la fuerza de la pared celular son factores que contribuyen a la respuesta de hematomas, y la magnitud de estos factores parece verse afectada por la maduración y la variación del aguacate.[4]

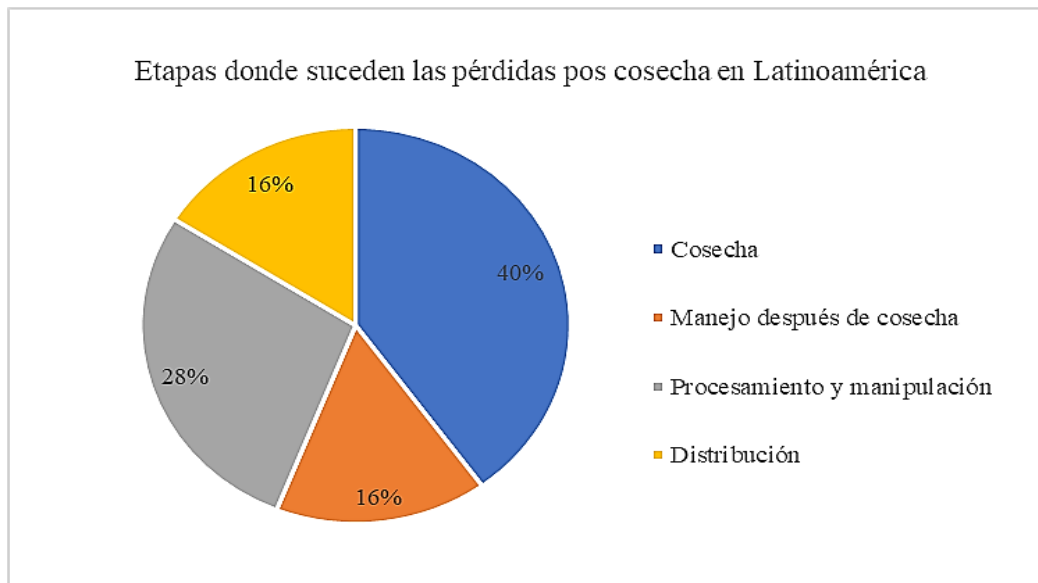


Fig. 7. Etapas donde suceden las pérdidas pos cosecha en Latinoamérica [4]

La Asociación Colombiana de Pequeños Caficultores ASCAFÉ S.A.S., es una organización cafetera del sur de Colombia que fortalece competencias colectivas y consolida la economía agrícola familiar a través de la producción, promoción y exportación de café y frutas de alta calidad.

Durante las últimas décadas, Colombia ha librado una dura batalla en contra del fenómeno de los cultivos ilícitos de coca, ubicados en la primera parte de la cadena de suministro, los campesinos están atrapados entre dos fuerzas hostiles: Los grupos armados o traficantes que controlan el comercio, y los militares y la policía que buscan ponerle fin. A medida que la coca se ha adentrado más en la periferia de Colombia, donde las instituciones civiles del Estado tienen una capacidad limitada, los campesinos cultivan cada vez más en áreas donde los grupos armados ilegales tienen la autoridad de facto. Los campesinos que se encuentran cerca de estos terrenos más grandes dicen que trabajan en esas fincas principalmente para complementar sus ingresos del cultivo en pequeños terrenos [5]. Según las estadísticas nacionales, el área cultivada de coca en Colombia en el año 2020 fue de 142 783,97 hectáreas, como se puede evidenciar en la siguiente Fig. 8



Fig. 8. Cultivos ilícitos de coca en Colombia en el tiempo [6]

La sociedad ASCAFÉ tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los campesinos del sector, y de esta manera, aportar al desarrollo económico y social de la región, por esta razón impulsa el empoderamiento social para aumentar las oportunidades

de las familias campesinas que se ven afectadas por la problemática de los cultivos ilícitos en Colombia, brindando a los hogares del sector alternativas legítimas para tener fuentes de ingresos, y debido a esto, se ha implementado la producción del aguacate *Hass* en la canasta de artículos de exportación.

Con base en los datos suministrados por la empresa ASCAFÉ [Ver Anexo 4], correspondientes a las exportaciones de aguacate *Hass* realizadas abril del 2019 hasta noviembre del 2021, se evidencia que en promedio, existe una pérdida del 19,38% de la materia prima antes de ser exportada (en el proceso de descarte y clasificación por defectos del fruto realizado en las maquilas), y que un 12,85% de aguacates no son aceptados al ser recibidos en el puerto de Róterdam (Al realizar el reporte de calidad de los aguacates), ya que se identifica que los aguacates no llegan en el estado óptimo esperado, generando pérdidas de € 15 296,95 para la empresa ASCAFÉ. Teniendo en cuenta el problema mencionado anteriormente, el equipo trabajará en desarrollar el diseño de una herramienta que permite controlar y reducir las principales causas de descarte que se presentan en los procesos de selección y manipulación del aguacate tipo exportación al llegar a Róterdam, entre las que se encuentran: Lenticelosis, Trozador y punto de maduración, las cuales se pueden observar a detalle en la Fig. 13. El alcance de este proyecto está delimitado desde la selección del aguacate cuando es cosechado en el punto de origen, hasta que es entregado a las maquilas.

Hay múltiples beneficios al abordar este proyecto, entre los reales se encuentra principalmente el generar mayores ingresos para la empresa ASCAFÉ, mediante la reducción de pérdidas causadas por la mala calidad con la que llegan los aguacates al puerto de Róterdam; de modo que todos los trabajadores e inversionistas relacionados con ASCAFÉ en esta línea de producción, se verán beneficiados. Por otro lado, los beneficios potenciales son generar ventajas competitivas en mercados internacionales, lo cual mejoraría el índice de competitividad de la exportación del aguacate *Hass* en el Cauca, cumpliendo así con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores, además, Colombia también será beneficiado, ya que el aumentar su nivel de exportaciones producirá un mayor progreso para el país, desarrollando una mayor cantidad de empleos para los habitantes.

Con base en esto, se logra evidenciar que la elaboración del proyecto de análisis y mejora de la calidad del aguacate tipo exportación del departamento del Cauca tiene un gran alcance tanto para la empresa y agricultores, como para la economía y el desarrollo del país, generando beneficios que aportan a cada uno de los involucrados en el tema.

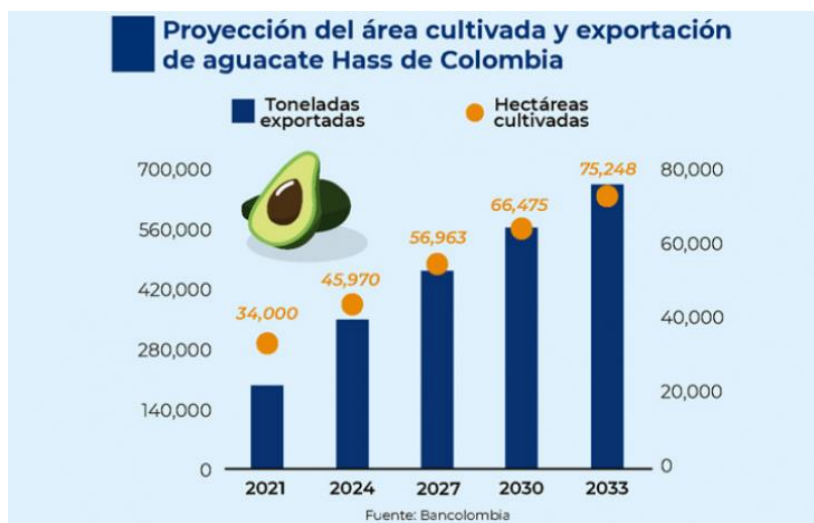


Fig. 9. Proyección del área cultivada y exportación de aguacate *Hass* de Colombia [7]

### B. Grupos de interés

Las partes interesadas, grupos de interés o *stakeholders* son los individuos u organizaciones que actúan de manera activa en el proyecto o aquellos cuyos intereses pueden resultar afectados como resultado del desarrollo de este. Primeramente, se ejecutó una exploración de la cadena de suministro del aguacate *Hass*, en la que se reconocieron los implicados con el proyecto en áreas como el cultivo, desinfección, preparación, comercialización y consumo. Consecutivamente, para establecer la importancia de cada uno se implementó la matriz poder/interés, la cual permite diseñar las operaciones estratégicas a seguir para facilitar la actuación con el grupo de interés. La variable “interés” califica el beneficio y el “Poder” califica la influencia que el *stakeholder* puede recibir del proyecto. Con base en esto, se procedió a calificar a los involucrados teniendo en cuenta la escala presentada en

la TABLA I. Por último, se presenta en la TABLA II una descripción de los grupos de interés con su correspondiente calificación, esta permite realizar la gráfica de la matriz poder/interés.[8]

*TABLA I.*  
ESCALA DE CLASIFICACIÓN.

Escala	
1	Muy bajo poder o interés
2	Bajo poder o interés
3	Medio poder o interés
4	Alto poder o interés
5	Muy alto poder o interés

*TABLA II.*  
CLASIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS

Clasificación	Stakeholder	Grupo de interés	Definición	Interés	Poder
<b>Actores Directos</b>	1	ASCAFÉ	Empresa encargada de la comercialización y distribución del aguacate <i>Hass</i> en el mercado internacional.	5	5
	2	Pequeños agricultores	Campesinos del departamento del Cauca, dedicadas al cultivo y cosecha de aguacates.	3	3
	3	Transportadores	Personal encargado de la movilización del aguacate de un punto determinado a otro.	3	4
	4	Puertos	Sitios ubicados a orillas de mares, con la infraestructura necesaria para realizar operaciones de embarque y desembarque, además de operaciones aduaneras.	2	4
	5	Clientes	Entidad o persona la cual adquiere el producto.	2	3
	6	Equipo de proyecto	Grupo de personas que trabajan juntas para lograr una meta en común.	2	5
<b>Actores Indirectos</b>	7	Organizaciones reguladoras y normativas.	Organismos públicos, como el ICA, que tienen como fin desarrollar políticas y regulaciones ambientales, coordinar proyectos en el sector agropecuario, hacer cumplir las Hortofrutícola y aduaneras e implementar normas de calidad, entre otros.	1	5
	8	Gremios de aguacateros	Sociedades dedicadas al desarrollo de la industria agrícola.	4	5

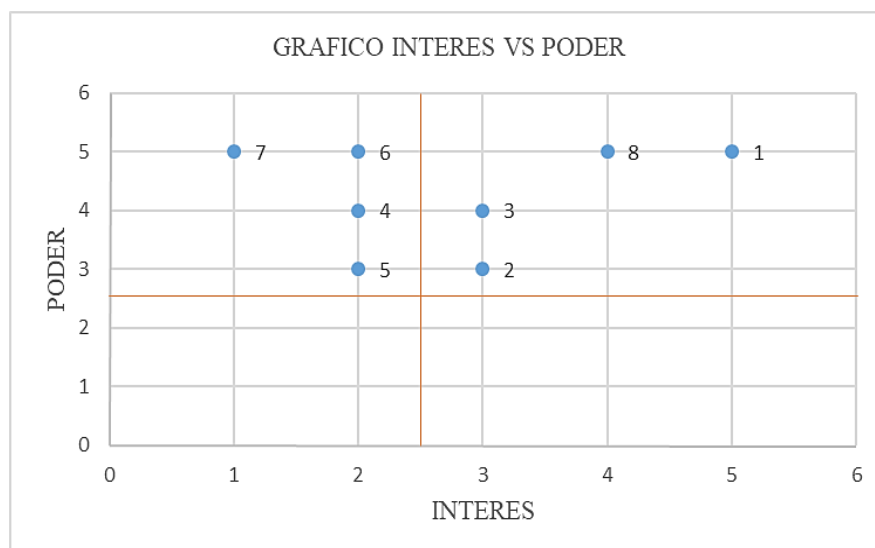


Fig. 10. Gráfica Interés vs. Poder.

