

**PROPUESTA METODOLOGICA DE GESTION DE RIESGOS PARA UNA LINEA
DE EMPAQUE DE AGUACATE HASS EN EL VALLE DEL CAUCA**

YESID ALBERTO CUERO CAICEDO.

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL - VALLE DEL CAUCA
2019**

**PROPUESTA METODOLOGICA DE GESTION DE RIESGOS PARA UNA LINEA
DE EMPAQUE DE AGUACATE HASS EN EL VALLE DEL CAUCA**

YESID ALBERTO CUERO CAICEDO.

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Industrial**

Directores

MSc. JULIAN GONZALES

MSc.VIVIAN LORENA CHUD

**UNIVERSIDAD DEL VALLE.
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.
ZARZAL - VALLE DEL CAUCA.**

2019

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, EUNICE CAICEDO GRUESO por la maravillosa formación que me dio, los valores y virtudes que inculco en mí, su esfuerzo, por su amor, comprensión y apoyo que me hacen el hombre que soy en este momento.

A mis hermanas ANGELICA MARIA CUERO CAIDECO y KAREN LISETH CUERO CAICEDO, por ser fuente de inspiración y motivación para crecer día a día.

A la profesora VIVIAN LORENA CHUD PANTO por su apoyo y asesoría en el proceso de formación y elaboración de mi trabajo de grado

Al profesor JUALIAN GONZALES por sus conocimientos, por bríndame su amistad y sus consejos, por enseñarme a ser ingeniero

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
RESUMEN	6
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. OBJETIVOS	15
4.1 OBJETIVO GENERAL	15
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
5. MARCO TEÓRICO	16
5.1 RIESGOS	16
5.2 GESTIÓN DEL RIESGO EN LA CADENA DE SUMINISTRO	16
5.3 ANTECEDENTES	16
5.4 ETAPAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO	19
5.5 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA GESTIÓN DE RIESGOS	21
5.5.1 Comunicación y consulta	23
5.5.2 Establecimiento del contexto	24
5.5.3 Identificación del riesgo	24
5.5.4 Análisis del riesgo	24
5.5.5 Evaluación del riesgo	24
5.5.6 Tratamiento del riesgo	25
5.5.7 Monitoreo y revisión del riesgo	25
5.5.8. AMFE	25
5.6 RIESGOS IDENTIFICADOS A LO LARGO DE LA CADENA DE SUMINISTRO	27
5.6.1 Riesgos operacionales	27
6. GESTIÓN DEL RIESGO EN UNA LÍNEA DE AGUACATE HASS	32
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	33
7. RESULTADOS	35
7.1 CASO DE ESTUDIO	35
7.2 ESTABLECIMIENTO DEL CONTEXTO	35
7.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL RIESGO	42
7.4 EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN	43
7.5 TRATAMIENTO DEL RIESGO	49
CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de gestión del riesgo según NTC-ISO: 31000 de 2011	20
Figura 2 Proceso para la gestión del riesgo en la línea de empaque de aguacate Hass	32
Figura 3 Diagrama de flujo de la línea de empaque	35
Figura 4 Diagrama de Pareto para priorización del riesgo	47

LISTA TABLAS

Tabla 1 Revisión de la literatura de gestión del riesgo en líneas de aguacate Hass	17
Tabla 2 Bibliografía de herramientas para la gestión de riesgos en la cadena de suministro.	22
Tabla 3 Caracterización del proceso.....	39
Tabla 4 Cantidad de riesgos encontrados por cada tipo	43
Tabla 5 Riesgos y cálculo de IPR	43
Tabla 6 Riesgos priorizados	48
Tabla 7 Plan de mejoramiento	50

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Entrevistas semiestructuradas - Word
Anexo 2 Matriz AMFE – Excel

RESUMEN

La Gestión del Riesgo en la Cadena de Suministro (GRCS) es un tema que se ha fortalecido en los últimos años gracias a sus notables efectos en la industria; pues a través de objetivos como identificar, analizar, evaluar y mitigar los riesgos la GRCS logra minimizar las pérdidas y optimizar los recursos. Un campo de la agro-industria que también ha adquirido gran fuerza en los últimos años es la cadena de productiva de aguacate, que tiene como uno de sus eslabones la línea de empaque quien ha sido identificada como un punto crítico. Mediante la consulta en diferentes fuentes bibliográfica se determinaron quince tipos de riesgos que se presentan a lo largo de una cadena de suministro los cuales fueron usados como carta de navegación para clasificar los riesgos identificados en la investigación. Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron las herramientas flujograma y entrevista semiestructurada con el fin de describir el proceso y entenderlo, de aquí se identificaron once actividades en el proceso de empaque; desde la recepción hasta el almacenamiento en frío, luego a cada etapa identificada en el proceso se le aplicó Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE) y Posteriormente se realizó una entrevista semiestructurada para identificar los riesgos, evaluarlos, proponer alternativas de mejora y acciones de mitigación. Lo que en su conjunto permite obtener una metodología para la Gestión de Riesgo en la Línea de Empaque de Aguacate Hass. Con esto se logró identificar un total de treinta y dos riesgos en las diferentes etapas de la línea de empaque y siete riesgos transversales al proceso objeto de investigación, para finalizar se realizó propuesta de mejora para cada una de estas amenazas.

ABSTRACT

Risk Management in the Supply Chain (GRCS) is an issue that has been strengthened in recent years thanks to its significant effects on the industry, because through objectives such as identifying, analyzing, evaluating and mitigating risks GRCS manages to minimize losses and optimize resources. A field of agro-industry that has also acquired great strength in recent years is the avocado production chain, which has as one of its links the packaging line which has been identified as a critical point. By consulting different bibliographic sources, fifteen types of risks presented along a supply chain were determined and used as a navigational chart to classify the risks identified in the research. For the development of this work the tools flowchart and semi-structured interview were used in order to describe the process and to understand it, from here eleven activities were identified in the packing process; from the reception to the cold storage, then to each stage identified in the process the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) was applied and subsequently a semi-structured interview was carried out to identify the risks, evaluate them, propose improvement alternatives and mitigation actions. This together allows us to obtain a methodology for Risk Management in the Packaging Line of Hass avocado. With this, it was possible to

identify a total of thirty-two risks in the different stages of the packing line and seven risks transversal to the process object of investigation.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de riesgo en la cadena de suministro es un tema que tiene gran acogida por los académicos en los últimos años, pues representa una ventaja competitiva para los grandes productores en las diferentes áreas de la industria (Qazi & Akhtar, 2018), por otra parte, la producción de aguacate tipo exportación es un negocio rentable y el consumo de esta fruta es una tendencia que va en constante crecimiento a nivel mundial (Olawaju, Bertling, & Magwaza, 2016). Uno de los limitantes del crecimiento de la cadena de suministro aguacatera del país en especial en el Valle de Cauca es el eslabón asociado con las líneas de empaque; donde se llevan actividades como; limpiar, seleccionar, clasificar, empacar, almacenar y en ocasiones certificar la calidad del producto (Chamorro, 2018). Países como México, Perú y Chile, tienen una ventaja tecnológica y la gestión de riesgos puede ser una herramienta que permite disminuir la brecha competitiva.

Para gestionar el riesgo de la cadena de suministro de una manera más científica, los investigadores han propuesto una serie de subprocesos de gestión de riesgos de la cadena de suministro, que incluyen la identificación de riesgos, la evaluación de riesgos y la mitigación de riesgos (R. Oliveira, Silva, Rocha, & Pamplona, 2017). Este trabajo propone una metodología para la gestión de riesgos en líneas de empaque de Aguacate Hass en el Valle del Cauca, para ello se tendrá en cuenta los subprocesos anteriormente mencionados enmarcados en la metodología de la ISO 31000 (norma técnica internacional para la gestión de riesgos) que además es una guía práctica para tal fin.

Se realizó la contextualización y descripción del entorno para lo cual fue necesario saber cómo está caracterizado el proceso y cuáles son las etapas que lo conforman. Establecer el contexto se da cuando la empresa articula sus objetivos, define los parámetros externos e internos que se considerarán en la gestión de riesgos y establece el alcance y los criterios de riesgo para el resto del proceso (R. Oliveira et al., 2017).

Fue necesario tener en cuenta diversas fuentes de información en temas como la gestión de riesgo en la cadena de suministro, funcionamiento de la cadena de suministro frutícola, funcionamiento de la cadena de suministro de aguacate Hass, riesgos que se presentan en la cadena de suministro frutícola, y literatura relacionada con calidad de los alimentos para exportación, también se realizaron visitas a una línea de empaque de aguacate Hass ubicada en el norte del departamento del Valle del Cauca, adicionalmente se observaron videos y grabaciones del funcionamiento de las líneas de empaque de aguacate Hass en diferentes partes del mundo como Suráfrica, México, Perú y Colombia. Se utilizan las herramientas AMFE y entrevistas semi-estructuradas; así como literatura de primera mano y fidedigna con el fin de tener una guía que permite clasificar los riesgos.

Los principales riesgos son de tipo micro biológico por su poca facilidad para ser detectados, lo que los convierte en un amenaza latente que debe ser mitigada con acciones contantes, también vemos que el sellado de pedúnculo es una actividad que tiene riesgos de alto nivel por su difícil detección y que la maquina encargada de realizar estas tares suele tener fallas; así como la máquina de secado la cual también se contempla en las posibles mejoras del plan, pues en repetidas ocasiones resultan aguacates mojados después de esta actividad, lo que genera retrasos en el flujo de proceso dado que estos tienen que estar secos para continuar el proceso. Actividades como limpiar las instalaciones antes y después de cada producción; portar el uniforme adecuadamente prohibiendo el uso de objetos personales, y capacitar a colaboradores en temas relacionados permite aplacar un gran número de amenazas.

Por lo anterior, un sistema de gestión del riesgo es fundamental para acortar la brecha competitiva, estableciendo planes de mejoramiento y monitoreo permanente se puede lograr optimizar los recursos a la vez que se mejora el servicio cumpliendo con los estándares de calidad exigidos por el cliente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mercado de aguacate está en pleno crecimiento y se espera que la tendencia sea creciente hasta el año 2022, producto del impulso en la demanda por parte EEUU, quien es el principal importador, sumado a Europa donde el mercado aún tiene potencial de crecimiento; mientras que Asia, y específicamente China, se muestran como escenarios promisorios para impulsar el consumo, lo que sin duda favorecería a todos los productores y exportadores de este frutal (Montoya, 2018). Los productores colombianos no cuentan con tecnologías propias para el cultivo de aguacate Hass porque la industria de aguacate en el país es más bien reciente, no tiene más de 10 años de experiencia y durante este periodo son pocas las investigaciones e innovaciones que se han realizado; sin embargo, diferentes asociaciones de aguacateros y agricultores del fruto están dispuestos y abiertos a mejorar las labores asociadas con el cultivo, cosecha, pos cosecha y comercialización del fruto por lo que hay que involucrarlos en las investigaciones y transferirles los hallazgos (Chamorro, 2018).

Así pues, la industria de aguacate en Colombia tiene una serie de falencias que obstaculizan su expansión, entre las cuales se destacan: la atomización de los productores, la falta de implementación de paquetes tecnológicos, el alto costo de insumos y la falta de registro, el acceso a créditos y la escasa adecuación a necesidades, la dificultad para el uso de instrumentos existentes, rendimientos menores, la pérdida post cosecha, la infraestructura de transporte (vías, puertos y logística) y frío y, el poco desarrollo de la agroindustria, lo que se traduce en poca estructuración y por consiguiente baja competitividad, representa aumento de costos y perjudica la calidad del producto (Asofrucol, 2013).

En el caso del departamento del Valle del Cauca los municipios con mayor producción de aguacate Hass son Argelia, Calcedonia, Sevilla y Trujillo los cuales suman las 20.629 toneladas al año (ICA, 2014). Si bien estas cifras son alentadoras y contribuyen al mejoramiento del sistema comercial de la agroindustria en la subregión, es de anotar que el modelo de producción es incipiente y cuenta con falencias que incluso no le permiten competir con otras zonas del país en lo que a la producción, comercialización y exportación se refiere, tales como son los departamentos de Tolima, Antioquia, Caldas, Bolívar y Norte de Santander (Asofrucol, 2013).

Para tener en cuenta: entre un 25 a un 30% de los alimentos producidos en el mundo se pierde debido a deficiencias en el empaque (ICA, 2007). Por tanto, en lo que respecta a la manipulación pos-cosecha de la fruta, en especial en la etapa de empaque, se presentan deficiencias en aspectos relacionados con la calidad, certificaciones de inocuidad, trazabilidad y demás requisitos como registro de predios, manejo de plagas y enfermedades, asistencia técnica, disponibilidad de material vegetal certificado, laboratorios acreditados, bajo nivel de adopción y certificación de BPA para poder exportar son insuficientes o en su defecto no se

encuentran en vigencia. Todos estos aspectos pueden generar incertidumbre sobre los objetivos de la empresa (NTC-ISO:31000, 2011).

La literatura científica clasifica los riesgos desde diferentes puntos de vista, entre los cuales están los operacionales y financieros. Lo operacional tiene que ver con la probabilidad de que la empresa no pueda enfrentar los costos y los gastos fijos de operación inherentes a su actividad, mientras que lo financiero se refiere a la probabilidad de no poder enfrentar sus gastos fijos por financiamiento (Celaya & López, 2004). Pero esta propuesta no pretende trabajar con este tipo de riesgos, sino con los riesgos operativos del proceso relacionados directamente con el fruto, así como son el riesgo físico, químico, biológico y demás que atentan contra la calidad del producto final, es decir riesgos operativos dentro de la planta.

Los riesgos biológicos o microbiológicos patógenos contenidos en el alimento, como *Escherichia coli*, *Vibrio*, *cholera*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Listeria monocytogenes*, *Cryptosporidium parvum*, o virus como el de Norwalk, o de la hepatitis. En otros casos, basta tan sólo con que el porcentaje de microorganismos sea alto, para que el alimento cause enfermedades a las personas más sensibles, como en el caso de los ancianos, niños menores de 5 años, e inmunocomprometidos (enfermos de SIDA, leucemia, o diabetes); un peligro químico se considera como la posibilidad de que el producto se contamine con cualquier compuesto o elemento químico que al entrar al organismo, ya sea ingerido, inhalado o por vía cutánea, sea un peligro para la salud. Materiales, como astillas de vidrio, grapas, pedazos de madera, entre otros, que de alguna forma pueden llegar al producto (llevados por los trabajadores, provenientes del equipo, o del material de empaque), son considerados como peligros físicos (Álvarez, 2007).

Las rupturas e interrupciones en las cadenas de suministro pueden causar grandes pérdidas financieras y socavar la reputación de las empresas. A este respecto, existe un interés creciente entre los investigadores en el tema de la gestión del riesgo de la cadena de suministro. Esta implica un análisis que se lleva a cabo en varias etapas (R. Oliveira et al., 2017).