En la gráfica de interés vs. poder, se evidencia que el grupo de interés con un mayor grado tanto de interés como de poder es la empresa ASCAFÉ, ya que es la que tiene un mayor grado de afectación por los resultados de este proyecto, de modo que puede mejorar sus procesos y, por consiguiente, sus ingresos. Por otro lado, las organizaciones reguladoras y normativas tienen un alto nivel de poder, esto se debe a que estas son las que regulan los procesos, pero tienen un muy bajo nivel de interés, debido a que a estas organizaciones no les interesa el éxito o fracaso de lo que pase dentro de la empresa. Por último, se registra que los pequeños agricultores y clientes tienen el nivel más bajo de poder, pero un nivel intermedio de interés, puesto que a ellos sí les puede afectar lo que suceda con el proyecto, pero no tienen un margen tan alto de influencia sobre él.

### C. Requerimientos

Para satisfacer el correcto funcionamiento del proyecto, se deben presentar los resultados que esperan los grupos de interés que están relacionados con la actividad. Para esto, los requisitos de los involucrados se determinaron a partir de la voz del cliente, la cual fue recopilada mediante una entrevista con el gerente de ASCAFÉ [Ver Anexo 5]. Los requerimientos se plantearon a partir de un conjunto de restricciones y especificaciones a tener en cuenta para el proyecto. Finalmente, se presenta el marco legal en donde se establecen leyes, normas y estándares a nivel nacional. El detalle de toda la información se puede observar en la TABLA III.

TABLA III.  
GRUPOS DE INTERÉS.

Grupos de interés	VoC (Requisitos de grupo de interés)	Restricciones de diseño	Especificaciones de diseño	Leyes, normas y estándares	
				Legislación y Requisitos Aplicables	Importancia o Efecto
ASCAFÉ	Reducir las deficiencias de la calidad del aguacate. Controlar y mantener la calidad del aguacate Hass que es exportado a Europa.	Falta de conocimiento en los procesos tanto de transporte terrestre como marino del aguacate.	Exportar el aguacate en condiciones óptimas de tal manera que lleguen con una mejor calidad a Europa.	Decreto 1165 de 2019. Resolución 448 de 2016.	Estas normas se establecen sobre la producción de vegetales y también para la exportación de estos.

<b>Equipo de proyecto</b>	Implementar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, teniendo una atención oportuna de la empresa al equipo del proyecto para cumplir los objetivos propuestos en el tiempo establecido.	El tiempo para la elaboración del diseño es escaso (1 año) y hay estudios necesarios para la implementación de este, que podrían requerir una mayor duración.	La elaboración del diseño para mejorar la calidad de los aguacates debe ser viable, sin costos muy elevados, además de que debe enriquecer las condiciones de vida de los pequeños agricultores.	Normas internas de la empresa ASCAFÉ y de la asignatura Proyecto de diseño 1, así como también las pautas de presentación de trabajos escritos.	Las normas están orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección al medio ambiente y la salud y el bienestar de los trabajadores que laboran en el campo.
<b>Pequeños agricultores</b>	Aportar diferentes alternativas para obtener ingresos por la producción y exportación de aguacate, que puedan ayudar a mejorar la calidad de vida de los campesinos.	El proceso de siembra, cosecha, manipulación y recolección de aguacate es deficiente, provocando que los aguacates no lleguen en las condiciones óptimas a Róterdam, lo cual genera pérdidas económicas para los agricultores.	Garantizar la calidad de los aguacates.	NTC 1248-2.	Buenas prácticas, especificaciones de empaques para frutas frescas.
				NTC 1248-3.	Buenas prácticas, especificaciones de almacenamiento y transporte para frutas frescas.
				NTC 2479.	Buenas prácticas, embalajes e indicaciones para el manejo de artículos.
		Plagas	Cumplir a cabalidad con las normas establecidas por el ICA.	Decreto 1843 de 1991.	Reglamentación sobre uso y manejo de plaguicidas.
<b>Gremios aguacateros</b>	Generar alternativas para mayores oportunidades de crecimiento económico, brindando su colaboración para mejorar las condiciones con el fin de un buen desarrollo de la producción del aguacate.	Cooperación deficiente entre los gremios aguacateros y los integrantes que participan en todo el proceso de producción del aguacate.	Ejecutar las normas establecidas por los gremios productores.	Reglamentos internos de los gremios.	Se logra promover y elevar la productividad de la industria aguacatera.
<b>Transportadores</b>	Transportar los aguacates con las condiciones adecuadas, con el fin de conservar la apariencia física apropiada establecida del aguacate.	Cumplir con las normativas, los tiempos, las cantidades y condiciones apropiadas para la preservación del producto, ya que existen variables que pueden afectar el proceso de transporte del aguacate, como el control de la temperatura, las fechas de cosecha, entre otros.	Garantizar que el aguacate sea exportado en las condiciones especificadas y de manera eficaz para que el fruto llegue de la mejor forma a su destino, adecuado.	Resolución 002505 de 2014.	Permite que los aguacates lleguen a tiempo y en el mejor estado posible.

<b>Puertos</b>	Cumplir con los requerimientos en el uso de infraestructura y maquinaria adecuada para la inspección, entrega y envío de los aguacates.	Mala ejecución en la recepción y envío de los aguacates.	Cumplimiento de la infraestructura y maquinaria adecuada, así como también del buen desempeño de trámites aduaneros.	TLC	Tratados de libre comercio. Manejo de indicadores de Gestión.
				Ley 01 de 1991.	Estatuto de Puertos Marítimos.
<b>Clientes</b>	Entrega de los aguacates de buena calidad y en las cantidades establecidas.	Baja calidad y capacidad de producción debido al mal procedimiento de la cadena de suministro.	Cumplimiento de la calidad, tiempos y cantidades acordadas con los clientes.	Estándares de calidad.	N.A.
<b>Organizaciones reguladoras y normativas</b>	Controlar los procesos tanto de producción como de exportación en el país.	Incumplimiento de las normativas.	Garantizar un proceso de producción y exportación al margen de las normas que avalan la inocuidad y seguridad alimentaria del aguacate.	Decreto 2478 de 2018. Resolución 448 de 2016. Decreto 1165 de 2019. Decreto 390 de 2016. Resolución 344 del 21 de junio de 2011.	Permite un control y certificación de los productos.

## II.MEDIR

### A. Plan de recolección de datos

Una vez definido el contexto en el que se diseñó el proyecto de mejoramiento, la siguiente etapa consiste en la realización de la recolección de datos, la cual se trata del proceso de recopilación y medición de la información pertinente sobre variables establecidas de una manera sistemática, que permita obtener respuestas y evaluar resultados. Esto implica elaborar un plan de recolección de datos [Ver Anexo 9], el cual proporciona un plan detallado del procedimiento que conduce a reunir los datos para la elaboración y el cumplimiento de las metas y objetivos del proyecto. De esta forma, es posible sustentar en información verificable la investigación y el análisis de la calidad del aguacate tipo exportación del departamento del Cauca.

La recolección de datos permite hacer una comparación de la información suministrada en el pasado frente a los datos presentados en la actualidad, en muchas ocasiones las empresas recurren a las herramientas de recolección de datos como lo son entrevistas, observaciones, documentos, archivos, fuentes gubernamentales, experimentos de laboratorio, cuestionarios, y *focus groups* que permiten analizar los requerimientos y/o las necesidades que tienen los clientes. De esta manera, se pueden realizar

acciones que repercutan de una manera positiva a la relación proveedor cliente. Además, es importante tener en cuenta los datos para poder analizar qué procesos se están realizando de manera inadecuada, puesto que de esta forma es posible identificar la causa y asimismo encontrar una solución.

En esta etapa, se localizaron diversos tipos de datos y fuentes de información para elaborar el plan de recolección de datos del proyecto. Los documentos sobre la recolección y clasificación de los aguacates en las fincas productoras de ASCAFÉ, donde se proporciona información de cuántos aguacates *Hass* son seleccionados para exportación y la cantidad de aguacates que son asignados para mercado nacional u otro tipo de uso ya que no cumple con los requisitos establecidos. En los reportes de calidad del aguacate hay cifras sobre el transporte desde las fincas hacia las maquilas, ya que en este trayecto los aguacates pueden sufrir daños en su superficie o su grado de maduración puede verse afectado por la temperatura dentro de los camiones.

Una vez en la maquila, se recopilan datos como el grado de materia seca y las sustancias que aún posee el aguacate, estos indicadores son muy importantes en el ingreso de los aguacates en las maquilas, esto se debe a que son esenciales para identificar si los aguacates son aptos para el proceso de exportación hacia Europa. Al finalizar su proceso de clasificación en la maquila, los aguacates *Hass* son enviados a los puertos donde emprenden su camino hacia Róterdam, en donde se encuentra ubicada la empresa MAAS, la cual revisa la calidad del aguacate midiendo desde su temperatura, aspecto, tamaño y calibre hasta la maduración del fruto, de modo que, al compilar toda la información suministrada en la inspección cuando el fruto arriba en el puerto, se procede a generar un reporte de calidad que está compuesto por calificaciones en las que 1 es la valoración más baja (significa pérdida total del producto) y 8 es la valoración más alta (Significa que el aguacate está en buen estado).