Los riesgos financieros y operativos son latentes en estas empresas, en tanto no cuenta con las condiciones de seguridad adecuadas, pues ninguna de las empresas ubicadas en el departamento del Valle del Cauca está aplicando actualmente un sistema de gestión de riesgos para el eslabón del empaquetado.

La gestión del riesgo de la cadena de suministro es un campo de investigación grande y creciente. La gestión de riesgos es aún más importante para las cadenas de suministro agrícola debido a los desafíos asociados con la estacionalidad, los picos de suministro, los largos plazos de entrega y la perfectibilidad (Anin, Otchere, & Adzimah, 2015).

El deber de la gestión de riesgos en la cadena de suministro es identificar, analizar y proporcionar soluciones para los responsables de controlar y monitorear los riesgos en el ciclo económico y de producción (Rostamzadeh, Ghorabae, Govindan, Esmaeili, & Nobar, 2018).

En este sentido, resulta importante que las líneas de empaque identifiquen, clasifiquen y evalúen los riesgos, para garantizar condiciones de sostenibilidad y buen funcionamiento, en otras palabras, que se desarrolle un sistema de gestión de riesgo en líneas de empaque de Aguacate Hass.

Finalmente, es difícil contar con un sistema de gestión de riesgos en las cadenas productivas de aguacate en el departamento del Valle del Cauca, en especial en las líneas de empaque que representan una etapa crucial para los procesos de exportación de una empresa. Así pues, este trabajo de investigación pretende proponer un sistema para la gestión de riesgos en las líneas de empaque de Aguacate Hass en la subregión norte del Valle del Cauca, que permita establecer estrategias para minimizar los riesgos presentados en una línea de empaque. Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo debe ser la metodología de gestión de riesgo en el proceso de empaque en las líneas de producción de aguacate Hass del departamento del Valle del Cauca?

Además, este trabajo pretende dar respuesta a las siguientes preguntas en relación con los objetivos específicos trazados:

- ¿Cómo está estructurado el proceso en las líneas de empaque de aguacate Hass en el Valle del Cauca considerando un enfoque en la gestión de riesgos?
- ¿Cuáles son los riesgos que se presentan en una línea de empaque de aguacate Hass?
- ¿Cuáles son los riesgos más relevantes en el proceso de empaque en una línea de producción de aguacate Hass y que amenazas representan para el sistema de producción?
- ¿Cuáles son las estrategias y/o controles de gestión que permiten mitigar estos riesgos?

3. JUSTIFICACIÓN

El aguacate es una fruta tropical con creciente aceptación en los consumidores del mundo gracias a su contenido nutricional, a las diferentes opciones para su consumo en fresco y procesado y su uso en la industria cosmética. Su producción mundial se cuadruplicó en los últimos 40 años alcanzando 2,7 millones de toneladas en el 2002. Para el 2004, solo un 0,01% de la producción global se exportaba y únicamente 5 países son los responsables de más de la mitad de las exportaciones globales de aguacate. Según estas cifras, en el mediano plazo se espera un crecimiento moderado de los volúmenes transados de aguacate en el mercado internacional (ICA, 2014).

El aguacate Hass representa una excelente oportunidad para el sector agrícola colombiano dada la posibilidad de exportación que ofrece; se ha convertido en la variedad más comercializada. En los últimos años, el cultivo de aguacate ha cobrado gran importancia en el país, lo cual se evidencia en aumentos en el área sembrada y consumo.

La gestión del riesgo de la cadena de suministro es un campo de investigación grande y creciente (Behzadi, O'Sullivan, Olsen, & Zhang, 2018). Esta atención está justificada debido a las consecuencias potencialmente del riesgo en la cadena de suministro. Además, las consecuencias potenciales se han visto exacerbadas por (1) las tendencias de la industria, como la globalización, el uso creciente de la subcontratación, la mayor demanda de entregas a tiempo y los ciclos de vida más cortos del producto; (2) la adopción de ciertas prácticas, como la manufactura esbelta, las cadenas de suministro esbeltas y la reducción de la base de proveedores y de los amortiguadores; y (3) más importante, la red o los efectos de ondulación del riesgo de la cadena de suministro (Fan, Li, Sun, & Cheng, 2017).

Las regiones productoras de aguacate más destacadas en Colombia son: Tolima, con 9.838 ha; el Oriente Antioqueño, con aproximadamente 7.497 ha; el Departamento del Cauca, donde existen 420 ha, y el área restante está distribuida en los departamentos del Eje Cafetero (Quindío, Caldas y Risaralda), Bolívar, Valle del Cauca y Santander. El área sembrada de aguacate Hass en Colombia pasó de 30.000 ha en 2010 a 50.292 ha en 2015. Además, Colombia ocupó el tercer lugar en la producción mundial de aguacate con el 6% de la producción total, con un rendimiento promedio de 9,5 t/ha (Dorado, Grajales, & Rebolledo, 2018).

Sin embargo, en la actualidad, la comercialización del aguacate colombiano en mercados especializados es limitada, debido a la heterogeneidad en el producto cosechado que se deriva, en parte, en la variabilidad en los materiales cultivados, deficiencias en el control fitosanitario de la producción primaria del aguacate y bajos estándares de calidad. Abonado a esto se han presentado grandes pérdidas

por el manejo inadecuado de la etapa post cosecha, aspecto que además ha impedido expandir la comercialización internacional. Como resultado de esta situación los productores han visto reducidos sus ingresos, mientras los costos de producción se han incrementado por el aumento.

Por su parte la gestión del riesgo en las cadenas de suministro es uno de los temas que más fuerza está cobrando en la actualidad, tanto desde la perspectiva académica como desde el punto de vista práctico. El primer paso y por tanto fundamental para una adecuada gestión del riesgo lo constituye la identificación de los mismos (Manotas & Osorio, 2015). Esto implicaría que los productores pueden saber a qué riesgos se enfrentarán desde el primer momento que decidan emprender su negocio, lo que es necesario dada la escasa literatura en lo que a gestión de riesgo en líneas de empaque se refiere.

Además, la inocuidad alimentaria precisa un importante salto cualitativo para el mejoramiento de la calidad del producto tanto para el mercado nacional como para el acceso a mercados mundiales; por ejemplo, el registro de predios, manejo de plagas y enfermedades, asistencia técnica, disponibilidad de material vegetal certificado, laboratorios acreditados, bajo nivel de adopción y certificación de BPA (Asofrucol, 2013). Temas que son del interés de las líneas de empaque dado que estas son quienes certifican el material vegetal que sale, también se sabe que el área de empaque se apoya en laboratorios y tienen la responsabilidad de evaluar y dictaminar el estado del producto.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una metodología para la gestión de riesgos en líneas de empaque de aguacate Hass en el valle del cauca.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso de empacado en una línea de empaque de aguacate Hass ubicada en el departamento del Valle del Cauca.
- Identificar los riesgos que se presentan en una línea de empaque de aguacate Hass.
- Priorizar los riesgos en el proceso de empacado en una línea de empaque de aguacate Hass e identificar las amenazas que representan para el sistema de producción mediante herramientas de análisis de procesos y mejoramiento continuo.
- Proponer un mapa para la gestión de riesgos donde se contemplen las acciones para mitigar los riesgos que se dan en las líneas de empaque de aguacate Hass en el Valle del Cauca.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 RIESGOS

Keshk, Maarouf, & Annany (2018) definen el riesgo como los posibles eventos que puedan atentar contra el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Por su parte, Faber, Marshall, Van den Brink, & Maltby (2019) lo definen como la probabilidad de evento o suceso que pueda afectar económicamente una entidad.

5.2 GESTIÓN DEL RIESGO EN LA CADENA DE SUMINISTRO

Según Vilko, Ritala, & Hallikas, (2019) la Gestión Riesgo de la Cadena de Suministro es el proceso para examinar la naturaleza multidimensional del riesgo, a menudo confundida con el impacto del mismo, así como la gestión en términos de visibilidad y control con respecto a estos riesgos. él es riesgo como un conjunto de acciones que incluyen; identificar riesgos, evaluar riesgos, definir acciones de gestión de riesgos a implementar (R. Oliveira et al., 2017). Estas acciones pueden ser; monitorear el riesgo, detectar los impactos de los riesgos que ocurren y la efectividad de las contramedidas tomadas. Otra definición contempla la gestión de riesgos en la cadena de suministro como un conjunto de principios que brindan orientación a los gerentes de proyectos para establecer un proceso de administración de los riesgos en una cadena de suministro (Olechowski, Oehmen, Seering, & Ben-Daya, 2016).

La ISO 31000:2009 puede aplicarse a lo largo de la vida de una organización y a una amplia gama de actividades, incluyendo estrategias y decisiones, operaciones, procesos, funciones, proyectos, productos, servicios y activos. Puede aplicarse a cualquier tipo de riesgo, cualquiera que sea su naturaleza, ya sea que tenga consecuencias positivas o negativas (Barafort, Mesquida, & Mas, 2017). Se pretende utilizar la (NTC-ISO: 31000, 2011) para crear una metodología de gestión de riesgos en una línea de empaque de aguacate Hass en el Valle del Cauca.

5.3 ANTECEDENTES

Identificar cuáles han sido los avances sobre la gestión del riesgo en las cadenas de suministros en los últimos años es una labor relativamente fácil por su crecimiento notable y su aceptación por los académicos, pero cuando se habla de “la gestión de riesgos en líneas de empaque” la literatura se queda corta y más cuando se habla de “líneas de empaque de aguacate Hass” a pesar de su notable tendencia de crecimiento en el mercado. Se presenta una consolidación de algunas investigaciones importantes (ver Tabla 1), inicialmente se relaciona la gestión de riesgo en cadenas productivas o cadenas de suministro lo que permite tener una visión general del asunto. Luego temas como; gestión de riesgo en cadenas productivas de alimentos, gestión de riesgo en cadenas productivas de aguacate, yendo de lo general a lo específico, sería lo ideal, pero los antecedentes

encontrados en la literatura aún son pocos y casi nulos los enfocados en la gestión de riesgos en líneas de empaque en especial para las que procesan aguacate Hass.

La bibliografía que busca mejorar la calidad de la fruta a través de la gestión del riesgo en las etapas pos-cosecha es escasa pues la generalidad con la que se escribe sobre el tema es amplia. Por lo anterior, se distribuyeron los trabajos consultados en diferentes temas a fin de facilitar su entendimiento; Gestión del riesgo en cadenas productivas o cadenas de suministro, estos son: Gestión de riesgo en cadenas productivas de alimentos, Cadenas productivas de aguacate, Prevención y análisis del riesgo en líneas de empaque, Riesgos en líneas de empaque de frutas, Productividad en las líneas de empaque de aguacate Hass, y Posibles mejoras con aplicación de cadenas productivas del aguacate.

Tabla 1 Revisión de la literatura de gestión del riesgo en líneas de aguacate Hass

Tema	Trabajos	Autor
Gestión del Riesgo en Cadenas productivas o cadenas de suministro	Este documento presenta una estructura lógica para abordar el tema de validación de análisis de riesgos y confianza en la gestión de riesgos. Lo hacen presentando un enfoque sistémico que vincula los cuatro conceptos: Contextualización, Identificación, Evaluación, Monitoreo	(Lathrop & Ezell, 2017)
	En este artículo se muestra una perspectiva del procesamiento de la información en la gestión de riesgo de la cadena de suministro: Antecedentes, mecanismos y consecuencias.	(Fan et al., 2017)
	Se realizó una integración de la gestión de riesgos en el campo de la T.I desde la perspectiva de los estándares ISO y administración de sistemas.	(Barafort, Mesquida, & Mas, 2017)
	Se realizó una recopilación de los riesgos, prácticas de gestión de riesgos y el éxito de la integración de la cadena de suministro.	(Wiengarten, Humphreys, Gimenez, & McIvor, 2016)
	Este trabajo demuestra que la ISO 31000 se puede usar de manera beneficiosa como un método estandarizado para realizar Gestión de riesgos en la cadena de suministro, siempre que las herramientas y técnicas se seleccionen de acuerdo con las necesidades de la empresa y las características del negocio.	(R. Oliveira et al., 2017)
Gestión de riesgo en	En el Foro Mundial FAO/OMS de las Autoridades de Reglamentación sobre Inocuidad de los	(Slorach, 2002)

cadenas productivas de alimentos	Alimentos el cual se llevó a cabo en Marrakech, Marruecos, en enero de 2002 donde se dio un enfoque integrado para la gestión de inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria.	
	Gestión de riesgos de la cadena de suministro de agro negocios: una revisión de los modelos de decisión cuantitativos. En este trabajo se realiza una revisión exhaustiva de la literatura relativamente limitada sobre modelos de gestión de riesgos cuantitativos para cadenas de suministro agrícola.	(Behzadi et al., 2018)
Cadenas productivas de aguacate	Se mostró una reducción de las pérdidas de alimentos posteriores a la cosecha a través de una colaboración innovadora: perspectivas de las cadenas de suministro de aguacates de Colombia y México.	(Arias Bustos & Moors, 2018)
	El objetivo de este estudio fue desarrollar estrategias de control para el manejo de L. monocytogenes en una planta de procesamiento de aguacate, adicional a un sistema de control de calidad. Con el método ISO 11290-1, se recogieron y analizaron muestras de guacamole y del medio ambiente en el lugar de Listeria.	(Strydom, Vorster, Gouws, & Witthuhn, 2016)
Prevención y análisis del riesgo en líneas de empaque	Este artículo trata del análisis de cargas de trabajo en los empacadores de una línea de empaque, caso de estudio por medio del cual se pudo identificar y medir los riesgos ergonómicos y laborales que enfrentan los empacadores de una empresa textil.	(Lasota, 2014)
	El objetivo general de esta investigación, fue implementar un Plan de Prevención ante los riesgos mecánicos en el Trabajo, en el cual se haga conocer la normativa legal sobre el tema, que se estipulan en la Constitución de la República.	(Quintana, 2016)
Riesgo en líneas de empaque de frutas.	En este trabajo se logró identificar los puntos críticos y la magnitud de las fuerzas de impacto en peras de una empacadora comercial llamada 'Packham's Triumph'	(Pasini, Antonioli, & Bender, 2017)
Productividad en las líneas de empaque de aguacate Hass.	“Propuesta de mejora mediante la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la línea de empaque de la empresa avocado packing company s.a.c.” Una tesis de grado realizada por un estudiantes de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada del Norte “laureate international universities”	(Lihon, 2017)

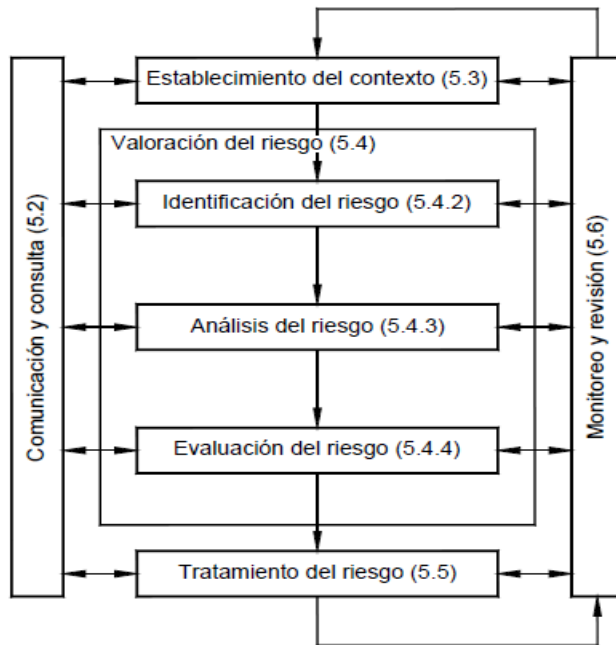
Posibles mejoras con aplicación de cadenas productivas del aguacate	Este artículo muestra los resultados de diversos análisis metabólicos de la heterogeneidad de maduración pos cosecha de aguacates Hass; con este trabajo se logró determinar las características que influyen en el proceso de maduración de la fruta.	(Muñoz et al., 2014)
	Este artículo muestra el impacto de la programación de atmósfera controlada en la maduración y conservación fresas y aguacates importados.	(Alamar, Collings, Cools, & Terry, 2017)
	Se investigó si el contenido de agua de la fruta y / o el ácido abscísico provocan la maduración de la fruta, se infundió agua o ABA en frutas de aguacate comercialmente maduras, pero no maduras. Al infundir agua a través del pedículo, la variación en días hasta la maduración se redujo sin ningún efecto en el número de días hasta la maduración.	(Blakey, Bower, & Bertling, 2009)
	En este artículo se muestran formas de evaluación no destructiva de la madurez del fruto de aguacate mediante espectroscopia de infrarrojo cercano y modelos de regresión PLS. Mediante métodos no destructivos se puede predecir la maduración de la fruta	(Olairewaju et al., 2016)

Fuente: Elaboración propia

5.4 ETAPAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

La gestión del riesgo se realiza a través de seis pasos (Ver Figura 1.) según la NTC-ISO: 31000; establecimiento del contexto, Identificación del riesgo, análisis del riesgo, evaluación del riesgo, tratamiento del riesgo, comunicación y consulta, monitoreo y revisión. En cada una de estas etapas se puede utilizar una gran variedad de herramientas según sea la complejidad del caso y la información a la que se tenga acceso.

Figura 1 Proceso de gestión del riesgo según NTC-ISO: 31000 de 2011



Fuente. (NTC-ISO:31000, 2011)

A continuación se presentará una descripción de cada etapa:

- La comunicación y consulta se refiere a los procesos la línea de empaque lleva a cabo para suministrar, compartir, e involucrase en un diálogo con las parte interesadas en la gestión del riesgo.
- El establecimiento del contexto es donde se definen los parámetros internos y externos que se han de tomar en consideración cuando se gestiona el riesgo, establecimiento del alcance y los criterios del riesgo.
- Identificación del riesgo es el proceso para encontrar reconocer y describir el riesgo.
- Análisis del riesgo es el proceso para comprender la naturaleza del riesgo y determinar el nivel del riesgo, también se determinan las causas, posibles consecuencias, o efectos.
- Evaluación del riesgo es el proceso de comparación del análisis del riesgo con los criterios del riesgo para así determinar la magnitud del nivel del riesgo; también puede entender como calificar o cuantificar el riesgo con el fin de

poder priorizar según sea su frecuencia, severidad y/o facilidad para ser detectado.

- Tratamiento del riesgo es el proceso para modificar el riesgo estableciendo acciones que puedan disminuir la frecuencia con la que sucede el evento, eliminar las causas, aumentar la capacidad de reacción de la compañía, y actividades que permitan facilitar la detección de las posibles fallas antes de que el producto llegue al cliente.
- Monitoreo y revisión es el conjunto de actividades que permiten verificar que las actividades para mitigar los riesgos se están realizando según lo establecido, por ejemplo las auditorías y acciones de autocontrol.

5.5 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA GESTIÓN DE RIESGOS

Existen diferentes herramientas utilizadas para la gestión de riesgo en la cadena de suministro (ver Tabla 2), las cuales son utilizadas dependiendo de cómo se obtendrá la información, las condiciones de trabajo, y la naturaleza del proceso objeto de estudio.

La entrevista semi- estructurada es ideal para obtener información a lo largo del proceso de gestión del riesgo; se podrá usar en cada una de las etapas, pues la aplicación de métodos de gestión necesita de los datos que pueden ser obtenidos con esta herramienta.

El flujograma y matriz para caracterizar procesos son ideales para realizar una contextualización pues acompañadas de una observación del proceso pueden representar con facilidad la dinámica del mismo.

El método AMFE es ideal para identificar, analizar, y evaluar el riesgo en la línea de empaque, pues las condiciones en las que desarrolla este trabajo favorecen la aplicación de esta herramienta de gestión.

El diagrama de Pareto es por lejos la herramienta más utilizada para priorizar causas, riesgos y actividades que originan o dan solución a problemas, pues permite identificar los focos de concentración de las amenazas desde el popular concepto del 80/20. Una vez evaluadas las posibles fallas con AMFE es factible realizar una priorización con el diagrama de Pareto usando los valores arrojados por el Índice de Priorización del Riesgo (IPR) (Owczarek et al., 2018).

Las herramientas utilizadas en la etapa de monitoreo y revisión no se tendrán en cuenta dado que esta no corresponde al alcance de este trabajo; pues, esto es una labor de auditoría de la empresa, la cual debe ser realizada frecuentemente

en la línea de empaque para garantizar el cumplimiento de las acciones de mitigación definidas en la fase de tratamiento del riesgo.

Para facilitar el entendimiento de cómo se relacionan las etapas de gestión del riesgo con las diferentes etapas objetos de estudio se tendrán en cuenta las siguientes abreviaturas:

- i. Establecimiento del Contexto (ESC)
- ii. Identificación del riesgo (IDR)
- iii. Análisis del riesgo (ANR)
- iv. Evaluación del riesgo y priorización (ERP)
- v. Tratamiento del riesgo (TR)

A continuación muestra (Ver Tabla 2.) una relación de las herramientas utilizadas para la gestión de riesgo en la cadena de suministro versus las etapas y los autores se han apoyado en estas.

Tabla 2 Bibliografía de herramientas para la gestión de riesgos en la cadena de suministro.

Etapas	E S C	I D R	A N R	E R P	T R	Autores
Herramientas						
Flujograma	x	x			x	(Zhang, Liu, Xiong, & Dong, 2018); (Aguirre, 2014); (Jošt, Huber, Heričko, & Polančič, 2016); (Martins, Bianco, & Ribeiro, 2002)
Entrevista Semiestructurada	x	x	x	x	x	(Troncoso & Amaya, 2017);(Hernández Carrera, 2014); (Ospina & Ocampo, 2016); (O'Keeffe, Buytaert, Mijic, Brozovic, & Sinha, 2015); (Grover, Chopra, & Mosher, 2016);(Guedes, Bittar, Serio, & Oliveira, 2015); (Manotas & Osorio, 2015)
Value Stream Mapping	x				x	(Hidalgo Martins & Gechele Cleto, 2016); (Yildiz & Güner, 2013)
Matriz Caracterización del Proceso	x				x	(Breuckmann et al., 2008); (L. Liu et al., 2016); (McGarry, McBride, & Brown, 2018); (Lutters, Van Houten, Bernard, Mermoz, & Schutte, 2014); (Curran & Bunyan, 2012); (Christoff, 2018)
Simulación	x	x	x		x	(J. B. Oliveira, Jin, Lima, Kobza, &

						Montevechi, 2019); (Pellegrino, Costantino, & Tauro, 2018); (Behdani, Lukszo, & Srinivasan, 2018); (Qazi & Akhtar, 2018); (Han, Ge, Goetz, Nolan, & Gray, 2016)
AHP, ANP, Fuzzy AHP, Fuzzy ANP	x	x	x	x	x	(Mohammed, Harris, Soroka, & Nujoom, 2018); (Dong & Cooper, 2016); (Barua, Kumar, & Mangla, 2015); (Shaw, Shankar, Yadav, & Thakur, 2012); (Gardas, Raut, & Narkhede, 2018)
Diagrama de Ishikawa		x	x			(Luo, Wu, & Duan, 2018); (Wise, 2018); (Arvanitoyannis & Varzakas, 2009); (Parchami Jalal, Noorzai, & Yavari Roushan, 2019); (Serna et al., 2018); (Dobrussskin, 2016)
AMFE	x	x	x	x	x	(Invima & Sanchez, 2012); (Belloví, Ma, Ramos, & Técnico, 2004); (Y. Liu, Kong, & Zhang, 2018); (Manotas & Osorio, 2015); (Winanto & Santoso, 2017); (Mangeli, Shahraki, & Saljooghi, 2019); (Ariyanti & Andika, 2016)
Método Delphi	x	x	x	x	x	(Roßmann, Canzaniello, von der Gracht, & Hartmann, 2018); (Bastas & Liyanage, 2018); (Moktadir et al., 2019); (Venkatesh, Rathi, & Patwa, 2015); (Brunnhofner, Gabriella, Schögg, Stern, & Posch, 2019)
Análisis DOFA	x	x	x	x	x	(Aguirre, 2014); (Phadermrod, Crowder, & Wills, 2016); (Cui, Allan, & Lin, 2019), (Cayir Ervural, Zaim, Demirel, Aydin, & Delen, 2018); (Rauch et al., 2015); (Brunnhofner et al., 2019); (Manaf Bohari, Wei Hin, & Fuad, 2017)
Diagrama de Pareto				x		(Onofre, Cruz, Tzitzihua, & Cortez, 2018); (Gómez & González, 2013); (Pulido & Bocanegra, 2015); (Owczarek et al., 2018)

Fuente: Elaboración propia

En los siguientes ítems se describe en detalle porque y como son aplicadas las herramientas y métodos seleccionadas en cada una de las etapas de la gestión del riesgo en la cadena de suministro.

5.5.1 Comunicación y consulta

Las entrevistas semiestructuradas son de mayor flexibilidad pues empiezan con una pregunta que se puede adaptar a las respuestas de los entrevistados; esta se debe realizar en un ambiente de diálogo, aceptación y empatía, lo cual es interesante para el sujeto de estudio y también para el investigador, pues es un momento no solo de conversación, sino de intercambio de vivencias, conocimientos, sensaciones, creencias y pensamientos de la persona entrevistada (Troncoso & Amaya, 2017). Para esta etapa del proceso se utiliza la entrevista

semiestructurada la cual será transversal al proceso de aplicación de la metodología ya que facilita la obtención de datos los cuales son tomados de primera mano a través de las visitas.

5.5.2 Establecimiento del contexto

El flujograma o diagrama de flujo es una herramienta de ingeniería que permite representar gráficamente las diferentes etapas del proceso objeto de estudio (Zhang et al., 2018), de igual manera la matriz de caracterización de proceso permite identificar cómo interactúan las diferentes partes, y esclarecer los responsables en cada etapa del proceso, las entradas y las salidas. (Christoff, 2018)

5.5.3 Identificación del riesgo

AMFE es una metodología que se utiliza para identificar los modos de fallo potenciales antes de que ocurra el problema. (Ariyanti & Andika, 2016)

5.5.4 Análisis del riesgo

En el análisis del riesgo una herramienta muy utilizada es AMFE, una de las más tradicionales empleadas en el ámbito de la calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, especialmente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales (Belloví et al., 2004).

5.5.5 Evaluación del riesgo

Esta actividad está relacionada con la determinación de la probabilidad de cada factor de riesgo. Estas probabilidades pueden calcularse con información objetiva o si esta información no está disponible, recurrir a información subjetiva, sustentada en los conocimientos, creencias y juicios de los involucrados (Manotas & Osorio, 2015). Los riesgos en los métodos AMFE se evalúan en tres componentes: gravedad (G), frecuencia (F) y detección (D). Los componentes de riesgo en el método AMFE son similares a las dimensiones de riesgo definidas por: probabilidad de ocurrencia de un evento o resultado en particular; consecuencias del evento o resultado en particular; y senda causal que conduce al evento. Para determinar las prioridades de riesgo (RPN) (por sus siglas en ingles) el índice de prioridad de riesgo se calcula con la formula $RPN = G * F * D$. (Ariyanti & Andika, 2016). Se toman los riesgos que abarcan el 80% del total de la sumatoria de todos los IPR tal como lo hizo (Owczarek et al., 2018) en su trabajo para generar aspectos de mejora en el proceso de explotación de los medios de transporte de pasajeros

5.5.6 Tratamiento del riesgo

Las opciones de tratamiento del riesgo pueden incluir los siguientes aspectos: a) medidas para evitar el riesgo, ya sea no iniciando o suspendiendo la actividad que da lugar al riesgo; b) riesgo resultante de la medida de prevención aplicada; c) eliminando la fuente del riesgo; d) alterando su probabilidad; e) alterando las consecuencias; f) compartiendo el riesgo con una o más partes (incluso a través de acuerdos contractuales o financiación); y g) reteniendo el riesgo, mediante decisiones bien fundamentadas y bien fundamentadas (R. Oliveira et al., 2017). Los aspectos anteriormente mencionados hacen parte de los ítems necesarios para la correcta aplicación de AMFE. Este método es ampliamente utilizado en las industrias electrónica, aeroespacial y automotriz para identificar, priorizar y mitigar posibles fallas en los modos de un sistema (Mangeli et al., 2019), sin embargo, puede ser extendida su aplicación a cadenas productivas de alimentos como la del aguacate Hass.

5.5.7 Monitoreo y revisión del riesgo

El seguimiento y la revisión crítica deben planificarse como parte del proceso de gestión de riesgos, para definir claramente las responsabilidades entre los participantes, cubriendo todos los aspectos del proceso de gestión de riesgos (R. Oliveira et al., 2017). Para esta última parte se generará un mapa para la gestión de riesgo.

5.5.8. AMFE

El método de análisis de efectos y fallos es una metodología para analizar problemas potenciales o posibles eventos que pueden generar problemas en el desarrollo de un ciclo de acciones que van encaminadas hacia un fin. AMFE es utilizado para identificar, analizar y evaluar problemas potenciales. (Anin et al., 2015)

La evaluación del riesgo en el método AMFE tiene tres componentes: Gravedad (G), Frecuencia u Ocurrencia (F), y Detección (D). Los componentes de riesgo en el método AMFE son similares a las dimensiones de riesgo definidos por otros autores (Ariyanti & Andika, 2016).

GRAVEDAD (G): La gravedad que se abrevia con la letra G por su significado en inglés; mide el daño que provoca el fallo en cuestión (Belloví et al., 2004).