La variable “Calidad del producto” permite identificar el nivel de aceptación del aguacate con respecto a las especificaciones del reporte de calidad suministrado por MAAS (como se enunció en el párrafo anterior, esta calificación es medida en Róterdam, por lo que para el presente proyecto no es posible tener un control y/o predicción sobre los resultados obtenidos con respecto a la variable “Calidad del producto”). También se tiene en cuenta el grado de madurez que posee el aguacate, por medio de un análisis de laboratorio que determina la cantidad de materia seca, este posibilita la identificación de si el fruto se encuentra en el tiempo adecuado de cosecha para realizar la selección del aguacate y que llegue en las mejores condiciones a su destino final. Los aguacates que no cumplen con los estándares de calidad en el puerto de Róterdam indicarán “Cantidad de materia prima perdida”, filtro que se desarrolla con las especificaciones del reporte de calidad mencionado previamente. La variable “Ingresos por exportación del aguacate” evidencia los ingresos esperados comparados con los ingresos reales recibidos, es decir, muestra el auténtico estado de los aguacates al ser recibidos en el destino final.

Las cifras, estadísticas y gráficos presentados a continuación, fueron tomados de los informes de calidad que la empresa MAAS proporciona cuando el aguacate llega al destino final (por motivos externos no se tiene acceso al proceso de toma de datos que se realiza en Róterdam y no se dispone de la información suficiente sobre los parámetros utilizados por esta entidad para establecer las calificaciones expresadas en los reportes entregados). Se debe considerar que la metodología para medir la calidad del aguacate en el punto de origen del proceso consiste en el secado de láminas de pulpa de aguacate de 1,5 mm de espesor en horno microondas (a una potencia de 800W) colocadas en un vidrio de reloj en un tiempo de secado de 4 minutos y el residuo del proceso se pesa al finalizar para obtener los gramos, es decir, se utiliza el método de laboratorio para calcular la cantidad de materia seca. Mientras que, en el punto de destino, se emplean variables como el color, aspecto y el tamaño para definir el nivel de calidad del aguacate por escalas, por consiguiente, los métodos de medición de ambas entidades son diferentes, este es otro motivo por el cual se dificulta que el indicador “Calidad del aguacate” pueda ser controlado.

TABLA IV.  
INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR

Variable	Objetivo	Descripción	Indicador
Calidad del producto	Aumentar la calificación de calidad del aguacate exportado a la empresa MAAS.	Análisis del informe de calidad, resultado de inspecciones de verificación aleatorias, realizadas en uno o más lotes individuales de los productos presentados para inspección, el cual se califica de acuerdo con los estándares establecidos por la empresa MAAS (Puerto de Róterdam). [Ver Anexo 7 y 8]	Porcentaje de aguacate aceptado: $\frac{\text{Cantidad de aguacates en estado óptimo}}{\text{Cantidad de aguacates recibidos}} \times 100 (1)$
Cantidad de materia prima perdida	Identificar la cantidad de aguacates que llegan en mal estado al puerto de Róterdam	Cálculo y Análisis de la cantidad de aguacates rechazados por las maquilas. [Ver Anexo 4]	Porcentaje de materia prima pérdida: $\frac{\text{Cantidad de aguacates rechazados}}{\text{Cantidad de aguacates recibidos}} \times 100 (2)$

			Cantidad de aguacates recibidos
Diferencia de retribución por exportación de aguacate	Establecer la diferencia retribuida por la producción del aguacate.	Informes y reportes de costos (análisis de los ingresos esperados y el ingreso real obtenido)	Pago esperado- Pago real = Diferencia de retribución (3)

### B. Medición del Sistema actual

Para la recolección de datos, se tuvo en cuenta todo el proceso de la cadena de suministro del aguacate *Hass* exportado por la empresa ASCAFÉ, con el fin de comprender la situación actual que presenta la empresa en esta línea de producción. Se realizó el diagrama SIPOC [Ver Anexo 11] y el diagrama de flujo [Ver Anexo 12], dado que de esta manera se facilita la visualización del sistema de manera general, permitiendo así la identificación de los factores más importantes del proceso.

Mediante el flujograma, se representa todo el proceso de actividades por el que deben pasar los aguacates *Hass* desde su cosecha hasta su exportación. El ilustrar el proceso de esta forma permite un mejor análisis, facilitando su entendimiento para así encontrar fallas o puntos en los que se podría mejorar. Revisando el flujograma se detectan varios procesos de inspección y pesado que son totalmente necesarios para dar una calidad final excelente. Una buena calidad del aguacate asegura que todos los aguacates exportados sean aceptados.

Se puede observar en Diagrama de flujo del proceso de exportación del aguacate *Hass* [Ver anexo 12], que las actividades que más se repiten son las operaciones, al ser las que tienen mayor número de movimientos en el proceso, generando un cuello de botella. Los cuellos de botella del proceso actual se encuentran en el proceso de pesado y revisión final, esto se debe a que en la maquiladora no se cuenta con los equipos adecuados para hacer la operación de manera idónea, provocando que el tiempo de empaque de la fruta de exportación sea mayor.

Teniendo en cuenta los indicadores de desempeño a medir, se procede a realizar las ecuaciones con base en los datos obtenidos por la empresa ASCAFÉ [Ver Anexo 8, 10, 13 y 14].

Con respecto al porcentaje de aceptación de los aguacates [Ver Anexo 15], al realizar un análisis del estado de los aguacates que arriban a Róterdam, es evidente el problema al que se enfrenta la empresa ASCAFÉ en el proceso de distribución que tiene el aguacate desde su cosecha hasta su destino final. La mayoría de los aguacates llegan en estado regular (nivel de calificación entre 4 y 5) según el criterio europeo [Ver Anexo 7, 8 y 9], debido a que cada uno de los aguacates que reciben tienen algún pequeño defecto, falla o no hay cumplimiento de los estándares requeridos. La empresa que registra la calidad de los aguacates en Europa reporta un 0% de productos en un óptimo estado, lo cual no significa un rechazo total de los aguacates, ya que esta empresa posee un rango de aceptabilidad de imperfecciones en el aguacate, permitiendo ciertos defectos que no son tan críticos en Europa, sin embargo, representa una cuestión importante para la empresa ASCAFÉ puesto que eso significa que los aguacates no cumplen con el nivel de calidad óptimo y/o esperado, por otro lado, el impacto que tiene esta situación en el precio pagado a ASCAFÉ tiene una diferencia de retribución de € 6 908,5.

Los aguacates que no son asignados para exportación son considerados como pérdida para la empresa, esto se debe a que el precio del aguacate en el exterior es mucho más elevado que a nivel nacional, en ese caso, los aguacates que no cumplen con las especificaciones de calidad requeridas para exportar pasan a ser parte del mercado nacional. En la ecuación de porcentaje perdido [Ver Anexo 15], se presenta que en promedio el 19,38% de la cantidad de los aguacates recibidos en la maquila se pierden porque se clasifican como exportación nacional, datos que se pueden observar en la matriz de exportación de aguacate *Hass* suministrada por ASCAFÉ [Ver Anexo 4]

De igual manera, ASCAFÉ genera el reporte en el que se establece el precio con respecto al informe de la carga exportada, la cual se define como el pago esperado. Al llegar al puerto de Róterdam, la empresa receptora MAAS, gestiona un reporte con los aguacates que son aceptados, y con base en este, se determina el pago real por la cantidad del fruto recibido. Teniendo en cuenta esto, es posible calcular la suma de dinero que pierde ASCAFÉ por la cantidad de aguacates que son rechazados [Ver Anexo 15]. En el reporte proporcionado por la empresa ASCAFÉ, se puede observar que el pago esperado por la cantidad enviada es de € 27 961,50; y se generó un pago real de € 21 053,00 [Ver Anexo 10 y 13]. En la fórmula 3 [Ver Anexo 15], se calculó la diferencia de retribución que ASCAFÉ no recibe por la baja calidad con la que llegan los aguacates al puerto de Róterdam, es decir, € 6 908,50.

Por otra parte, en la Fig. 13, están representadas gráficamente las causas por las que se descartan los aguacates en uno de los reportes de cantidad de aguacate a exportar al llegar a las maquilas [Ver Anexo 14]; en la gráfica se puede evidenciar que entre los problemas principales se encuentran la Lenticelosis, Trozador, el punto de maduración y el marceño, defectos que son considerados como no tolerables para la exportación del aguacate.

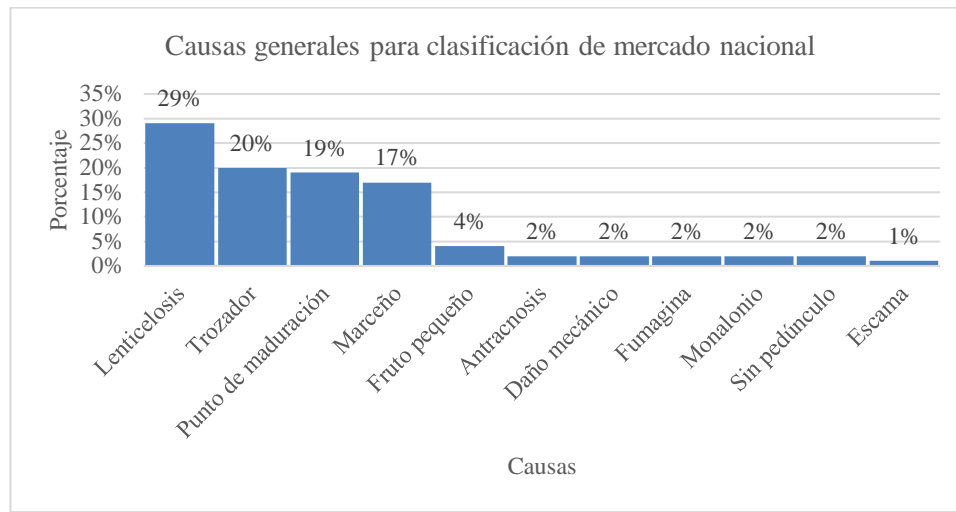


Fig. 13. Causas generales para clasificación de mercado nacional. Mod

Las variables presentadas a continuación, representan los resultados del comportamiento actual de los indicadores de desempeño (KPI's) más relevantes para la empresa [Ver Anexo 15], así como también, se establecen las metas para la remisión a tratar, las cuales fueron definidas por la empresa ASCAFÉ [Ver Anexo 5]. La primera variable, calidad del aguacate, evidencia el puntaje el cual se le otorga al aguacate al ser recibido, siendo este, un puntaje que va desde el 1 al 8, teniendo en cuenta que la calificación 1 significa pérdida total y 8 bueno. Actualmente se presenta una calificación con valor entre 4 y 5, lo que significa moderado y menos de la media respectivamente, para los cuales la empresa se planteó una meta de superior a 6, teniendo así que la diferencia de la calidad del aguacate que llega al puerto es menor que la esperada.