Muy Baja Repercusiones imperceptibles =1

Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles = 2-3

Moderada Defectos de relativa importancia = 4-6

Alta = 7-8
Muy Alta = 9- 10

FRECUENCIA (F): Frecuencia se simboliza con la letra F y hace referencia a la frecuencia con que ocurre el evento (Anin et al., 2015).

Muy Baja improbable = 1
Baja = 2-3
Moderada = 4-5
Alta = 6-8
Muy Alta = 9-10

DETECTABILIDAD (D): La facilidad de detección del modo de fallo. (Andika, 2016)

Muy Alta = 1
Alta = 2-3
Mediana = 4-5
Pequeña = 6-8
Improbable= 9-10

ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGO (IPR): Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detección, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto, debe ser calculado para todas las causas de fallo.

A continuación, se presenta el paso a paso para la correcta aplicación de AMFE según (Belloví et al., 2004)

1. Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
2. Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
3. Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
4. Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
5. Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.

6. Planificar la realización del AMFE, conducido por una persona conocedora de la metodología.
7. Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es recomendable el diagrama causa- efecto o diagrama de la espina de Ishikawa.
8. Cumplimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
9. Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
10. Planificar las correspondientes acciones de mejora.

5.6 RIESGOS IDENTIFICADOS A LO LARGO DE LA CADENA DE SUMINISTRO

En la literatura se encuentran diferentes definiciones de riesgo y variedad de formas de clasificarlos, en lo relacionado con los riesgos en la cadena de suministro, unos se repiten con más frecuencia que otros dependiendo del área de la industria donde sean identificados, este trabajo busca identificar los riesgos relacionados a la producción, es decir; los que afectan directamente la calidad del producto o la correcta ejecución del proceso. A continuación, se presenta una revisión de los riesgos operacionales en la cadena de suministros.

5.6.1 Riesgos operacionales. El proceso de operación está compuesto por muchas fases sucesivas interdependientes, que tendrían diferentes riesgos y presentarían diferentes patrones de rendimiento que afectarían de manera acumulativa el rendimiento general del proceso (Kara, Oktay, & Ghadge, 2018). Así mismo, se tiene que un riesgo operacional es aquel que puede generar pérdidas debido a fallas humanas, procesos internos inadecuados o defectuosos, errores en los sistemas y como resultado de factores externos. Esto también incluye el riesgo legal excluye el riesgo estratégico y el riesgo de prestigio (Guedes et al., 2015).

Los riesgos operacionales presentados en la cadena de suministros según la literatura consultada fueron quince, se proponen siglas para facilitar la clasificación del riesgo:

1. Riesgos de fallo en la infraestructura, instalaciones y/o máquinas (RFI)
2. Riesgos de calidad (RC)
3. Riesgos de incumplimiento de la normatividad (RIN)
4. Riesgos de infrautilizar la capacidad (RIFRU)
5. Riesgos de insuficiencias de almacenamiento (RIA)
6. Riesgos de indisponibilidad laboral (RIL)
7. Riesgos de fallas en el diseño de la metodología del procesos (RMD)

8. Riesgos por falta de comprensión y / o conocimiento de las operaciones (RCO)
9. Riesgos de contaminación micro –biológica (RMB)
10. Riesgos de daños físicos o impacto mecánico (RFM)
11. Riesgos de mal saneamiento de las instalaciones (RSL)
12. Riesgo de mala calidad del agua y tratamiento de la misma (RCAA)
13. Riesgos de retraso en los flujos de material (RRFM)
14. Riesgo físico – químico (RFQ)
15. Riesgo de pobre planificación y control de la producción (RPPP)

La descripción de cada uno de los riesgos mencionados se presenta a continuación.

Riesgos de fallo en la infraestructura, instalaciones y/o máquinas (RFI): Es cuando se presentan daños o fallas en las instalaciones, paredes, refrigeradores, bandas magnéticas y máquinas (Moktadir et al., 2019). En el contexto de la empresa empackadora se haría referencia a fallas en los motores del cuarto frío, fallo en la banda transportadora, falla en máquina de secado, falla de máquina calibradora, daño en paredes o suelo. Riesgos que pueden evitarse por medio del mantenimiento de las instalaciones.

Riesgos de calidad (RC): No realizar monitoreo a la calidad del producto (Ariyanti & Andika, 2016). En el contexto de la empresa se refiere a los eventos que pueden afectar la calidad del aguacate.

Riesgos de incumplimiento de la normatividad (RIN): Se refiere al incumplimiento de leyes o reglamentos exigidos internamente, exigencias de proveedores y/o clientes (Dong & Cooper, 2016). Este tipo de riesgos pueden verse materializados en la no solicitud de registro ICA por parte del proveedor, incumplir con los estándares establecidos en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), y también en la omisión de las políticas de operación por parte de los funcionarios.

Riesgos de infrautilizar la capacidad (RIFRU): Utilizar menos de la capacidad ofrecida, es decir; mal aprovechamiento de los recursos (Ariyanti & Andika, 2016). Esto en la empresa se vería reflejado en tener más operadores de los necesarios para cumplir sus labores.

Riesgos de insuficiencias de almacenamiento (RIA): Cuando la materia prima y las herramientas de trabajo se agotan antes de ser cumplido todo el proceso (Kara et al., 2018). Sería el equivalente al agotamiento de cajas de cartón para empackar el producto, los químicos utilizados para la limpieza del producto, la extinción de materia prima antes de cumplir con la meta predestinada. Para mitigar este riesgo

es necesario mantener el inventario actualizado acorde a la demanda de la línea de empaque.

Riesgos de indisponibilidad laboral (RIL): consecuencia de una alta demanda, trabajar sobre el tiempo generando estrés en los operadores(Ariyanti & Andika, 2016). Este tipo de riesgo puede materializarse por medio de riñas entre operarios, sobre carga laboral, contaminación auditiva, altos niveles de estrés, malos tratos por parte de los jefes. Estos son transversales a la cadena de suministros pues el factor humano es quien permite el funcionamiento de las partes.

Riesgos de fallas en el diseño de la metodología del procesos (RMD): Incorporación de actividades no que no agregan valor al producto, que por el contrario generan pérdidas que no están siendo detectadas(Rincón, Fonseca, & Orjuela, 2017). Método inadecuado al descargar la fruta, método inadecuado para el secado del aguacate, método inadecuado de almacenamiento en frio

Riesgos por falta de comprensión y / o conocimiento de las operaciones (RCO): Operarios que desconocen el procedimiento para la realización de las actividades en su puesto de trabajo (Behzadi et al., 2018). Mal corte del pedúnculo, mala manipulación de la fruta, acciones que atentan contra la inocuidad del aguacate.

Riesgos de contaminación micro –biológica (RMB): Presencia de bacterias o virus contaminantes que pueden atentan contra la salud del cliente (Anin et al., 2015). La contaminación microbiológica puede presentarse en el momento que un empleado estornude sobre los frutos o dentro del cuarto de frio; o bien si un manipulador no tiene un aseo adecuado después de salir del baño; agentes contaminantes en el agua utilizada; excremento de roedores en cajas, bodegas o en las instalaciones; enfermedades contagiosas en los operarios. Este estos riesgos relacionados con los empleados pueden presentarse en la cadena de suministro.

Riesgos de daños físicos o impacto mecánico (RFM): es resultado de una caída de la fruta o del choque de la misma con infraestructura o maquinaria implicada en el proceso (Cerruto et al., 2015). Este riesgo puede materializarse con la caída de las estibas, canastillas o de los aguacates al suelo; las magulladuras provocadas por los rodillos, bandas transportadoras o mala manipulación de los operarios.

Riesgos de mal saneamiento de las instalaciones (RSL): Limpieza inadecuada del lugar de trabajo y superficies que la conforman (Iqbal et al., 2016). Este riesgo puede materializarse al dejar residuos de jabón después del lavado, dejar polvo, mugre o cualquier tipo de organismos contaminantes producto de no hacer un adecuado lavado de las zonas.

Riesgo de mala calidad del agua y tratamiento de la misma (RCAA): Agua con presencia de organismos contaminantes; con temperatura o pH por encima o por debajo de los estándares exigidos para el tratamiento del producto (Quarmby, 2012). Puede darse el caso de uso de agua de origen desconocido, mezclar cantidades inadecuadas de los químicos necesarios para el lavado del aguacate.

Riesgos de retraso en los flujos de material (RRFM): Se presenta cuando una de las actividades del proceso se detiene o se demora más de lo planeado (Chopra & Sodhi, 2004). Pueden presentarse demoras en el secado del aguacate ya que esta actividad es de un cuidado especial pues la fruta no se puede cercar con toallas ni trapos y tampoco es recomendable aumentar la temperatura de su entorno, demora en la etapa de empaque,

Riesgo físico – químico (RFQ): Presencia de objetos o sustancias químicas dentro del producto (Anin et al., 2015). Los riesgos de tipo físico se refieren a la presencia de alfileres, trozos de vidrio, pedazos de metal, madera o plástico, pinzas para el cabello, aretes y demás elementos de este tipo; los riesgos químicos pueden darse por la presencia de jabón o algún elemento químico de uso interno.

Riesgo de pobre planificación y control de la producción (RPPP): Número de pedidos retrasados, Suma de la desviación del tiempo con respecto al cronograma planificado de todos los proyectos activos, Diferencia entre el objetivo y el tiempo de entrega real de producción, Porcentaje de tiempo de inactividad por máquina / equipo, Porcentaje de tiempo de inactividad por empleado (Kara et al., 2018).

A continuación en la Tabla 3 se presenta una relación de los diferentes riesgos operacionales presentados en la cadena de suministro versus algunos autores que mencionan estos en sus artículos de investigación aplicados a diferentes casos en la industria (se utilizaron las siglas correspondientes a cada riesgo).

Tabla 3. Riesgos operacionales

Autores /riesgos	R F I	R C	R I N	R I F R U	R I A	R I L	R M D	R C O	R M B	R F M	R S L	R C A A	R R F M	R F Q	R P P
(Vilko, Ritala, & Hallikas, 2019)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
(Moktadir et al., 2019)	x	x	x				x	x					x		
(Kara et al., 2018)	x	x	x	x	x		x	x					x		x
(Rincón et al., 2017)							x								
(Ariyanti & Andika, 2016)	x	x		x	x	x								x	
(Moloney et al., 2016)		x							x			x			
(Dong & Cooper, 2016)			x						x		x	x			
(Iqbal et al., 2016)									x						
(Qianqian & Harasawa, 2016)									x		x	x			
(Ali & Shukran, 2016)	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	
(Cerruto et al., 2015)	x				x		x				x				x
(Anin et al., 2015)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
(Heckmann, Comes, & Nickel, 2015)	x	x	x				x			x				x	
(Heckmann, 2014)		x	x				x								
(Ardila, Romero, & Gonzalez, 2014)	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	
(Quarmby, 2012)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
(Álvarez, 2007)		x	x						x	x				x	
(Chopra & Sodhi, 2004)	x				x								x		x

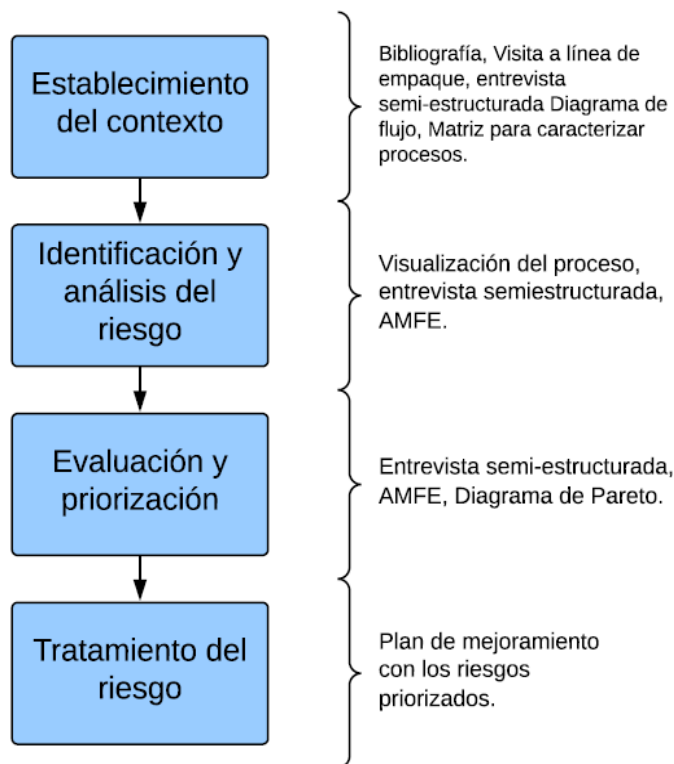
Fuente: Elaboración

Estos riesgos fueron utilizados por los diferentes autores para el desarrollo de sus investigaciones. Existe una gran variedad de amenazas a tener en cuenta a la hora de hacer gestión de riesgo, ya que estas se pueden presentar en cualquier eslabón de la cadena de suministro, también se debe tener en cuenta que hay riesgos que son transversales a todo el proceso pues pueden darse en todos las etapas.

6. GESTIÓN DEL RIESGO EN UNA LÍNEA DE AGUACATE HASS

La propuesta metodológica que se desarrolla en esta investigación, tiene en cuenta las cuatro etapas para la gestión de riesgos, que se articulan para gestionar los riesgos en una línea de empaque de Aguacate Hass, esta se puede observar en la Figura 2.

Figura 2 Proceso para la gestión del riesgo en la línea de empaque de aguacate Hass



Fuente: Elaboración propia

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para el establecimiento del contexto

- **Consulta de bibliografía en revistas científicas:** Se investiga sobre temas afín al objeto de este trabajo tales como: Teoría sobre el funcionamiento de las líneas de empaque, funcionamiento de la cadena de suministro de aguacate Hass tipo exportación, entes certificadores y verificadores de la calidad de la fruta tanto a nivel nacional como internacional.
- **Visita a línea de empaque:** Se realiza visita a línea de empaque con el fin de ver el proceso y familiarizarse con este.
- **Realización de entrevista semi-estructurada para el establecimiento del contexto:** Se realiza una entrevista con el jefe de producción, supervisoras de calidad, gerente, y asesor experto de la empresa. Anexo 1.
- **Construcción del diagrama de flujo:** Se describe el proceso usando la herramienta flujograma con ayuda de la información obtenida en la entrevista y lo observado en la visita, se tienen en cuenta las actividades realizadas desde la recepción de la fruta hasta su almacenamiento en el cuarto frío.
- **Construcción de matriz para caracterizar procesos:** Se diligencian los componentes de la matriz con los datos obtenidos de la entrevista y del diagrama de flujo.

Identificación y análisis de los riesgos

- **Identificación de los riesgos que se presentan en las cadenas de suministro según la literatura:** Se realiza una revisión de la bibliografía en revistas científicas, buscando los riesgos que ya se han identificado en la cadena de suministro, enfatizando en la búsqueda de los riesgos operativos los cuales son de interés para el caso de estudio.
- **Entrevista semi-estructurada para la identificación de riesgos, efecto, causas, evaluación y tratamiento:** Se realiza una entrevista con los líderes de cada etapa identificada en el diagrama de flujo de manera individual. Dicha entrevista incluye preguntas que permiten identificar los riesgos, causas efectos, y acciones que hace la empresa para mitigar y evitar los posibles fallos, así como las posibles alternativas de solución para estos. Esta entrevista también incluye la calificación del riesgo o falla identificada según su frecuencia, gravedad y detección.

- **Construcción de la matriz AMFE, redactar fallos, causas y efectos:** interpretación de los datos obtenidos a través de la entrevista con el fin de realizar una correcta descripción de las fallas, causas, y efectos.

Evaluación y priorización del riesgo

- **Cálculo del índice de priorización del riesgo (IPR):** Se multiplican los valores resultantes de calificar Frecuencia (F), Gravedad (G), Detección (D) para cada riesgo. Se usa la ecuación $IPR = F * G * D$.
- **Construcción de diagrama de Pareto:** Se construye un diagrama de Pareto tomando cada IPR como una frecuencia absoluta.
- **Priorización de los riesgos según los resultados del diagrama de Pareto:** Se toman los riesgos que abarcan el 80% del total de la sumatoria de todos los IPR tal como lo hizo (Owczarek et al., 2018) en su trabajo para generar aspectos de mejora en el proceso de explotación de los medios de transporte de pasajeros.

Tratamiento del riesgo

- **Propuesta y establecimiento de las actividades para mitigar los riesgos priorizados:** Se realiza una correcta interpretación de las propuestas de mejora y acciones que ya se realizan para la mitigación de los riesgos. Estas propuestas serán realizadas junto con el análisis y la identificación de los riesgos, puesto que se cuenta con un trabajador con experiencia en cada etapa del proceso para la realización de la entrevista.
- **Construcción de mapa de riesgos:** Se construye una matriz la cual estará compuesta por los riesgos priorizados, el responsable, y las acciones de mejora para la mitigación, y los plazos o periodicidad con la que se debe realizar la actividad.
- **Validación del mapa riesgos propuesto:** Se realiza una socialización con los empleados que participaron de las entrevistas semiestructuradas, se toman las sugerencias y las críticas y se construye el mapa de riesgos definitivo.

7. RESULTADOS

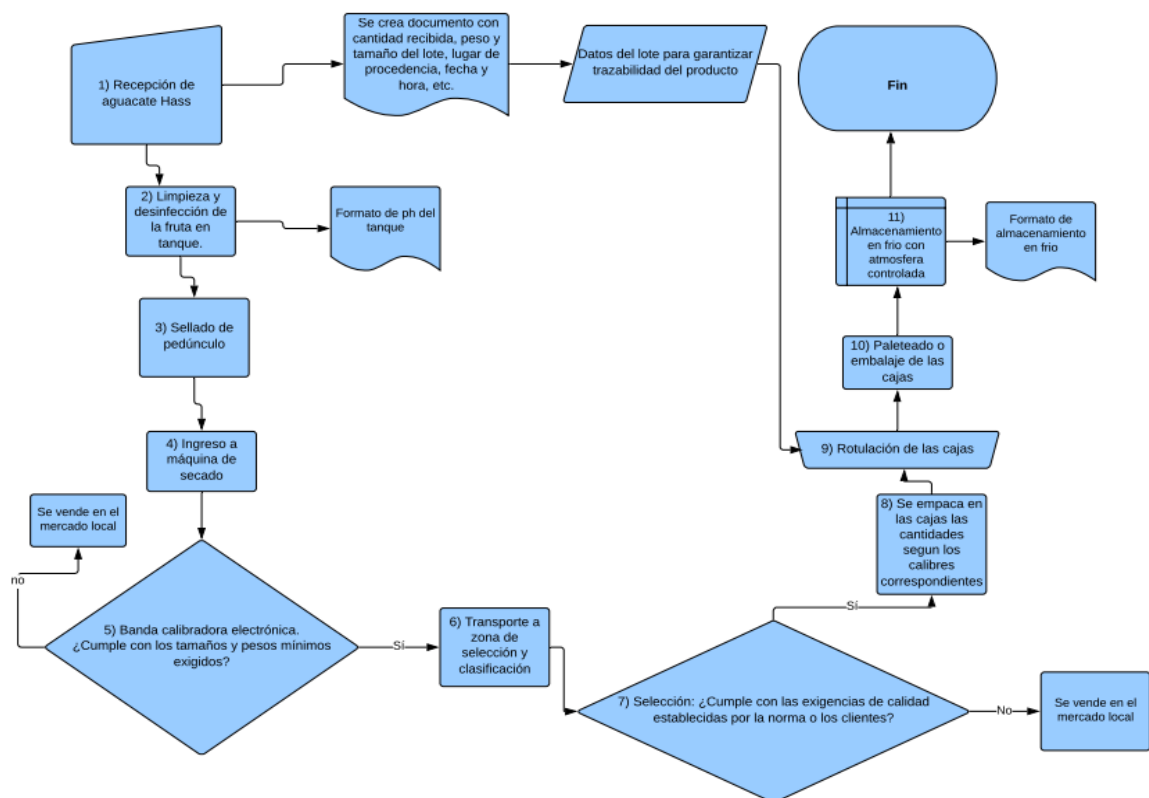
7.1 CASO DE ESTUDIO

Calima Farms es un agro negocio colombiano que se especializa en la selección, empaque y distribución de productos frescos orientados al mercado nacional e internacional. Se encuentra situada en el departamento del Valle del Cauca, en el municipio de La Unión y su dirección postal es; vía Unión - Toro km 2, la unión, VALLE.CALIMA FARMS S.A.S. Está constituida como una SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADA. La actividad a la que se dedica la empresa es Comercio al por mayor de productos alimenticios.

7.2 ESTABLECIMIENTO DEL CONTEXTO

Después de observar el proceso desde la recepción de la fruta hasta su almacenamiento en frío, se elaboró el diagrama de flujo de dicho proceso, dando como resultado; once actividades que tienen que realizarse de manera lineal y dependen una directamente de la inmediatamente anterior tal como se muestra en le Figura 3.

Figura 3 Diagrama de flujo de la línea de empaque



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se describen las etapas el flujograma (Ver Figura. 3)

1) Recepción de aguacate Hass

Se recibe un camión el cual entrega los aguacates en canastillas de 20 kg o menos, Se toman datos referentes a cantidad recibida, peso y tamaño del lote, lugar de procedencia, nombre del proveedor fecha y hora, etc. Se genera un documento con los datos del lote para garantizar trazabilidad del producto.

2) Limpieza y desinfección de la fruta en tanque.

Se descargan los aguacates en un tanque ubicado en la parte externa de la planta, este contiene una mezcla de ácido peracético o una mezcla de hipoclorito y agua. La mezcla para la limpieza del producto siempre es realizada por la misma persona la cual es profesional en la manipulación de químicos.

3) Sellado de pedúnculo

Después del lavado por medio de una banda transportadora se pasan los aguacates por un túnel con duchas de Biocitric, el cual es un producto químico biodegradable a base de cítricos el cual sirve para el correcto sellado del pedúnculo.

4) Secado

Después del lavado y sellado del pedúnculo, una banda transportadora lleva la fruta hasta la máquina de secado, la cual seca los aguacates mediante un canal de aire a temperatura ambiente.

5) Distribución de la fruta por calibres (uso de banda calibradora electrónica)

Esta actividad se realiza utilizando una banda transportadora la cual asigna un lugar a los aguacates de calibres 110, 150, 175, 200, 230, 250, los cuales son puestos en canastillas limpias por las manipuladoras para ser transportadas. Los aguacates que no cumplen con los calibres mínimos exigidos por el cliente son descartados para ser vendidos en el mercado local, así como los que tengan defectos o daños mecánicos. Esta máquina calibradora realiza el trabajo una velocidad de 2500 kilogramos por hora. Para esta función hay 7 operarios cada uno al final de una bandeja donde caen los aguacates según su calibre.

6) Transporte a zona de selección y clasificación

Se transportan las canastillas de un mismo calibre a la zona de selección, agrupadas por calibres con el fin de no generarles confusiones a los operarios encargados de seleccionar y empacar.

7) Selección: ¿Cumple con las exigencias de calidad establecidas por la norma o los clientes?

Se descartan aguacates con daños mecánicos o con defectos que afectan la calidad del mismo, ajustándose a los niveles de tolerancia exigidos por el cliente, esto frutos descartados se ponen dentro de unas canastillas que luego son transportadas a un lugar asignado para los productos que serán vendidos en mercado local. En ocasiones si es necesario se realiza un adecuado corte pedicular. Los aguacates seleccionados por sus buenas condiciones son puestos en una bandeja, de donde un grupo de operarios los toman para ponerlos dentro de las cajas en cantidades previamente estipuladas por el cliente.

8) Se empaca en las cajas las cantidades según los calibres correspondientes

Se ponen los aguacates dentro de las cajas en cantidades previamente exigidas por el cliente, se cierra la caja y se pone sobre una banda transportadora que lleva las cajas a la zona de embalaje. Se empacan por completo los aguacates de un mismo calibre, para luego seguir con el lote del calibre siguiente con el fin no generar confusiones.

9) Rotulación de las cajas

Una vez las cajas llegan a zona de embalaje son rotuladas con un sello o máquina etiquetadora.

10) Paleteado o embalaje de las cajas

Se acomodan las cajas sobre paletas de 1.10 metros de largo por 1.15 metros de ancho.

11) Almacenamiento en frío con atmosfera controlada

Se almacenan los aguacates en el cuarto de pre frío a una temperatura de 20°C, la cual irá disminuyendo gradualmente a una velocidad de 3,3°C por hora hasta llegar a 10°C.

Una vez ya identificadas cada una de las actividades realizadas en el proceso, se identifican para cada una el responsable, las entradas, las salidas y proveedores (Ver Tabla 4).

Tabla 3 Caracterización del proceso

	EMPACADORA DE FRUTAS S.A.S					SECCION:	
						VERSION:	
						FECHA:	
CARACTERIZACION DEL PROCESO							
INFORMACION GENERAL DEL PROCESO							
PROCESO: Empacado de aguacate Hass							
OBJETIVO: Empacar aguacate Hass en condiciones óptimas con calidad de exportación, de tal forma que cumpla con todas las condiciones y características exigidas por el cliente y/o las normas que se deseen cumplir.							
ALCANCE: Desde la recepción del aguacate hasta el almacenamiento en frio							
RESPONSABLE DEL PROCESO: Gerente general de la línea de empaque							
ENTRADAS	PROVEEDORES	CICLO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTROS	SALIDAS	CLIENTES
Aguacate Hass en canastillas	Productores de aguacate Hass, dueños de fincas, campesinos, cultivadores.	Hacer	Recepción de aguacate Hass	jefe de producción, auxiliar de calidad	Formato de inspección de calidad de entrada de la fruta, Formato de ingreso de fruta	aguacate en canastillas	área de limpieza y desinfección

Aguacate Hass a granel	Área de recepción	Hacer	Limpieza y desinfección de la fruta en tanque.	jefe de producción	Formato de pH	aguacate limpio y desinfectado	máquina de sellado
Aguacate limpio y desinfectado	Área de limpieza y desinfección	Hacer	Sellado de pedúnculo	jefe de producción	Ninguno	Aguacate con pedúnculo sellado	Máquina de secado
Aguacate con pedúnculo sellado	Máquina selladora de pedúnculo	Hacer	Secado	jefe de producción	Ninguno	Aguacates secos	Maquina Calibradora
Aguacates secos	Máquina de secado	Hacer	Distribución de la fruta por calibres (uso de banda calibradora electrónica)	Operario de la maquina calibradora	Formato de control de proceso	Aguacates distribuidos por calibres	Responsable de transportar las canastillas a zona de selección
Aguacates distribuidos por calibres	Área de calibrado	Hacer	Transporte a zona de selección y clasificación	Operario de la carretilla	Formato de control de proceso	Aguacates distribuidos por calibres	Área de selección

Aguacates distribuidos por calibres	Área de calibrado	Verificar	Selección: ¿Cumple con las exigencias de calidad establecidas por la norma o los clientes?	Seleccionadores, Jefe de calidad	Formato de control de proceso	Aguacates que cumplen con los estándares de calidad exigidos por el cliente	Área de empaque
Aguacates que cumplen con los estándares de calidad exigidos por el cliente	Área de selección	Actuar	Se empaca en las cajas las cantidades según los calibres correspondientes	Empacadores, Supervisor de calidad	Formato de control de proceso	Aguacate en cajas	Área de embalaje
Aguacate en cajas	Área de empaque	Hacer	Rotulación de las cajas	jefe de producción, técnico operativo	Formato de control de proceso	Cajas rotuladas	Área de embalaje
Cajas rotuladas	Área de embalaje	Hacer	Paletizado o de embalaje las cajas	jefe de producción, técnico operativo	Formato de control de proceso	Cajas paletizadas	Área de embalaje
Cajas paletizadas	Área de embalaje	Hacer	Almacenamiento en frío con atmósfera controlada	Jefe de calidad, técnico operativo	Formato de inventario diario del cuarto frío	Aguacates debidamente almacenados	Área de despacho

7.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL RIESGO

Se realizó una investigación donde se determinaron los riesgos operacionales más comunes en una cadena de suministro, lo que dio como resultado un total de 15 tipos de riesgo presentados (Ver ítem 5.1).

- Riesgos de fallo en la infraestructura, instalaciones y/o máquinas (RFI)
- Riesgos de calidad (RC)
- Riesgos de incumplimiento de la normatividad (RIN)
- Riesgos de infrautilizar la capacidad (RIFRU)
- Riesgos de insuficiencias de almacenamiento (RIA)
- Riesgos de indisponibilidad laboral (RIL)
- Riesgos de fallas en el diseño de la metodología del proceso (RMD)
- Riesgos por falta de comprensión y / o conocimiento de las operaciones (RCO)
- Riesgos de contaminación micro –biológica (RMB)
- Riesgos de daños físicos o impacto mecánico (RFM)
- Riesgos de mal saneamiento de las instalaciones (RSL)
- Riesgo de mala calidad del agua y tratamiento de la misma (RCAA)
- Riesgos de retraso en los flujos de material (RRFM)
- Riesgo físico – químico (RFQ)
- Riesgo de pobre planificación y control de la producción (RPPP)

Al realizar las entrevistas semi-estructuradas (Ver anexo 1) a los colaboradores; Luisa Gonzales jefe de calidad, Daniel Gonzales jefe de producción, María Teresa Giraldo empacadora, Alexander Silva operario de maquina calibradora y de secado, y Anderson Ospina estibador; incluyendo los aspectos relacionados con los riesgos encontrados en la literatura, se logró obtener información suficiente para aplicar el método AMFE. Teniendo como herramienta una matriz en Excel (Ver anexo 2) la cual relaciona para cada posible falla encontrada con sus respectivas causas; efectos; medidas y ensayos de control preventivo; acciones correctoras; calificación de la frecuencia, gravedad, y detección; así como el cálculo del IPR. Lo que dio como resultado un total de 39 riesgos en la línea de empaque de los cuales 7 son transversales.