La variable de cantidad de materia prima perdida se encuentra actualmente en 20,60% y por consideración del empresario, se establece una meta, que pretende reducir esta cantidad en un 50%, es decir, 10,30% de la cantidad de materia prima perdida del total del producto de exportación. De esta manera, se genera una disminución representativa.

Finalmente, en la variable diferencia de retribución por Exportación de aguacate, se logra evidenciar una pérdida bastante alta, puesto que los datos que se obtienen en la actualidad corresponden a la factura de compra del aguacate cuando es recibido en el puerto de Róterdam [Ver Anexo 13], para la cual nos arroja un valor € 21 053,00. Los datos de esta meta corresponden al valor esperado por la empresa, tomado en base al aguacate que es procesado para exportar, para el cual se genera un valor de € 27 961,50 [Ver Anexo 10]. Puesto que la diferencia es de € 6 908,50, se evidencia que el valor remunerado es mucho menor que el esperado. Se debe tener en cuenta que el precio de los aguacates es relativo ya que depende del calibre del fruto, acuerdos de negociación, estado de calidad, entre otros factores. Por otra parte, en la variable ingresos por exportación de aguacate, la cantidad del fruto exportado en la actualidad fue de 16 800 kilogramos.

TABLA V.  
RESULTADOS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Variable	Actualidad	Meta
Calidad del aguacate	Los aguacates llegan en un nivel de aceptación con calificación entre 4 y 5	Los aguacates lleguen en un nivel de calificación superior o igual a 6
Cantidad de materia prima perdida	20,60%	10,30%
Ingresos por exportación de aguacate	€ 21 053,00	€ 27 961,50

En la hoja de trabajo de la situación actual [Ver Anexo 16], se realizó el resumen de lo desempeñado en esta fase.

### III. ANALIZAR

#### A. Análisis de Causas

Después de realizar el análisis y descripción del estado actual de las variables que se usaron como indicadores de desempeño, las cuales permiten evidenciar de forma cuantificada el comportamiento de los resultados del proyecto, se realizó una visita a una de las fincas de ASCAFÉ ubicada en la Tebaida, y las opiniones que surgieron para constituir la tormenta de ideas, fueron originadas en entrevistas con los agricultores [Ver Anexo 29]. Se elaboró la lluvia de ideas que se ilustra en la Fig. 14, como herramienta de trabajo en equipo junto con el gerente de ASCAFÉ, para producir un elevado número de ideas sobre las posibles causas que generan el problema planteado en la pregunta “¿Por qué el aguacate no llega en el estado óptimo de calidad al ser recibidos en Róterdam?” [Ver Anexo 5], además de tener en cuenta las razones principales del deterioro del fruto mencionadas anteriormente.

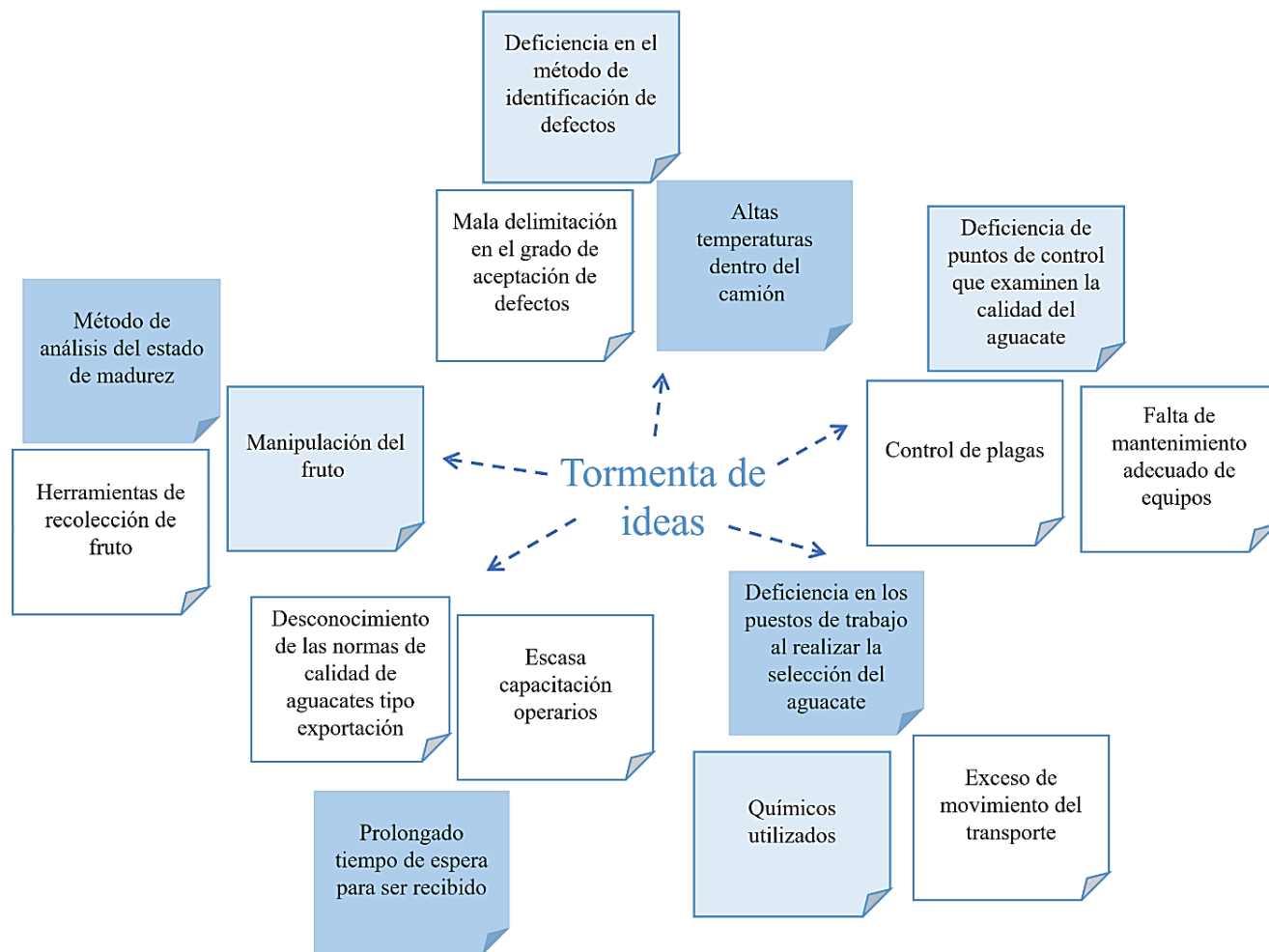


Fig. 14. Tormenta de ideas de investigación de causas

Para clasificar y organizar la gran cantidad de información que resultó del análisis anterior, se utilizó el método del diagrama de afinidad con la finalidad de agrupar estos conceptos en diversas categorías que fueron definidas como Transporte, Mano de obra, Calidad, Equipos y Métodos. Como se puede observar en la Fig. 15.

## Diagrama de afinidad



Fig. 15 Diagrama de afinidad de la tormenta de ideas.

Con el propósito de identificar los factores más relevantes que afectan la calidad del aguacate, se llevó a cabo un diagrama causa – efecto [Ver Anexo 21]. Posteriormente, se realizó el filtro de los problemas posibles de abordar, entre los cuales se encuentran: Altas temperaturas dentro del camión, escasa capacitación operarios (Manipulación del fruto), herramientas de recolección de fruto, método de análisis del estado de madurez y calidad del aguacate, desconocimientos de las normas de calidad de aguacates tipo exportación, deficiencia en el método de identificación de defectos (Mala delimitación en el grado de aceptación de defectos), deficiencia de puntos de control que examinen la calidad del aguacate y deficiencia en los puestos de trabajo al realizar la selección del aguacate.

Al realizar el análisis del diagrama Ishikawa y los resultados obtenidos en el filtro, es posible examinar a profundidad cada una de las categorías, de modo que, se puede llevar a cabo el proceso de asignación del porcentaje de relevancia para cada una de las espinas del diagrama de pescado, con la meta de seleccionar la que tiene mayor influencia sobre el proyecto, la de puntaje superior en este caso fue “Calidad”. Por otro lado, para lograr una mayor delimitación del problema, también se evalúan las posibles causas que hacen parte de la agrupación con mayor peso (Calidad) entre las demás categorías, la cual fue “Deficiencia de puntos de control que examinen la calidad del aguacate”, establecida por el gerente de ASCAFÉ [Ver Anexo 18], con objeto de efectuar la selección del motivo con mayor impacto para controlar la calidad del aguacate Hass tipo exportación, en el que se enfocó el proyecto. Una vez seleccionada la variable, se procedió a emplear la técnica de los 5 Por qué’s, ejecutada con el gerente general de la empresa ASCAFÉ, para hallar la causa raíz que lo provoca, como se puede observar en la Fig. 17.

**¿Por qué hay deficiencia en los puntos de control que examinan la calidad del aguacate?**

Porque no está establecido el tiempo y espacio requeridos en el proceso para lograr una adecuada examinación de la calidad del fruto.

**¿Por qué no está establecido el tiempo y espacio requeridos en el proceso para lograr una adecuada examinación de la calidad del fruto?**

Porque la examinación de la calidad se realiza simultáneamente con la recolección de los aguacates.

**¿Por qué la examinación de la calidad se realiza simultáneamente con la recolección de los aguacates?**

Porque en el proceso de cosecha, no está establecida la examinación de calidad como una secuencia para realizar la apropiada selección del fruto.

**¿Por qué en el proceso de cosecha, no está establecida la examinación de calidad como una secuencia para realizar la apropiada selección del fruto?**

Porque no hay una metodología para efectuar la clasificación de los aguacates.