Aunque los RIFRU es un tipo de riesgo latente en casi cualquier empresa los colaboradores entrevistados consideran que esta probabilidad es casi nula ya que por el contrario hace falta tener mayor capacidad de producción en diferentes sectores de la línea de empaque, por eso los riesgos identificados son cero, al igual que RCAA, pues el agua es tomada directamente del acueducto público. También el RPPP tiene cero riesgos dado que el jefe de producción manifiesta que se tiene clara la capacidad de cada componente de la línea de empaque lo que permite hacer una adecuada planificación, además del tiempo con el que se cuenta antes de iniciar producción sumada con la experiencia

hacen nula esta amenaza. En la Tabla 4 se relacionan los riesgos encontrados en la literatura con la cantidad de riesgos encordados en la línea de empaque

Tabla 4 Cantidad de riesgos encontrados por cada tipo

Tipo de Riesgo	R F I	R C	R I N	R I F R U	R I A	R I L	R M D	R C O	R M B	R F M	R S L	R C A A	R R F M	R F Q	R P P
Cantidad	9	8	2	0	3	2	2	2	2	1	1	0	3	3	0

7.4 EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN

Las entrevistas se estructuraron de tal forma que pudiera dársele respuesta a cada uno de los parámetros que pide la matriz AMFE; es decir, modos de fallos, causas, efectos, acciones que se realizan para mitigarlos, acciones de mejora, y calificación de 1 a 10 tal como lo plantea metodología AMFE para cada uno de los riesgos identificados los cuales pueden verse consolidados en el anexo 2.

El proceso de evaluación dio como resultado el cálculo del IPR correspondiente a cada riesgo identificado en las actividades de la línea (Ver Tabla 5).

Tabla 5 Riesgos y cálculo de IPR

Actividades o etapa	Nº	MODOS DE FALLO	F	G	D	IPR
Recepción de aguacate Hass	1	Riesgo de recibir aguacates que no corresponden al lote de donde dicen proceder.	2	10	10	200
	2	Riesgo de recibir la fruta en malas condiciones.	3	10	7	210
	3	Riesgo de que lleguen menos aguacates de los necesarios para cumplir con la cuota exigida por el cliente.	1	8	4	32

	4	Riesgo de omitir las condiciones en las que debe llegar la fruta.	1	10	7	70
Limpieza y desinfección de la fruta en tanque.	5	Riesgo de avería en el tanque.	4	8	10	320
	6	Riesgo de daño en la banda transportadora encargada de sacar los aguacates a zona de secado	3	8	2	48
	7	Riesgo de daño de fuente de agua o del desagüe.	1	10	1	10
	8	Riesgo de no realizar la mezcla de fungicida en las proporciones adecuadas.	2	10	2	40
	9	Riesgo de limpieza inconclusa de aguacate	5	7	4	140
	10	Riesgo de que se detenga el proceso de lavado por falta de agua o electricidad.	3	10	1	30
Sellado de pedúnculo	11	Riesgo de que se dañe el sistema de duchas	4	9	10	360
	12	Riesgo de que el pedúnculo quede mal sellado	4	9	10	360
Ingreso a máquina de secado	13	Riesgo de fallo en la máquina de secado.	4	9	2	72
	14	Riesgo de que los aguacates continúen hacia el área de calibración en condiciones de humedad.	6	9	2	108
	15	Riesgo de que se detenga el proceso de secado o se demore más de lo programado.	1	7	1	7
Banda calibradora electrónica. ¿Cumple con los tamaños y pesos mínimos exigidos?	16	Riesgo de fallo en la máquina calibradora (riesgo de que se detenga).	5	9	5	225
	17	Riesgo de dejar pasar aguacates que no cumplen con los calibres mínimos exigidos (dejar pasar aguacates con calibre menor a 110).	1	7	2	14
	18	Riesgo omitir cómo se debe distribuir la frutas según los calibres.	1	10	7	70
	19	Riesgo de que se detenga la actividad de calibración o se demore más de lo programado.	4	7	1	28

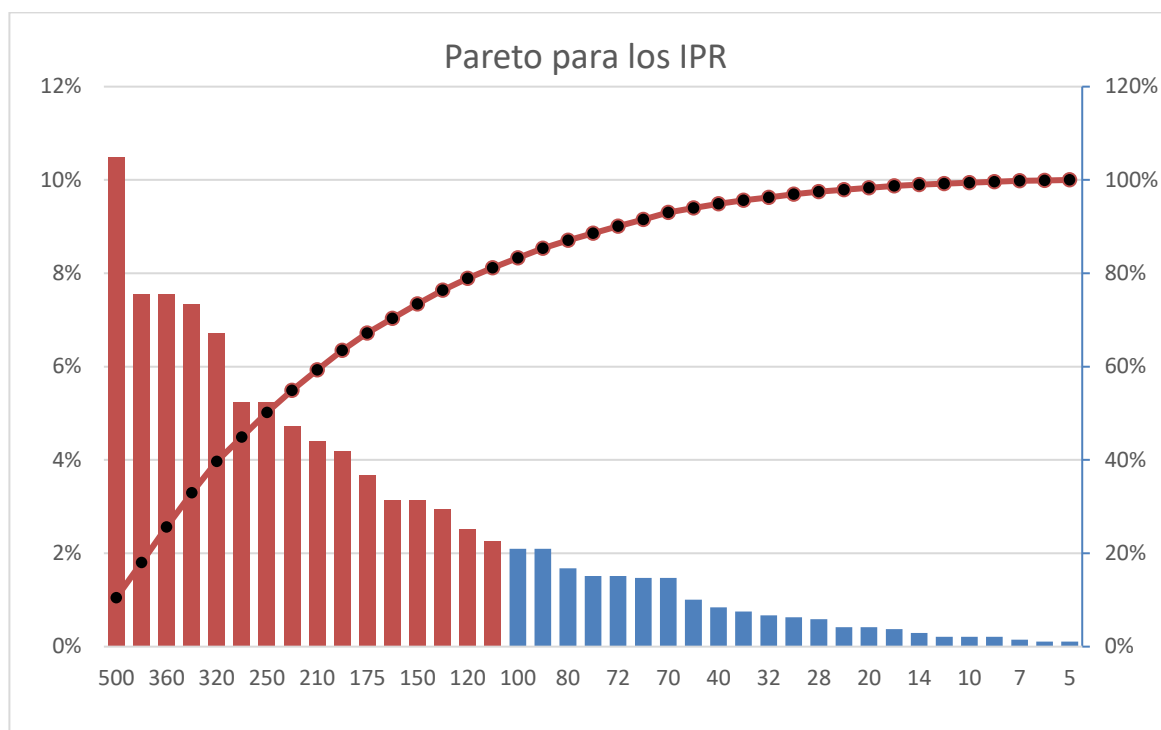
Transporte a zona de selección y clasificación	20	Riesgo de fallo mecánico de la carretilla o del carro levantador utilizado para transportar las canastillas con los aguacates ya clasificados por calibre. Este riesgo incluye daños en llantas, palancas, motor, etc.	1	5	1	5
Selección: ¿Cumple con las exigencias de calidad establecidas por la norma o los clientes?	21	Riesgo de seleccionar un aguacate que no cumpla con los estándares de calidad. No cumplir con los niveles de tolerancia mínimos exigidos, es decir, empacar aguacates con daños mecánicos, quemadura de sol, mal corte de pedúnculo, con enfermedades, sucios, etc.	4	10	2	80
	22	Riesgo de que los seleccionadores dejen caer sobre los aguacates elementos como: aretes, pelo, anillos, relojes, taba bocas, guantes o cualquier elemento de uso personal.	2	5	10	100
Se empaca en las cajas las cantidades según los calibres correspondientes	23	Riesgo de empacar un número diferente de aguacates a los especificados.	1	5	2	10
	24	Riesgo de que se agote el material necesario para empacar: cajas.	2	10	1	20
	25	Riesgo de que los empacadores dejen caer dentro de las cajas elementos como, aretes, pelo, anillos, relojes, taba bocas, guantes o cualquier elemento de uso personal.	1	5	1	5
	26	Riesgo de que las cajas contengan elementos que puedan afectar la calidad del producto: ganchos metálicos, excremento de roedores o insectos.	5	10	3	150
Rotulación de las cajas	27	Riesgo de que se dañe la máquina, sello o impresora con la que se realiza el proceso de rotulado.	2	5	1	10
	28	Riesgo de rotular sin dar cumplimiento a la información exigida por la norma.	1	9	2	18

Paleteado o embalaje de las cajas	29	Riesgo de que se agote el material necesario para embalaje: cajas, cinta, gachos, silicona, rollos film, pegamento, cartón, varillas etc.	2	5	2	20
Almacenamiento en frío con atmosfera controlada	30	Riesgo de que el motor del cuarto frío no funcionen de manera adecuada.	5	10	5	250
	31	Riesgo de almacenar los aguacates a temperaturas que pueden afectar su calidad.	2	10	6	120
	32	Riesgo de que se realice mal el proceso de pre frío	2	10	5	100
Riesgos transversales	33	Riesgo de conflictos interpersonales entre colaboradores de la entidad.	2	9	4	72
	34	Riesgo de enfermedad por deficientes condiciones laborales	5	7	5	175
	35	Riesgo de contaminación biológica por factores humanos	5	10	10	500
	36	Riesgo de contaminación biológica por contacto con las instalaciones de la línea de empaque.	3	10	5	150
	37	Riesgo de no limpiar las máquinas, herramientas, e instalaciones de manera periódica.	5	10	5	250
	38	Riesgo de incumplimiento de las normas internas y externas que rigen el proceso de empackado de del aguacate desde la recepción hasta su almacenamiento en frío.	10	7	5	350
	39	Riesgo de daño físico mecánico.	2	9	2	36

Fuente: elaboración propia

Según la metodología se propuso un diagrama de Pareto, pues es por lejos la herramienta más utilizada para priorizar causas, Una vez evaluadas las posibles fallas con AMFE es factible realizar una priorización con el diagrama de Pareto usando los valores arrojados por el Índice de Priorización del Riesgo (IPR) (Owczarek et al., 2018). Lo que dio como resultado que dieciséis posibles fallas representan el 80 % del índice de riesgos (Ver figura 4).

Figura 4 Diagrama de Pareto para priorización del riesgo



Fuente: elaboración propia

La mayor parte de los riesgos seleccionados van asociados a riesgos biológicos o actividades que buscan disminuir el nivel de riesgo biológico, el 50% del nivel de riesgo total esta acumulado en 7 riesgos de los 39 identificados entre los cuales esta uno asociado al cuarto frio. (Ver tabla 6)

Tabla 6 Riesgos priorizados

N ^a	Numero de riesgo	MODOS DE FALLO	IPR	Frecuencia. Acumulada
1	35	Riesgo de contaminación biológica por factores humanos	500	10%
2	11	Riesgo de que se dañe el sistema de duchas	360	18%
3	12	Riesgo de que el pedúnculo quede mal sellado	360	26%
4	38	Riesgo de incumplimiento de las normas internas y externas que rigen el proceso de empaqueo de del aguacate desde la recepción hasta su almacenamiento en frío.	350	33%
5	5	Riesgo de avería en el tanque.	320	40%
6	30	Riesgo de que el motor del cuarto frío no funcionen de manera adecuada.	250	45%
7	37	Riesgo de no limpiar las máquinas, herramientas, e instalaciones de manera periódica.	250	50%
8	16	Riesgo de fallo en la máquina calibradora (riesgo de que se detenga).	225	55%
9	2	Riesgo de recibir la fruta en malas condiciones.	210	59%
10	1	Riesgo de recibir aguacates que no corresponden al lote de donde dicen proceder.	200	63%
11	34	Riesgo de enfermedad por deficientes condiciones laborales	175	67%
12	26	Riesgo de que las cajas contengan elementos que puedan afectar la calidad del producto: ganchos metálicos, excremento de roedores o insectos.	150	70%
13	36	Riesgo de contaminación biológica por contacto con las instalaciones de la línea de empaque.	150	73%
14	9	Riesgo de limpieza inconclusa de aguacate	140	76%
15	31	Riesgo de almacenar los aguacates a temperaturas que pueden afectar su calidad.	120	79%
16	14	Riesgo de que los aguacates continúen hacia el área de calibración en condiciones de humedad.	108	81%

El plan de mejoramiento se elabora con dieciséis de las treinta y nueve posibles fallas identificadas; por tanto 41% del total de los riesgos identificados fueron priorizados según su IPR; es decir que casi cuatro décimas partes de las amenazas representan un 81% del riesgo total

7.5 TRATAMIENTO DEL RIESGO

Para esta sección se presenta un plan de mejoramiento dirigido a los riesgos priorizados (Ver tabla 7). El cual fue revisado por los encargados del proceso en la empresa.