**¿Por qué no hay una metodología para efectuar la clasificación de los aguacates?**

Porque no se ha establecido un análisis de especificaciones para la calidad, ni métodos de identificación de defectos.

Fig. 17. Diagrama de los 5 Por qué's

## B. Revisión de literatura

Al realizar la revisión de literatura, se encontró dentro de la base de datos *Sciencedirect* un artículo sobre un método para controlar el proceso de calidad de una manera eficiente, teniendo en cuenta diferentes variables que afectan durante el proceso. El título del artículo es "A Nonlinear Quality-relevant Process Monitoring Method with Kernel Input-output Canonical Variate Analysis". En resumen, el documento anteriormente mencionado aborda lo siguiente.

Los métodos tradicionales de monitoreo de procesos basados en el análisis de las variables canónicas del Kernel no aíslan la variación. No pudieron evaluar si un defecto de proceso detectado afectaría la calidad del producto. Se ha propuesto un método de control de calidad de proceso no lineal basado en el análisis de variables canónicas del Kernel de E/S (KIOCVA). En primer lugar, las variables de proceso y calidad se asignan a los espacios de características lineales multidimensionales correspondientes utilizando asignaciones no lineales desconocidas. El espacio de características lineales de mayor tamaño se asigna a tres subespacios: el subespacio de correlación de E/S, que captura la correlación entre los datos de proceso y los datos de calidad, el subespacio no correlacionado, la correlación de entrada y el subespacio de salida no correlacionado. Para controlar los cambios en el subespacio de entrada no correlacionado y el subespacio de salida no correlacionado, se realiza un análisis de componentes principales. Las correlaciones más altas de dimensión-espacio y las variaciones de las características lineales se extraen mediante funciones de multiplicación no lineales. El método KIOCVA propuesto permite determinar si un defecto de proceso detectado afecta la calidad del producto. La eficacia del método propuesto se ha demostrado en el ejemplo del proceso de Tennessee Eastman. [17]

Siguiendo con la revisión de literatura, la base de datos *Redalyc* contiene una revista que trata sobre los impactos del aguacate en el empaque y el tratamiento pos cosecha del fruto, dando a entender la importancia que tienen los procesos de cosecha, pos cosecha, almacenamiento y distribución del fruto de aguacate 'Hass' los cuales deben mantener la calidad del fruto. ya que, en

estos procesos el fruto está expuesto a impactos que ocasionan pérdidas de calidad. El título del artículo es “*Impacts to avocado ‘Hass’ fruit in the packaging line and its effect on post-harvest quality*”. Y da evidencia objetivos del estudio como: 1) cuantificar la magnitud y sitios donde ocurren los impactos en la línea de selección; 2) determinar los daños que generan los impactos en la calidad externa e interna de los frutos; y 3) evaluar el efecto de los tipos de impacto y la refrigeración sobre la calidad del fruto en madurez de consumo. Con un sensor inalámbrico en forma de aguacate que simulaba el fruto.

El fruto de aguacate ‘*Hass*’ es susceptible a impactos que ocurren durante su manejo pos cosecha. Los impactos en la empacadora pueden ser una fuente importante de daños mecánicos (Yull et al., 2015). En la línea de selección y empaque el fruto está expuesto a impactos dinámicos y estáticos (vibraciones y compresión) que demeritan la calidad interna del fruto en madurez de consumo (Pallottino et al., 2009). Los impactos o daños mecánicos ocasionan pérdidas económicas ya que demeritan el valor comercial del fruto (Sablani et al., 2006). El resultado de esto son pudriciones y alteración en la textura, color y sabor de la pulpa del fruto, ocasionado por la aceleración de los procesos de maduración, disminuyendo la firmeza y la pérdida de masa, acortando la vida de anaquel (Opara y Pathare, 2014).[18]

Por otro lado, se encontró información relevante para este proyecto dentro del documento “*Influence of postharvest treatments and storage conditions on the quality of Hass avocados*” que aborda el tema de, verificar el impacto de los métodos después de su uso durante el uso de mantequilla. El diseño de la prueba incluye trabajos iniciales (agua caliente y cera), empaque (baja densidad y hojas biodegradables) y temperatura de almacenamiento (cámara promedio y refrigerador), en el diseño de bloques al azar llenos con tres repeticiones. Los efectos de los tratamientos pos cosecha combinados sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales de los aguacates *Hass* se evaluaron en una simulación de cadena de frío de 28 días. Los parámetros de calidad que se evaluarán incluyen la viscosidad de la mezcla, el contenido de humedad, la materia seca, el pH, los sólidos disueltos totales, el ácido titrante total y las características subjetivas de calidad. Las condiciones de almacenamiento ( $P \leq 0,05$ ) influyeron significativamente en los parámetros medidos. Las condiciones de la cadena de frío (5,5 °C durante dos días, 5 °C durante seis días y 4,5 °C durante 20 días a 95 % de humedad relativa) proporcionaron el beneficio más significativo para mantener la fruta fresca de mejor calidad. La combinación de revestimiento de cera, empaque de polietileno de baja densidad y condiciones de cadena de frío fue beneficiosa para retrasar la maduración en unas dos semanas con cambios mínimos en el contenido de humedad (9,5 %), SST (19,0 %) y viscosidad. La refrigeración es esencial para prolongar la vida útil y mantener la calidad de los aguacates durante la exportación. [19].

Con la literatura consultada se llegó a la conclusión de que los aguacates *Hass* sufren bastantes cambios en su calidad con respecto al proceso y trato de este después de la cosecha, especialmente en los procesos de transporte y la cadena de frío de los aguacates. Gracias a los artículos consultados se obtuvieron herramientas e ideas nuevas para implementar y mejorar los procesos. Específicamente, la opción de mejorar el plan de control de calidad, indicando y estandarizando los procesos de los aguacates con el fin de controlar la cadena de frío debido a que la refrigeración es esencial para prolongar la vida útil del fruto. También, es viable realizar un manual de procesos en una aplicación, o capacitación que permita conocer mejor a los operarios el proceso de empaque de los aguacates. Debido a que, en este proceso es donde se presentan la mayor cantidad de daños mecánicos por la mala manipulación del fruto.

### C. Exploración de ideas y selección de alternativa

Para el siguiente apartado se realizó una lista de alternativas utilizando la técnica de ideación SCAMPER para encontrar diferentes soluciones al problema planteado, este proceso creativo consiste en formular preguntas y generar ideas desde ángulos diferentes al efectuar las respuestas sobre lo que podría abarcar el proyecto. El método contiene preguntas que se dividen en 7 secciones: sustituir, combinar, adaptar, modificar, proponer, eliminar, y reordenar, se aplica con el objetivo de filtrar las ideas para la selección de alternativas, como se ilustra en la Fig. 18. Se logró identificar algunas posibles alternativas de solución entre las cuales se encuentran: Implementación de método para evaluar la calidad del aguacate en la fase de cosecha, Agregar un punto de análisis de clasificación de los aguacates, Control de calidad por medio de análisis fotográfico, Control en el grado de aceptación de defectos y Diseñar un modelo de capacitación de la manipulación y las normas de calidad de aguacates tipo exportación.

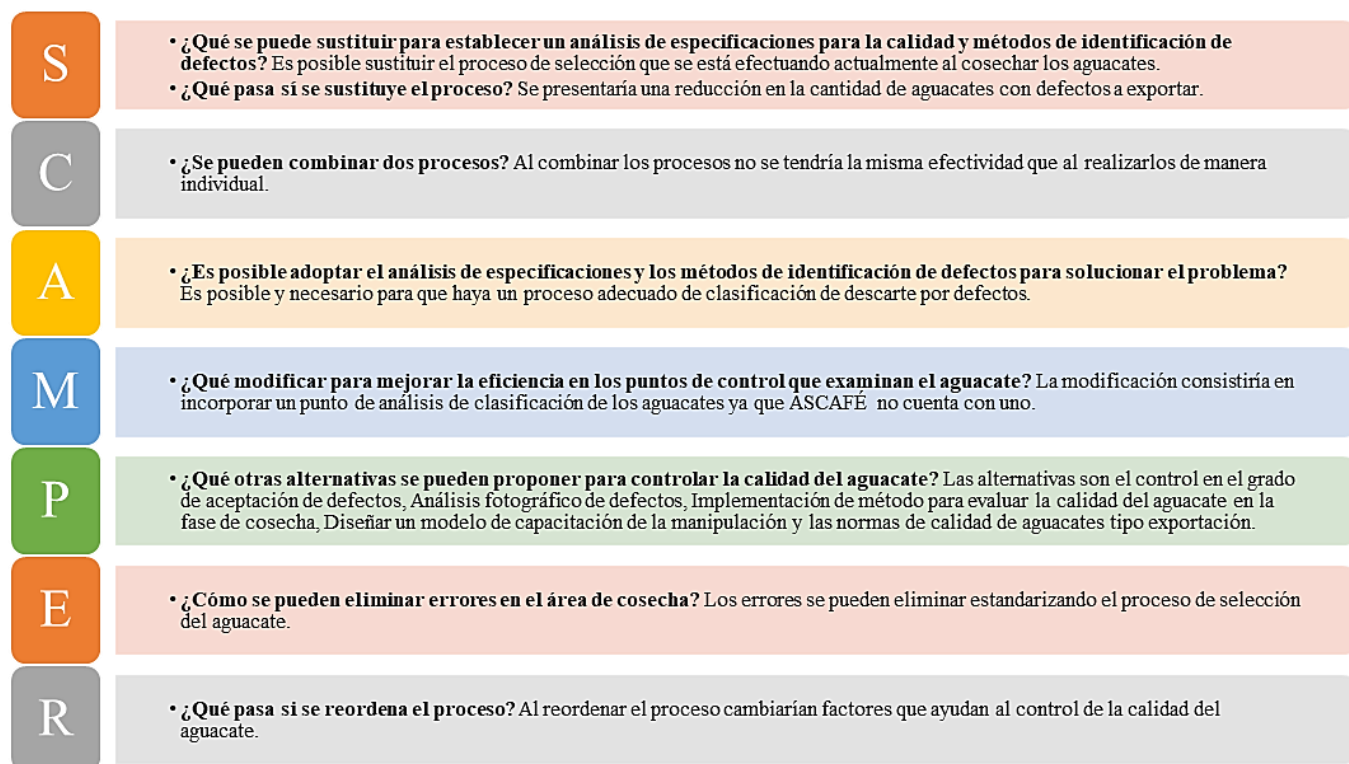


Fig. 18. Técnica SCAMPER

El desempeñar el análisis de las variables permite evaluar si las estrategias planteadas son viables para cumplir con el propósito del proyecto a largo plazo. Por ende, se estudió el impacto del proyecto para cada una de las alternativas en la siguiente tabla.

TABLA VI.  
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Alternativa	Descripción	Impacto del proyecto
Diseño de un método para evaluar la calidad del aguacate en la fase de cosecha (Recolección, madurez, descarte).	Diseñar un método por el cual la empresa ASCAFÉ pueda tener una mejor clasificación de los aguacates tipo exportación. Teniendo este proceso pasos más específicos y estandarizados para la clasificación.	Mediante la implementación de este método la empresa tendrá menos pérdidas, debido a que se reducirán los aguacates que no sean aceptados en Róterdam.
Agregar un punto de análisis de clasificación de los aguacates.	Diseñar un punto en el proceso, en el cual se diseñe y asigne un espacio únicamente para la clasificación de los aguacates.	De esta forma se separan dos procesos que se hacen simultáneamente (cosecha y clasificación) para así obtener mejores resultados en la clasificación, y del mismo modo, disminuir las pérdidas económicas que generan los aguacates en mal estado que llegan a Róterdam.
Control de calidad por medio de análisis fotográfico.	Diseñar maquinaria que permita la identificación de los defectos externos e internos que presentan los aguacates Hass antes de pasar al proceso de exportación.	Es importante implementar este método en la empresa, debido a que, permitirá identificar los defectos de los aguacates de una manera más eficiente con un proceso automatizado.
Control en el grado de aceptación de defectos	Diseñar un criterio de clasificación basándose en los criterios de aceptación usados en Róterdam. De esta forma ASCAFÉ tendrá un criterio más estricto para poseer un margen de error dentro de la calidad de los aguacates al ser exportados.	Con estos nuevos criterios de clasificación, serán menos los aguacates que son rechazados de Róterdam, por consiguiente, la empresa logrará reducir sus pérdidas.
Diseñar modelo de capacitación de la manipulación y las normas de calidad de aguacates tipo exportación.	Establecer una mejor capacitación de los operarios, proporcionando desde el principio los conocimientos necesarios para la manipulación y clasificación de los aguacates.	El tener operarios suficientemente capacitados, disminuye la cantidad de errores que puedan presentarse en el proceso de cosecha y clasificación de los aguacates. Permitiendo controlar de mejor manera la calidad con la que salen los aguacates de las fincas.

Los problemas de toma de decisiones son procesos complejos en los cuales intervienen múltiples criterios, por lo cual es necesario utilizar herramientas que permitan discernir entre estos con el fin de obtener una solución para la toma de decisiones multicriterio en ambientes difíciles, buscando satisfacer en mejor grado la combinación de alternativas posibles planteando la problemática de una forma lógica y racional. Para escoger la mejor opción, se establecieron criterios de selección y rúbricas de evaluación a través del modelo de decisión AHP- Proceso de análisis jerárquico. Este consiste en proporcionar evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y posteriormente, especificar la preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión con respecto a cada criterio, las cuales se presentan a continuación según su grado de prioridad: Agregar un punto de análisis de clasificación de los aguacates, Control en el grado de aceptación de defectos, Implementación de método para evaluar la calidad, Diseñar modelo de capacitación de la manipulación y normas, y Control de calidad por medio de análisis fotográfico. El resultado del AHP sirvió como apoyo para determinar el factor con mayor puntaje por preferencia, siendo “Agregar un punto de análisis de clasificación de los aguacates”, la alternativa más conveniente [Ver Anexo 19].

#### D. Objetivos

##### Objetivo general

Diseñar una metodología para la selección y manipulación del fruto, mediante el análisis e inspección de la calidad, usando herramientas de ingeniería industrial con el fin de controlar y reducir las principales causas de descarte que se presentan en los aguacates *Hass* tipo exportación al llegar a Róterdam.

##### Objetivos específicos:

1. Analizar el sistema actual del proceso de selección de aguacates *Hass*.
2. Definir un método de control y estandarización del proceso.
3. Establecer estándares, criterios y normas de manipulación del fruto.
4. Realizar una evaluación de los impactos.

#### E. Plan de trabajo (PdT)

A continuación, se presenta en la TABLA VIII el plan de trabajo propuesto para el cumplimiento de los objetivos específicos. La planificación del desarrollo del modelo y la verificación de los resultados se presenta en el Project charter [ver Anexo 20], para el cual, se soporta con la aplicación del programa Project. En resumen, se planea que la ejecución del proyecto inicie el 01/08/2022 y finalice el 20/10/2022 con una duración total de 61 días.

TABLA VII  
PLAN DE TRABAJO

Objetivo	Área IISE	Herramientas de Ingeniería Industrial	Actividad	Entregable (alcance)	Fecha entrega
Definir un método de control y estandarización del proceso de selección y descarte del aguacate <i>Hass</i> en la fase pos cosecha	11. Information Engineering	A. Differentiating Data and Information	Investigar sobre procesos de selección de frutos	Matriz de información previamente investigada	28/08/2022
	1. Work Design and Measurement	A. Uses of Standards	Crear un método estándar tomando de referencia los procesos previamente investigados	Propuesta de método más adecuado para la selección del fruto	01/09/2022
Implementar estándares y grados de aceptación para realizar el análisis de calidad del aguacate <i>Hass</i> .	11. Information Engineering	J. Storage and Processing	Establecer los límites de aceptación.	Lista con límites especificados	13/09/2022
	5. Quality & Reliability Engineering	C. Control Charts and Process Capability	Crear una base de datos con las medidas obtenidas y controlar el proceso	Archivo con cada una de las medidas de las muestras realizadas	22/09/2022
Establecer en ASCAFÉ la metodología de análisis de calidad utilizada en Róterdam.	4. Facilities Engineering and Energy Management	C. Facilities Layout	Investigar los estándares utilizados en Róterdam	Lista de criterios de calificación para la aceptación del fruto en Róterdam	30/09/2022
	5. Quality & Reliability Engineering	Part IV: Quality Management and Training	Capacitar al personal encargado de la selección con base en los datos obtenidos.	Realizar capacitación al personal de selección del fruto en cada uno de los filtros	1/10/2022

Definir criterios y normas de manipulación estándar del fruto, desde que es cosechado hasta cuando se transporta hacia las maquilas.	12.1 Product Design & Development	B. Design Process Steps	Crear un protocolo del paso a paso de cómo se debe tratar el fruto, estandarizando los procesos para cada uno de los puntos	Documento especificando el tratamiento del fruto en cada uno de los procedimientos.	15/10/2022
	11. Information Engineering	P. System Implementation	Diseñar la normatividad en cada uno de los procesos	Diseñar protocolo de la manipulación estándar del fruto	20/10/2022

## V. MEJORAR

### A. *Desarrollo del diseño de la solución*

Con el objetivo de cumplir en su totalidad con los requerimientos, se planteó el diseño de metodología para la selección y manipulación del aguacate [Ver Anexo 22], en el cual están indicadas todas las actividades desde que el fruto es recolectado hasta que es almacenado en cuarto frío, de modo que se presentan todos los procesos de transporte terrestre del fruto. Además, este diseño es regido por las normas de manipulación del aguacate *Hass* [Ver Anexo 23], las cuales tienen como referencia las normas establecidas por el ICA y los gremios productores, en donde se explican las especificaciones de la cadena de suministro constituida por el proceso de cosecha, recolección, inspección de daños superficiales, condiciones de exportar, transporte hacia la maquila, determinación del peso de los aguacates, inspección de calidad, lavado de suciedad y desinfección, inspección de residuos, secado, clasificación por calibre, empaque en cajas y almacenaje en cuarto frío, con el propósito de transmitir esta información de manera cooperativa entre los gremios aguacateros y los integrantes que participan en todo el proceso de producción del aguacate. Con el fin de que los aguacates tengan una buena ejecución en la recepción, transporte y envío hacia la maquila al igual que a Rotterdam, encontrándose en las condiciones óptimas para la preservación del producto, por lo tanto, no generaría pérdidas económicas para la empresa ASCAFÉ.

Para cuestión del transporte interno, no se realizó ningún cambio debido a los costos elevados que integraban mejorar la flota de camiones transportadores. Pero indirectamente el manual de funciones les permite a estos poder realizar su proceso y garantizar el cumplimiento de las normativas, tiempos, cantidades y condiciones apropiadas para la preservación del producto. Con el control de las variables existentes que pueden afectar el proceso de transporte del aguacate como el manejo de la temperatura, las fechas de cosecha, entre otros, es posible garantizar que el fruto llegue a su destino de manera adecuada.

El transporte marítimo es un aspecto difícil de controlar, esto se debe a que los procesos que se realizan no están al alcance del proyecto, ya que este posee limitaciones y restricciones en cuanto al tiempo y los costos que se efectúan al realizar visitas a los puertos encargados del despacho y la exportación del producto. No obstante, en los puertos se puede evidenciar que la herramienta utilizada para garantizar la calidad de los aguacates no impacta en sus procesos y esto se debe a que es muy complejo en los ámbitos mencionados anteriormente.

En cuanto al marco legal, es de entender que se deben cumplir con una reglamentación mínima para el desarrollo de la exportación de aguacate *Hass*, entre las cuales se encuentran: La seguridad jurídica para los usuarios aduaneros, los requisitos para el registro ante el ICA de los predios de productos de vegetales para exportación en fresco, el registro de los exportadores, el registro de las plantas empacadoras de vegetales para la exportación en fresco, el establecimiento de las características que debe reunir el empaque del aguacate destinado tanto al mercado nacional como al internacional, las indicaciones gráficas para manejo de artículos y las condiciones mínimas que deben cumplir los vehículos que alimentos fácilmente corruptibles.

Cabe señalar que la ejecución de la implementación del diseño para mejorar la calidad de los aguacates es viable, debido a que se efectuó identificando las deficiencias y problemas que se presentan en el proceso de producción del fruto y efectuando acciones preventivas al respecto. Para la empresa ASCAFÉ, esta implementación no requiere cambios en sus costos operativos, ya que el enfoque aplicado en el proyecto está basado en mejorar el método de manipulación del fruto, siendo esto un modelo en el cual solo es necesario invertir en el factor tiempo. De esta forma, es posible enriquecer las condiciones de vida de los pequeños agricultores sin inversiones elevadas. Respecto a los gremios de aguacates, serán beneficiados con la implementación del manual de procedimientos, ya que representa una nueva herramienta para poder estandarizar los procesos de todas las empresas productoras de aguacate interesadas en mejorar su negocio de exportación y generar más oportunidades de empleo en la región.