Tabla 7 Plan de mejoramiento

Nº	MODOS DE FALLO	IPR	Acciones de mejora	Plazo/ Periodicidad	Meta	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Responsable	Áreas Responsables	% avance
1	Riesgo de contaminación biológica por factores humanos	500	Establecer un manual de buenas prácticas dentro de la línea de empaque, el cual incluya la metodología, vestimenta y conocimientos previos que deben tener los empleados en cada uno de sus puestos de trabajo.	6 meses	Manual de buenas prácticas	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía	Todas las áreas	
			Campañas y capacitaciones a los empleados sobre inocuidad.	12 meses /trimestral	Una capacitación trimestral (4 en capacitaciones en el años)	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía, Jefe de Calidad	Todas las áreas	
			Exigir el porte del uniforme tal como se debe según el área de trabajo.	todo el tiempo	Trabajadores con uniforme en jornada laboral	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía, Jefe de producción	Todas las áreas	

			Limpiar y desinfectar la línea de empaque; es decir, todas las herramientas y máquinas que entrarán en contacto con los aguacates antes y después de iniciar producción.	12 meses	Limpiaré antes y después de producción	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Todas las áreas	
2	Riesgo de que se dañe el sistema de duchas	360	Mantenimiento periódico a las máquinas e instalaciones de la empresa.	12 meses / mensualmente	Realizar mantenimiento preventivo a la máquina selladora de pedúnculo cada mes.	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de producción	Área de sellado de pedúnculo	
			Comprar máquinas y equipos con certificados de alta calidad. Reemplazar la máquina selladora de pedúnculo por una más sofisticada.	12 meses	Nueva selladora de pedúnculo	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía, Jefe de producción	Área de sellado de pedúnculo	
3	Riesgo de que el pedúnculo quede mal	360	Mantenimiento periódico a las máquinas e instalaciones de la	12 meses	Realizar mantenimiento preventivo a la máquina	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía, Jefe de	Área de sellado de pedúnculo	

	sellado		empresa.		selladora de pedúnculo cada mes.			producción		
			Comprar máquinas y equipos con certificados de alta calidad.	12 meses	Remplazar la máquina selladora de pedúnculo por una más sofisticada	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía, Jefe de producción	Área de sellado de pedúnculo	
4	Riesgo de incumplimiento de las normas internas y externas que rigen el proceso de empacado de del aguacate desde la recepción hasta su almacenamiento en frío.	350	Exigir a los trabajadores el uniforme para su área de trabajo.	12 meses	Trabajadores con su respectivos uniforme en la jornada laboral	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía, Jefe de producción	Todas las áreas	
			Capacitar al personal sobre inocuidad y normas de comportamiento dentro de la empresa	12 meses /trimestral	Una capacitación trimestral sobre las normas internas de la empresa y la importancia de su cumplimiento (4 en capacitaciones en el años)	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía, Jefe de producción y jefe de calidad	Todas las áreas	

5	Riesgo de avería en el tanque.	320	Mantenimiento periódico de tanque y sus diferentes partes verificando que la fuente de agua y el desagüe funcionen de forma adecuada.	12 meses / semestral	Realizar mantenimiento preventivo al tanque semestre.(dos en el año)	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Área de limpieza y desinfección	
6	Riesgo de que el motor del cuarto frío no funcionen de manera adecuada.	250	Mantenimiento periódico del cuarto frío.	12 meses / semestral	Realizar mantenimiento preventivo al motor del cuarto frío cada semestre.(dos en el año)	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Área de cuarto frío	
			Comprar un sistema de enfriado más sofisticado que permita realizar el proceso de pre-frío de manera programada.	12 meses	Establecer un nuevo sistema de enfriado	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la empresa	Área de cuarto frío	
			Conexión directa a otra fuente alternativa de energía de tal forma que se pueda automatizar el proceso de suministro de	12 meses	Conexión a fuente alterna de electricidad, garantizar suministro de electricidad en todo	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la empresa	Área de cuarto frío	

			energía; conectar a un generador de modo que si la energía se llega ir de manera repentina los aguacates mantengan su cadena de frio.		momento.					
7	Riesgo de no limpiar las máquinas, herramientas, de instalaciones de manera periódica.	250	Limpiar y desinfectar la línea de empaque; todas las herramientas y máquinas que entrarán en contacto con los aguacates antes y después de iniciar producción.	12 meses	Limpieza antes y después de producción	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Todas las áreas	
8	Riesgo de fallo en la máquina calibradora (riesgo de que se detenga).	225	Usar la máquina calibradora al 80% de su capacidad real, pues se ha observado que a esta capacidad la máquina trabaja de manera continua sin presentar complicaciones.	12 meses	Usar calibradora al 80% de su capacidad	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Área de calibración	

			Realizar mantenimiento preventivo a la máquina calibradora cuatrimestralmente	12 meses / cuatrimestral	cuatro mantenimientos en el año para la máquina calibradora	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Área de calibración	
9	Riesgo de recibir la fruta en malas condiciones.	210	Diligenciar el formato INGRESO DE LA FRUTA	12 meses	Formatos de ingreso para cada producción para cada lote producido.	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de calidad	Área de recepción	
			Exigir al proveedor que el transporte de la fruta tiene que ser en un carro totalmente limpio, al igual que las canastillas en las que se transporta la fruta.	12 meses	Recibir fruta en carro limpio	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de calidad	Área de recepción	
			Tomar una muestra para verificar el estado en el que llega la fruta. Tomar muestra de n=30 antes de dejar ingresar los aguacate o llenar el FORMATO DE INGRESO DE LA	12 meses	Muestra de n=30 para cada lote procesado	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de calidad	Área de recepción	

			FRUTA							
10	Riesgo de recibir aguacates que no corresponden al lote de donde dicen proceder.	200	Exigir al proveedor registro ICA. Tomar muestra de n=30 antes de dejar ingresar los aguacate o llenar el FORMATO DE INGRESO DE LA FRUTA	12 meses	Registro ICA y muestra de n=30 para cada lote procesado	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de calidad	Área de recepción	
11	Riesgo de enfermedad por deficientes condiciones laborales	175	Contratar un profesional en salud ocupacional.	12 meses	Profesional o técnico en salud ocupacional en la planta	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la empresa	Todas las áreas	
			Realizar y Socializar código de ética e integridad.	12 meses	Código de ética e integridad implementado	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la empresa	Todas las áreas	
			Aplicación trimestres del método 5s. Inicialmente se separa lo útil y lo inútil con el fin de botar cosas que no se usan; luego se	12 meses / cuatrimestral	Aplicación del método 5s cada 4 meses (3 veces en el año)	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la empresa	Todas las áreas	

			ordenan las cosas útiles asignándole un lugar; después de esto se limpia y se trata de mantener el lugar en las mejores condiciones mediante autodisciplina.							
			Implementar prácticas de salud y seguridad en el trabajo.	12 meses	Profesional o técnico en salud ocupacional contratado.	día-mes-año	día-mes-año	Responsable de seguridad y salud en el trabajo	Todas las áreas	
12	Riesgo de que las cajas contengan elementos que puedan afectar la calidad del producto: ganchos metálicos, excremento o de roedores o insectos.	150	Exigir a los trabajadores toda la vestimenta necesaria para realizar su trabajo, esto incluye no utilizar objetos personales como anillos, aretes, celular, reloj, uñas postizas, etc.	12 meses	Cero objetos personales en área de producción	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Área de empaque	
			Guardar las cajas en un lugar limpio y aislado donde no sea posible la entrada de aves,	12 meses	Cuarto aislado con capacidad de guardar todas las cajas.	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Área de empaque	

			insectos o roedores.							
			Usar diseños de cajas que sean totalmente armables para que no sea necesario el uso de silicona o ganchos para su sellado	13 meses	Usar cajas totalmente armables.	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción	Área de empaque	
13	Riesgo de contaminación biológica por contacto con las instalaciones de la línea de empaque.	150	Limpiar y desinfectar la línea de empaque; todas las herramientas y máquinas que entrarán en contacto con los aguacates antes y después de iniciar producción.	12 meses	Limpiar antes y después de producción	día-mes-año	día-mes-año	Gerente de la compañía	Todas las áreas	
14	Riesgo de limpieza inconclusa del aguacate	140	Revisar la fruta que sale del tanque antes de pasar a máquina de secado tomando una muestra de n=30 de forma aleatoria.	12 meses	Tomar muestra n=30 antes de pasar a siguiente etapa	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción y Jefe de calidad	Área de limpieza y desinfección	

15	Riesgo de almacenar los aguacates a temperaturas que pueden afectar su calidad.	120	Jefe de calidad capacitado en el tema de almacenamiento en frío y asignado como único responsable de la tarea.	12 meses	Un responsable capacitado para esta tarea.	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de Producción y Jefe de calidad	Área de cuarto frío	
16	Riesgo de que los aguacates continúen hacia el área de calibración en condiciones de humedad.	108	Mantenimiento cuatrimestral a la máquina de secado	12 meses / cuatrimestral	Tres mantenimientos en el año.	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de producción	Área de secado	
			Comprar máquinas de cercado certificadas y avaladas para el secado de aguacate Hass o Extender el túnel de secado	12 meses	Extender el túnel de secado	día-mes-año	día-mes-año	Jefe de producción, gerente de la empresa	Área de cuarto frío de secado	

Fuente: Elaboración propia

Este plan de mejoramiento también puede interpretarse como un mapa de riesgos, pues facilita un conjunto de acciones a tener en cuenta para mitigar posibles fallas. Este plan pudo diseñarse gracias a las propuestas de mejora aportadas en las entrevistas semiestructuradas del Anexo 1 y a una última visita para validar la propuesta de mejora.

CONCLUSIONES

La gestión de riesgos en la cadena de suministro deja demostrado el porqué es una tendencia en constante crecimiento dados sus resultados positivos para la industria la amplia gama de aplicaciones en las que se encuentra la industria de alimentos. La gestión de riesgos en la línea de empaque de aguacate Hass juega un papel importancia en el cumplimiento de los estándares de calidad y la inocuidad de la fruta a la vez que crear planes de contingencia y mejorar la producción de aguacate ayudando a mitigar los riesgo generados por la falta de tecnología y demás deficiencias técnicas de las que carece el proceso de empaque.

Los 15 riesgos de la literatura identificados en la cadena de suministro también están presentes en la línea de empaque de aguacate Hass, algunos de estos son transversales al proceso; tales como: Riesgos de incumplimiento de la normatividad (RIN), Riesgos de infrautilizar la capacidad (RIFRU), Riesgos de fallas en el diseño de la metodología del procesos (RMD), Riesgos por falta de comprensión y / o conocimiento de las operaciones (RCO), Riesgos de contaminación micro –biológica (RMB), Riesgos de daños físicos o impacto mecánico (RFM), Riesgos de mal saneamiento de las instalaciones (RSL), Riesgos de retraso en los flujos de material (RRFM), Riesgos de indisponibilidad laboral (RIL). De estas posibles fallas en la línea los entrevistados consideraron que era importante prestar atención a los riesgos RMB, RIL, RIN, RFM, RSL ya que mitigarlos permitiría la desaparición de los otros que son de menor nivel. Así también tenemos que existen otros riesgos que se presentan en diferentes etapas del proceso dependiendo de las características de la actividad realizada; Riesgos de fallo en la infraestructura, instalaciones y/o máquinas (RFI); Riesgos de calidad (RC); Riesgos de insuficiencias de almacenamiento (RIA); Riesgo de mala calidad del agua y tratamiento de la misma (RCAA); Riesgo físico – químico (RFQ); Riesgo de pobre planificación y control de la producción (RPPP). Se identificaron 39 riesgos los cuales están clasificados entre los riesgos de la literatura mencionados.

La metodología de Análisis de Modos de Fallos Efectos (AMFE) se adaptó perfectamente al objeto de este trabajo ya que respaldado con la entrevista semiestructurada es posible determinar toda la información necesaria para su correcta aplicación, lo mejor es que la correcta aplicación de la herramienta permite realizar varias de la actividades necesarias para la gestión de riesgos (identificación, análisis, evaluación, y tratamiento), a la vez que los resultados facilitan la labor de tratamiento y seguimiento de los riesgos.

Se encontró que los riesgos más relevantes son los microbiológicos (RMB), pues su dificultad para ser detectados los convierte en una amenaza latente que

necesita de acciones constantes para ser mitigados, seguido por los riesgos asociados al área de sellado de pedúnculo pues los empleados manifiestan que esta máquina suele presentar daños y este tipo de falla no es detectable para el ojo humano, lo que lo convierte un riesgo importante, además de la gravedad de este ya que esta parte de la fruta es una puerta de entrada de factores contaminantes. Los riesgos de calidad también se encuentran entre los riesgos priorizados ya que estos van ligados directamente a los objetivos de la empresa lo que hace que la gravedad de estas posibles fallas sea de alto nivel.

De los 39 riesgos identificados se priorizo sobre 16 que representan el 81% del Índice de Priorización del Riesgo total, en otras palabra, 41% del total de los riesgos identificados fueron priorizados según su IPR, entre los cuales se encuentran principalmente relacionadas las etapas de limpieza y desinfección, sellado del pedúnculo, secado, y almacenamiento en cuarto frío; pues los riesgos asociados a esta etapas fueron evaluados con IPR alto.

El Plan de mejoramiento contempla actividades que permiten atacar las principales debilidades de la línea de empaque, las cuales están asociadas con la capacidad y sofisticación de las maquinas, pues es aquí donde se generan muchos de los riesgo asociados las instalaciones.

Para mitigar los riesgos asociados a la calidad es necesaria la realización de capacitaciones a operarios y jefes de manera constante a los largo del año. Se evidencia que muchos de los riesgos pueden ser mitigados mediante las mismas actividades tales como limpiar las máquinas e instalaciones que entrarán en contacto con la fruta antes y después de cada producción, exigir el uniforme en el puesto de trabajo, mantenimiento periódico a las instalaciones, y actividades de verificación después de terminado micro proceso.

FUTURAS INVESIGACIONES

Escribir sobre lo adicional que se puede hacer. Por ejemplo analizar los riesgos en otras etapas de la cadena productiva del aguacate tales como

Otra futura investigación puede estar relacionada con la aplicación de herramientas multicriterio AHP y QFD para la priorización del riesgo en este tipo de cadenas.