Los clientes como tal son beneficiarios directos de la implementación de las normas de manipulación del aguacate, en vista de que estos serán los encargados de seleccionar el fruto en el puerto y podrán tener mayor cantidad de aguacate en perfectas condiciones para ofrecer al mercado, de este modo, tendrán una imagen gratificante en cuanto al producto. Aunque el diseño no afecta directamente a los consumidores finales, el hecho de que los aguacates estén en buenas condiciones permite que, el mercado

de exportación del aguacate *Hass* cada vez tenga más auge y se pueda consolidar la región colombiana como un referente a seguir en este mercado.

Para conseguir resultados confiables de esta implementación, se deben realizar estudios que necesitan mínimo de 3 ciclos anuales, en otras palabras, esta propuesta de diseño tendría que aplicarse en un largo periodo de tiempo para conseguir los datos históricos suficientes y de este modo inferir resultados que afirmen la efectividad de este. Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados obtenidos son una aproximación de los efectos que se alcanzan al desempeñar el debido proceso de análisis anual. Es importante tener en cuenta que el diseño propuesto está orientado a la correcta manipulación del aguacate, estableciendo técnicas a seguir para que los operarios logren realizar la estandarización del proceso controlando y manteniendo sus condiciones, para garantizar la calidad del fruto, sin profundizar sobre el tema del manejo de las plagas, puesto que, los plaguicidas varían dependiendo de las condiciones actuales del cultivo. Para esto, se requiere un conocimiento especializado del área, asimismo, se debe cumplir con la normatividad establecida por el Decreto 1843 de 1991.

**B. Validación del diseño propuesto (COMPARACIÓN- REPORTE ANTES Y DESPUÉS)**

Al tener completamente desarrolladas las “normas de manipulación del aguacate *Hass*”, en el que se sintetizaron los procesos adecuados que deben seguir los operarios en el proceso de cosecha y exportación del aguacate *Hass* [Ver Anexo 23], se realizó una socialización del diseño al gerente de la empresa, el cual, en conjunto con la empresa ASCAFÉ y el grupo de trabajo, procedieron a desarrollar capacitaciones a los agricultores. En cuanto a la empresa, se encargó de compartir la información en donde se encuentran los procedimientos descritos en las normas a los operarios que cumplieran una función relacionada con estos procesos.

La implementación se llevó a cabo mediante la instrucción de la manipulación correcta del aguacate *Hass*, realizando una conferencia orientada a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal que labora en la finca, permitiendo que los trabajadores tengan un mejor desempeño en sus actuales actividades con respecto a la manipulación del fruto, adaptándose a las exigencias cambiantes del entorno.

Las pruebas de rendimiento explicando KPI's previamente definidos comparados con los resultado actuales se presentan a continuación:

Variable	Antes	Actual	Meta
Calidad del aguacate	Los aguacates llegan en un nivel de aceptación con calificación entre 4 y 5	Los aguacates llegan en un nivel de aceptación con calificación entre 5 y 7	Los aguacates lleguen en un nivel de calificación superior o igual a 6
Cantidad de materia prima perdida	20,60%	13,55%	10,30%
Ingresos por exportación de aguacate	€ 21 053,00	€ 49 796,60	€ 27 961,50

Como se puede observar en el reporte de calidad suministrado por la empresa MAAS [Ver Anexo 26], los aguacates se encontraron en un nivel de aceptación con calificación entre 5 y 7, lo que supera el puntaje asignado en los reportes anteriores, el cual estaba localizado entre 4 y 5. Con este gran cambio en su calificación de calidad, la empresa ASCAFÉ obtiene una mejor imagen ante su comprador debido a que sus productos están llegando en mejores condiciones. Esta mejora también es fundamental en la cantidad de aguacates que logran vender, debido a que, si los aguacates que arriban en Rotterdam no tienen un mínimo de calidad establecida por la empresa MAAS, estos son destruidos y no remunerados.

Por otro lado, con respecto a la cantidad de materia prima perdida, al comparar los datos de los kilos a facturar como exportación con los kilos actuales, se presenta una disminución del 7,05% según el reporte de la maquila Fresh Fruits & Vegetables [Ver Anexo 25]. De esta forma la empresa posee mayores ingresos al reducir las pérdidas de materia prima, por consiguiente, se tiene una mayor cantidad de kilos registrados al igual que un pago superior por cada pallet de aguacates.

Con base a los cambios positivos que se evidenciaron en las anteriores variables mencionadas, es posible observar cómo afectan directamente a la variable de los ingresos por exportación de aguacate. Teniendo en cuenta la volatilidad de estos indicadores, se tomó en cuenta la fecha de facturación del 12/09/22, la cual es una TRM de \$1,01 U. Este indicador pasó de estar en € 21 053,00 a estar en € 49 796,60, siendo esto algo sumamente importante para ASCAFÉ, ya que estos dependen de sus ingresos para funcionar y seguir con sus operaciones. Al incrementar su capital, la empresa podrá mejorar sus operaciones, invirtiendo en infraestructura y procesos en los que se intervienen al aguacate, permitiendo así, aumentar sus ingresos a largo plazo para estos y sus actividades relacionadas. En otro orden de ideas, en la variable ingresos por exportación de aguacate, la cantidad del fruto exportado en el factor actual fue de 24 000 kilogramos.

## VI. CONTROLAR

Extensión máxima 2500 palabras.

### A. *Medición de los impactos*

Con respecto a los efectos del diseño, en la que se detalla la medición y el análisis de impactos, es posible resaltar que para el ámbito financiero, la implementación del diseño representa una mejora económica para la empresa, pues se evidencia un incremento de aproximadamente un 50%, es decir, le permitirá a la empresa exportar una mayor cantidad de aguacate en buenas condiciones, lo que generará más dinero del que se gana actualmente, ya que al cumplir con la calificación de la calidad del fruto, este será aceptado y vendido sin tener que pagar por la quema del mismo, entonces este proyecto causa el aumento de ingresos para ASCAFÉ, mediante la reducción de pérdidas causadas por la mala calidad con la que llegaban los aguacates al puerto de Róterdam, además, el mejorar la calidad también otorga una buena imagen de la compañía, lo que conlleva a ventajas competitivas en mercados internacionales debido al reconocimiento de que sus productos son confiables y el nivel de responsabilidad de su marca.

Las inversiones y recursos que se emplearon para el desarrollo del proyecto en la empresa se calculó con las horas de capacitación por los 10 empleados que hicieron parte del ejercicio, es decir, en el caso del trabajador que devenga un salario mínimo, el valor de la hora de trabajo, para el 2022, es de \$4 167, que es el resultado de dividir \$1'100 000 entre 240, ese valor multiplicado por la cantidad de agricultores y las horas de capacitación (2 horas) dió como resultado una inversión de \$83.340 pesos colombianos [Ver Anexo 30], los cuales al comparar con los ingresos por exportación de aguacate obtenidos actualmente por el proyecto (€ 49 796,60), equivalentes a \$249'525 058,00 pesos (teniendo en cuenta que 1 EUR es igual a \$5010,89 pesos a 4/02/2023), existe una ganancia de \$249 441 718, lo que significa un gran beneficio monetario al realizar un contraste con la financiación asociada al proyecto.

En el factor social, se debe tener en cuenta que uno de los principales intereses de la empresa es mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores brindando alternativas legítimas para tener fuentes de ingresos, por lo cual decidieron incluir la producción del aguacate Hass en su canasta de artículos de exportación. Al tener como herramienta las “Normas de manipulación del aguacate *Hass*” servirá como un instructivo que orientará a los agricultores sobre cómo desarrollar los procedimientos en forma detallada, clara y precisa para realizar la adecuada selección y manipulación del aguacate, esto ayudará a los agricultores a ganar más dinero ya que tendrán menos aguacate categorizado para comercialización a nivel nacional, cumpliendo así con el objetivo de elevar sus ingresos, posibilitando así el desarrollo integral de estas personas.

En términos ambientales, se logró evidenciar que la elaboración del proyecto de análisis y mejora de la calidad del aguacate tipo exportación del departamento del Cauca tiene en cuenta la gestión sostenible de los recursos materiales examinando los impactos ambientales desde la perspectiva de la correcta gestión del final de su vida útil, al poseer conocimiento, respeto y compromiso medioambiental, ya que al disminuir la cantidad de aguacates de baja calificación (inferior a 5), también se reduce la cantidad de kilos del fruto que deben ser incinerados, lo cual antes provocaba un mayor consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero, al igual que la dispersión en la atmósfera de dioxinas y furanos, unos contaminantes extremadamente peligrosos para el medio ambiente y la salud.

Por otra parte, para la dimensión ergonómica, en las “Normas de manipulación del aguacate Hass” se priorizo la calidad de vida laboral, salud, seguridad y bienestar tanto de los agricultores como de los agentes que intervienen en el proceso, de modo que exista una correlación adecuada de las interacciones entre humanos y los elementos del sistema, con el objetivo de prevenir

riesgos laborales, tener trabajadores más productivos y eficientes, promover la salud, motivación, higiene y comodidad desde el ángulo de la ergonomía ambiental.

#### B. Estandarización de la solución – POE'S (plan de control)

Con el objetivo de estandarizar el proceso de selección del aguacate, se establecen una serie de pasos a seguir mediante la implementación de la “Normas de manipulación del aguacate Hass” [Ver Anexo 23] como guía para dar correcta manipulación. El cumplimiento de este dependerá de la rigurosidad con la que la empresa siga estas normas, y las medidas que tome para el implementar una supervisión.

#### C. Conclusiones

Este apartado debe concluir si soluciona el problema de ingeniería o necesidad a través del cumplimiento de objetivos acorde al plan de trabajo propuesto.

- Mediante la estandarización del proceso a través de un manual en el que se especifique a detalle tanto el procedimiento, como las normas que se deben de seguir a lo largo de este, se logra mejorar notablemente la calidad en la que llegan los aguacates a su destino final, demostrando menos daños superficiales los cuales afectan en gran medida la calidad del aguacate *Hass*
- Al realizar la implementación de las “Normas de manipulación del aguacate Hass”, se logró mejorar el indicador de la cantidad de materia prima perdida, la cual se encontraba en un 20,60%, donde en su último reporte se muestra una mejora de 7,05%, obteniendo una cantidad actual de materia prima perdida del 13,55%.
- Por medio del proceso de investigación sobre la adecuada metodología para la selección y manipulación del aguacate se identificó que la Lenticelosis es la principal causa general de descarte para exportación, ya que se presenta con un porcentaje muy superior a los demás defectos con un promedio del 29% en los reportes de calidad, por lo que se puede afirmar que el correcto control de esta variable con el diseño implementado causaría un positivo impacto significativo en las exportaciones del fruto.
- La implementación de esta alternativa le brinda a los agricultores de este fruto en potencia la garantía de poder realizar sus procesos de una manera más eficiente y estandarizada, minimizando el riesgo de cometer errores que los lleven a generar pérdidas que les impida salir adelante con sus cosechas, pasando de generar € 21 053,00 por cosecha a generar al momento € 49 796,60 por cosecha exportada después de la implementación de la mejora.

#### D. Recomendaciones

Este apartado debe proponer futuras mejoras o proyectos de diseño que puedan desarrollarse a partir de los resultados obtenidos.

- A partir de los resultados obtenidos se evidencia cuán útil puede ser revisar cada paso de un proceso que se realiza con regularidad. Al indagar con mayor profundidad en la cosecha y manipulación del aguacate, se podrán obtener mejores efectos con respecto a la calidad del fruto.
- Aunque con esta propuesta se logró un impacto positivo en los indicadores, no se logró el cumplimiento de la meta, por lo que, se recomienda hacer un estudio para empresa implementar otras alternativas de solución para la mejora de la calidad del aguacate, como lo son los productos químicos que pueden alargar la vida del aguacate *Hass*.
- Durante el análisis del proceso para la recolección de información sobre las principales causas de descarte según los reportes de calidad del aguacate, se percibió que es necesario realizar estudios que necesitan como mínimo de tres ciclos anuales para obtener resultados constantes y verídicos, por lo que se recomienda poner a prueba el diseño implementado en un largo periodo de tiempo de modo que sea posible conseguir los datos históricos suficientes para definir la eficiencia de este.
- Se logró una mejoría en el tema de los ingresos por cosecha de la empresa es por esto por lo que se indica a los gerentes de la empresa poder delegar personal que les garantice el cumplimiento de la implementación del manual de

procedimientos y que les brinde la seguridad de poder seguir mejorando y manteniendo los indicadores por debajo de la meta establecida.

#### IV. GLOSARIO

Etileno: “El etileno es un compuesto orgánico gaseoso, constituido por dos átomos de carbono y cuatro átomos de hidrógeno y es el primer término de la serie de los alquenos.” [9]

Humedad relativa: “La humedad relativa es el porcentaje de la humedad de saturación, que se calcula normalmente en relación con la densidad de vapor de saturación.” [10]

Estrés mecánico: “La fuerza dividida por la superficie del tejido sometida a dicha fuerza” [11]

Mesocarpio: “Capa media de las tres que forman el pericarpio de los frutos.” [12]

Endocarpio: “Capa interna de las tres que forman el pericarpio de los frutos.” [13]

Turgencia celular: “determina el estado de rigidez de una célula, es el fenómeno por el cual las células al absorber agua se hinchan, ejerciendo presión contra las membranas celulares, las cuales se ponen tensas.” [14]

Lenticelosis: “Las lenticelas son estructuras que aseguran la entrada de oxígeno, el intercambio gaseoso entre los tejidos internos y el exterior.” [15]

Trozador: “Son larvas de insectos del orden Lepidóptera, familia Noctuidae, que varían en su población y época de aparición de acuerdo con las distintas regiones del país.” [16]

Plagas: “Aparición masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales, como, respectivamente, la peste bubónica y la filoxera.” [20]

#### V. REFERENCIAS

[1] “Global production of avocados by country 2020,” Statista. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/593211/global-avocado-production-by-country/>.

[2] “Avocado production worldwide 2020,” Statista. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/577455/world-avocado-production/>.

[3] MADR, “Cadena productiva del aguacate”, Sioc.minagricultura.gov.co, 2021. [Online]. Disponible: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

[4] M. F. R. Alarcón, “Predicción de problemas de calidad en aguacate *Hass* por medio de la interrelación de factores clave que afectan sus características de calidad y vida útil,” Universidad del valle, Guatemala, 2021.

[5] International Crisis Group, “Las comunidades y la coca. Raíces profundas: coca, erradicación y violencia en Colombia” 2021. [Online]. Disponible: <http://www.jstor.org/stable/resrep31402.6>

[6] MinJusticia, “Ministerio de Justicia y del Derecho”, Minjusticia.gov.co, 2022. [Online]. Disponible: <https://www.minjusticia.gov.co/programas-co/ODC/Paginas/SIDCO-estadisticas-nacionales.aspx>.

[7] “En 15 años el aguacate *Hass* será el producto estrella de exportaciones,” El Nuevo Siglo. [Online]. Available: <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/04-24-2021-en-15-anos-el-aguacate-hass-sera-el-producto-estrella-de-las-exportaciones>.

- [8] Grupo Atico 34. 2022. ¿Qué son los Stakeholders y cómo gestionarlos? | Grupo Atico 34. [online] Available at: <<https://protecciondatos-lopd.com/empresas/stakeholders/>>.
- [9] "Etileno – Academia de Ciencias de la Región de Murcia", Um.es, 2022. [Online]. Available: <https://www.um.es/acc/etileno/#:~:text=El%20etileno%20es%20un%20compuesto,y%20a%20partir%20del%20gas%20natural.>
- [10] "Relative Humidity", Hyperphysics.phy-astr.gsu.edu, 2022. [Online]. Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Kinetic/relhum.html>.
- [11] "estrés mecánico", Maaz.ihmc.us, 2022. [Online]. Available: <https://maaz.ihmc.us/rid=1JJL BG58N-2B6F0P2-GG5/estr%C3%A9s%20mec%C3%A1nico.cmap>.
- [12] 2022. [Online]. Available: <https://dle.rae.es/mesocarpio>.
- [13] 2022. [Online]. Available: <https://dle.rae.es/mesocarpio>.
- [14] "Turgencia", Quimica.es, 2022. [Online]. Available: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Turgencia.html>.
- [15] "19.7. Lenticelas", Biologia.edu.ar, 2022. [Online]. Available: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema19/Tema19-7Lenticelas.htm>.
- [16] "Los distintos tipos de gusanos trozadores que afectan pastos | Contexto ganadero", Contextoganadero.com, 2022. [Online]. Available: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-distintos-tipos-de-gusanos-trozadores-que-afectan-pastos-parte-1#:~:text=Este%20insecto%20es%20el%20m%C3%A1s,en%20plantaciones%20de%20tierra%20fr%C3%ADa>.
- [17] H. Linzhe, C. Yuping, T. Xuemin and D. Xiaogang, "Shibboleth Authentication Request", Www-sciencedirect-com.bdbib.javerianacali.edu.co, 2022. [Online]. Available: <https://www-sciencedirect-com.bdbib.javerianacali.edu.co/science/article/pii/S2405896315011167>.
- [18] A. Salazar- S. García, Impactos al fruto de aguacate ‘Hass’ en la línea de empaquetado y su efecto en la calidad pos cosecha. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [Internet]. 2017; (19):4049-4061. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153823016>.
- [19] A. Kassim y T. Seyoum Workneh, Influencia de los tratamientos pos cosecha y las condiciones de almacenamiento en la calidad de los aguacates Hass, Heliyon, 6.ª ed. 2020. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020310781>.
- [20] 2023. [Online]. Available: <https://dle.rae.es/plagas>.

## VI. ANEXOS

TABLA IV.  
TABLA DE ANEXOS

No. Anexo	Nombre	Desarrollo (propio o terceros)	Tipo de Archivo (PDF, HTML, Excel, Word...)
-----------	--------	--------------------------------	---

1	2022107- Anexo 1. Hoja de trabajo Contexto y justificación	Propio	Word
2	2022107- Anexo 2. Hoja de trabajo Identificación de grupos de interés.	Propio	Word
3	2022107- Anexo 3. Hoja de trabajo Identificación de los requerimientos de grupos de interés	Propio	Word
4	2022107- Anexo 4. EXPORTACIÓN AGUACATE HASS	Tercero	PDF
5	2022107- Anexo 5. Entrevista	Propio	Word
6	2022107- Anexo 6. Lista de chequeo de revisión documental	propio	Word
7	2022107- Anexo 7. Reporte calidad	Tercero	PDF
8	2022107- Anexo 8. Reporte calidad Pallet	Tercero	PDF
9	2022107- Anexo 9. Plan de recolección de datos	Tercero	PDF
10	2022107- Anexo 10. Factura de venta FVEE5	Tercero	PDF
11	2022107- Anexo 11. Diagrama SIPOC de la empresa ASCAFÉ	Propio	Word
12	2022107- Anexo 12. <i>Diagrama de flujo del proceso de exportación del aguacate Hass.</i>	Propio	Word
13	2022107- Anexo 13. Comprobante de pago	Tercero	PDF
14	2022107- Anexo 14. Reporte de cantidad de aguacate a exportar	Tercero	PDF
15	2022107- Anexo 15. Ecuaciones	Propio	Word
16	2022107- Anexo 16. Hoja de trabajo situación actual	Propio	Word
17	2022107- Anexo 17. Norma de calidad para clientes	Tercero	PDF

18	2022107- Anexo 18. Selección	Propio	Excel
19	2022107- Anexo 19. Alternativas	Propio	Excel
20	2022107 - Anexo 20. Project	Propio	PDF
21	2022107 - Anexo 21. <i>Diagrama de Ishikawa</i>	Propio	Word
22	2022107 - Anexo 22. Diseño de metodología para la selección y manipulación del aguacate	Propio	Word
23	2022107 - Anexo 23. Normas de manipulación del aguacate Hass	Propio	Word
24	2022107 - Anexo 24. Ecuaciones de resultados actuales.	Propio	Word
25	2022107 - Anexo 25. Reporte de cantidad de aguacate a exportar actual	Tercero	PDF
26	2022107- Anexo 26. Reporte calidad Pallet actual	Tercero	PDF
27	2022107- Anexo 27. Comprobante de pago actual	Tercero	PDF
28	2022107- Anexo 28. Factura de venta actual	Tercero	PDF
29	2022107- Anexo 29. Visita a finca productora	Propio	Word
30	2022107- Anexo 30. Ecuaciones de impactos	Propio	Word