Otra futura investigación puede estar en la aplicación de lógica difusa para la valoración del IPR, dado que este tiene a tener elementos subjetivos por parte de quienes dan su valoración, sería interesante identificar una función de pertenencia y analizar el impacto, incluso realizar un análisis de sensibilidad para la valoración de los riesgos y determinar su impacto en la priorización.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. (2014). Inteligencia estratégica: un sistema para gestionar la innovación. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.07.001>
- Alamar, M. C., Collings, E., Cools, K., & Terry, L. A. (2017). Impact of controlled atmosphere scheduling on strawberry and imported avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 134(September), 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.08.003>
- Ali, I., & Shukran, K. (2016). Managing supply chain risks and vulnerabilities through collaboration: Present and future scope. *The Journal of Developing Areas*, 50(5), 335–342. <https://doi.org/10.1353/jda.2016.0027>
- Álvarez, O. M. 2007. (2007). *Manual De Buenas Prácticas De Manejo Y Procedimientos De Operación Estándar De Sanitización En Empaques De Mango Para Exportación Adecuado a Las Condiciones De Nayarit*. Inifap.
- Anin, E. K., Otchere, A. F., & Adzimah, D. E. (2015). Managing Supply Chain Risks: A Perspective of Exportable Pineapple Fresh Fruits in Ghana. *European Journal of Business and Management*, 7(3), 59–71. Retrieved from <http://www.iiste.org/Journals/index.php/EJBM/article/view/19496>
- Ardila, W. A., Romero, D. H., & Gonzalez, F. R. (2014). Estrategias para la Gestión de riesgos en la cadena de suministros. *12th LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, (JULY 22-24), 1–9.
- Arias Bustos, C., & Moors, E. H. M. (2018). Reducing post-harvest food losses through innovative collaboration: Insights from the Colombian and Mexican avocado supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 199, 1020–1034. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.187>
- Ariyanti, F. D., & Andika, A. (2016). Supply chain risk management in the indonesian flavor industry: Case study from a multinational flavor company in indonesia. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 8–10 March, 1448–1455.
- Arvanitoyannis, I. S., & Varzakas, T. H. (2009). Application of failure mode and effect analysis (FMEA) and cause and effect analysis in conjunction with ISO 22000 to a snails (*Helix aspersa*) processing plant; A case study. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(7), 607–625. <https://doi.org/10.1080/10408390802145294>
- Asofrucol. (2013). Plan de Negocios de Aguacate Índice. *Programa de Transformación Productiva*, 182.
- Barafort, B., Mesquida, A. L., & Mas, A. (2017). Integrating risk management in IT settings from ISO standards and management systems perspectives. *Computer Standards and Interfaces*, 54(November 2016), 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.11.010>

- Barua, M. K., Kumar, P., & Mangla, S. K. (2015). Risk Analysis in Green Supply Chain Using Fuzzy AHP Approach: A Case Study. *Recycling Resources and Conservation*, 104, 375–390.
- Bastas, A., & Liyanage, K. (2018). ISO 9001 and supply chain integration principles based sustainable development: A Delphi study. *Sustainability (Switzerland)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/su10124569>
- Behdani, B., Lukszo, Z., & Srinivasan, R. (2018). Agent-oriented simulation framework for handling disruptions in chemical supply chains. *Computers and Chemical Engineering*, (xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.09.027>
- Behzadi, G., O'Sullivan, M. J., Olsen, T. L., & Zhang, A. (2018). Agribusiness supply chain risk management: A review of quantitative decision models. *Omega (United Kingdom)*, 79, 21–42. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.07.005>
- Belloví, M. B., M^a, R., Ramos, O., & Técnico, I. (2004). NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. *Notas Técnicas de Prevencion*.
- Blakey, R. J., Bower, J. P., & Bertling, I. (2009). Influence of water and ABA supply on the ripening pattern of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit and the prediction of water content using Near Infrared Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 53(1–2), 72–76. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.03.004>
- Breuckmann, F., Vogt, F. M., Maderwald, S., Eggebrecht, H., Barkhausen, J., & Kroeker, R. (2008). 1044 High spatial and temporal resolution MRA (TWIST) in acute aortic dissection. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 10(S1), 476–483. <https://doi.org/10.1186/1532-429x-10-s1-a169>
- Brunnhöfer, M., Gabriella, N., Schöggel, J. P., Stern, T., & Posch, A. (2019). The biorefinery transition in the European pulp and paper industry – A three-phase Delphi study including a SWOT-AHP analysis. *Forest Policy and Economics*, (August 2018), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.02.006>
- Cayir Ervural, B., Zaim, S., Demirel, O. F., Aydin, Z., & Delen, D. (2018). An ANP and fuzzy TOPSIS-based SWOT analysis for Turkey's energy planning. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(June 2017), 1538–1550. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.095>
- Celaya, R., & López, M. E. (2004). ¿CÓMO DETERMINAR SU RIESGO EMPRESARIAL? *Revista Escuela de Administración de Negocios*, Vol.52, 69–75. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/206/20605206.pdf>
- Cerruto, E., Aglieco, C., Gottschalk, K., Surdilovic, J., Manetto, G., & Geyer, M. (2015). FEM analysis of effects of mechanical impact parameters on fruit characteristics. *International Agricultural Engineering Journal*, 17(3), 430–440.
- Chamorro, C. F. B. (2018). Analysis of the variables for the export of Hass Avocado from Colombia to the European Union (Spain, Holland, France). *Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium –Unicatólica, Cali, Colombia*.
- Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2004). Supply-chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 46(1), 53–61. [63](https://doi.org/10.1108/IJOPM-10-2012-</p>
</div>
<div data-bbox=)

- Christoff, P. (2018). Running PDSA cycles. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 48(8), 198–201. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2018.08.006>
- Cui, J., Allan, A., & Lin, D. (2019). SWOT analysis and development strategies for underground pedestrian systems. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 87(October 2018), 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.12.023>
- Curran, E. T., & Bunyan, D. (2012). Using a PDSA cycle of improvement to increase preparedness for, and management of, norovirus in NHS Scotland. *Journal of Hospital Infection*, 82(2), 108–113. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2012.07.007>
- Dobrusskin, C. (2016). On the Identification of Contradictions Using Cause Effect Chain Analysis. *Procedia CIRP*, 39, 221–224. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.192>
- Dong, Q., & Cooper, O. (2016). An orders-of-magnitude AHP supply chain risk assessment framework. *International Journal of Production Economics*, 182, 144–156. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.08.021>
- Dorado, D., Grajales, L., & Rebolledo, A. (2018). *Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate Persea americana variedad Hass en zonas productoras de Colombia. Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate Persea americana variedad Hass en zonas productoras de Colombia.* <https://doi.org/10.21930/978-958-740-231-5>
- Faber, J. H., Marshall, S., Van den Brink, P. J., & Maltby, L. (2019). Priorities and opportunities in the application of the ecosystem services concept in risk assessment for chemicals in the environment. *Science of the Total Environment*, 651, 1067–1077. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.209>
- Fan, H., Li, G., Sun, H., & Cheng, T. C. E. (2017). An information processing perspective on supply chain risk management: Antecedents, mechanism, and consequences. *International Journal of Production Economics*, 185(November 2016), 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.11.015>
- Gardas, B. B., Raut, R. D., & Narkhede, B. (2018). Evaluating critical causal factors for post-harvest losses (PHL) in the fruit and vegetables supply chain in India using the DEMATEL approach. *Journal of Cleaner Production*, 199, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.153>
- Gómez, M. J. R., & González, F. M. V. (2013). Mejora de la calidad en el consentimiento informado. *Acta Bioethica*, 18(2), 247–256. <https://doi.org/10.4067/s1726-569x2012000200013>
- Grover, A. K., Chopra, S., & Mosher, G. A. (2016). Food safety modernization act: A quality management approach to identify and prioritize factors affecting adoption of preventive controls among small food facilities. *Food Control*, 66, 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.001>
- Guedes, E. J. G., Bittar, A. D. V., Serio, L. C., & Oliveira, L. H. (2015). Risk Management in the Supply Chain of the Brazilian automotive industry. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 8(1), 72.

- <https://doi.org/10.12660/joscmv8n1p72-87>
- Han, Y., Ge, H., Goetz, S., Nolan, J., & Gray, R. (2016). Supply chain complexity and risk mitigation – A hybrid optimization–simulation model. *International Journal of Production Economics*, 179, 228–238. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.014>
- Heckmann, I., Comes, T., & Nickel, S. (2015). A critical review on supply chain risk - Definition, measure and modeling. *Omega (United Kingdom)*, 52, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.10.004>
- Hernández Carrera, R. M. (2014). La investigación cualitativa a traves de entrevistas: su análisis mediante la teoría fundamentada. *Cuestiones Pedagógicas*, 23, 187–210. Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/36261>
- Hidalgo Martins, G., & Gechele Cleto, M. (2016). Value Stream Mapping and Earned Value Analysis: a Case Study in the Paper Packaging Industry in Brazil. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 13(3), 360. <https://doi.org/10.14488/bjopm.2016.v13.n3.a13>
- ICA. (2014). *Manejo fitosanitario del cultivo de aguacate Hass*.
- Invima, P., & Sanchez, M. E. M. (2012). PRUEBA PILOTO PARA LA APLICACIÓN DE AMFE COMO HERRAMIENTA DE TECNOVIGILANCIA PROACTIVA EN 5 INTITUCIONES COLOMBIANAS.
- Iqbal, M. N., Ali, S., Anjum, A. A., Muhammad, K., Ali, M. A., Wang, S., ... Hussain, F. (2016). Microbiological risk assessment of packed fruit juices and Antibacterial activity of preservatives against bacterial isolates. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(6), 1695–1703.
- Jošt, G., Huber, J., Heričko, M., & Polančič, G. (2016). An empirical investigation of intuitive understandability of process diagrams. *Computer Standards and Interfaces*, 48, 90–111. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.04.006>
- Kara, M., Oktay, S. Ü. F., & Ghadge, A. (2018). A data mining-based framework for supply chain risk management. *Computers and Industrial Engineering*, (xxxx), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.017>
- Keshk, A. M., Maarouf, I., & Annany, Y. (2018). Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 3179–3187. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.12.003>
- Lasota, A. M. (2014). Analysis of Packers' Workload on the Packing Line -- a Case Study. *LogForum*, 10(4), 383–392. Retrieved from <http://ezproxy.lib.ryerson.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsh&AN=98546568&site=ehost-live>
- Lathrop, J., & Ezell, B. (2017). A systems approach to risk analysis validation for risk management. *Safety Science*, 99, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.04.006>
- Lihon, S. S. J. (2017). "PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE EMPAQUE DE LA EMPRESA AVOCADO PACKING COMPANY S.A.C."
- Liu, L., Bell, C. M., Silver, S. S., Mosko, J. D., Nguyen, G. C., Steinhart, A. H., ...

- Bernstein, M. (2016). Quality Improvement Primer Series: The Plan-Do-Study-Act Cycle and Data Display. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 14(9), 1230–1233. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2016.04.042>
- Liu, Y., Kong, Z., & Zhang, Q. (2018). Failure modes and effects analysis (FMEA) for the security of the supply chain system of the gas station in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 164(5), 325–330. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.08.028>
- Luo, T., Wu, C., & Duan, L. (2018). Fishbone diagram and risk matrix analysis method and its application in safety assessment of natural gas spherical tank. *Journal of Cleaner Production*, 174, 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.334>
- Lutters, E., Van Houten, F. J. A. M., Bernard, A., Mermoz, E., & Schutte, C. S. L. (2014). Tools and techniques for product design. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 63(2), 607–630. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.05.010>
- Manaf Bohari, A., Wei Hin, C., & Fuad, N. (2017). The competitiveness of halal food industry in Malaysia: A SWOT-ICT analysis. *Malaysia Journal of Society and Space*, 9(1), 1–9. Retrieved from <http://ejournal.ukm.my/gmjss/article/viewFile/17805/5529>
- Mangeli, M., Shahraki, A., & Saljooghi, F. H. (2019). Improvement of risk assessment in the FMEA using nonlinear model, revised fuzzy TOPSIS, and support vector machine. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 69(November 2018), 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.11.004>
- Manotas, D. F., & Osorio, J. C. (2015). Evaluación de riesgos en la cadena de suministro: principales técnicas. *Revista Semilleros*, 11(01), 5–14.
- Martins, S., Bianco, S., & Ribeiro, F. (2002). Herramientas de interpretación gráfica para codificación de diagramas de modelado de sistemas interpretables por un disminuido visual, 441–445.
- McGarry, K., McBride, M., & Brown, A. (2018). Standardising hand trauma assessment documentation for new plastic surgery attendances. Three, “Plan Do Study Assess,” (PDSA) cycles later, has our compliance improved? *International Journal of Surgery*, 55(2018), S92. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2018.05.437>
- Mohammed, A., Harris, I., Soroka, A., & Nujoom, R. (2018). A hybrid MCDM-fuzzy multi-objective programming approach for a G-resilient supply chain network design. *Computers and Industrial Engineering*, 127(June 2018), 297–312. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.09.052>
- Moktadir, M. A., Ali, S., Kumar Mangla, S., Sharmy, T., Luthra, S., Mishra, N., & Garza, R. J. A. (2019). Decision modeling for evaluating risks in pharmaceutical supply chains. *Industrial Management & Data Systems*, 7–39.
- Moloney, R., Cook, N., Willems, K., Bouwknegt, M., Söderberg, K., de Roda Husman, A. M., ... von Bonsdorff, C.-H. (2016). Virological Quality of Irrigation Water in Leafy Green Vegetables and Berry Fruits Production Chains. *Food and Environmental Virology*, 9(1), 72–78. <https://doi.org/10.1007/s12560-016-9264-2>
- Montoya, C. (2018). Resumen Abstract MAESTROS MUNDIAL Dinámica Mundial |

- Revista virtual. *Revista Virtual*, 22–35.
- Muñoz, P., van Eekelen, H., de Vos, R. C. H., Becerra, C., Westra, E., Mumm, R., ... Defilippi, B. G. (2014). Metabolomics analysis of postharvest ripening heterogeneity of 'Hass' avocados. *Postharvest Biology and Technology*, 92, 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.01.024>
- NTC-ISO:31000. (2011). Norma Técnica Colombiana Ntc-Iso 31000. *Icontec*, (571), 34. Retrieved from https://sitios.ces.edu.co/Documentos/NTC-ISO31000_Gestion_del_riesgo.pdf
- O'Keeffe, J., Buytaert, W., Mijic, A., Brozovic, N., & Sinha, R. (2015). The use of semi-structured interviews for the characterisation of farmer irrigation practices. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 12(8), 8221–8246. <https://doi.org/10.5194/hessd-12-8221-2015>
- Olarewaju, O. O., Bertling, I., & Magwaza, L. S. (2016). Non-destructive evaluation of avocado fruit maturity using near infrared spectroscopy and PLS regression models. *Scientia Horticulturae*, 199, 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.047>
- Olechowski, A., Oehmen, J., Seering, W., & Ben-Daya, M. (2016). The professionalization of risk management: What role can the ISO 31000 risk management principles play? *International Journal of Project Management*, 34(8), 1568–1578. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.002>
- Oliveira, J. B., Jin, M., Lima, R. S., Kobza, J. E., & Montevechi, J. A. B. (2019). The role of simulation and optimization methods in supply chain risk management: Performance and review standpoints. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 92(November 2018), 17–44. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2018.11.007>
- Oliveira, R., Silva, F. A., Rocha, H. M., & Pamplona, V. A. (2017). The ISO 31000 standard in supply chain risk management. *Journal of Cleaner Production*, 151, 616–633. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.054>
- Onofre, I. E., Cruz, M. de L. L., Tzitzihua, L. V., & Cortez, M. H. (2018). Identificación de las áreas críticas que generan accidentes en una empresa ferrocarrilera del Estado de Veracruz. *Revista Ciencia Administrativa Is*, 1, 45–50.
- Ospina, R. P., & Ocampo, V. P. C. (2016). Cadena de abastecimiento verde en empresa textil colombiana (Green supply chain in a Colombian textile company). *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(1), 83. <https://doi.org/10.19053/1900771x.4431>
- Owczarek, P., Kijek, M., Zelkowski, J., Brzeziński, M., Bartosiak, P., & Głodowska, K. (2018). Aspects of Improvement in Exploitation Process of Passenger Means of Transport. *Journal of Advanced Transportation*, 2018, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2018/5062165>
- Parchami Jalal, M., Noorzai, E., & Yavari Roushan, T. (2019). Root Cause Analysis of the Most Frequent Claims in the Building Industry through the SCoP₃ E Ishikawa Diagram. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 11(2), 04519004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000289](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000289)

- Pasini, J., Antonioli, L. R., & Bender, R. J. (2017). Critical points and magnitude of impacts on the packing line: Effect on ripening and quality of "Packham's Triumph" pears. *Semina: Ciencias Agrarias*, 38(3), 1265–1276. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1265>
- Pellegrino, R., Costantino, N., & Tauro, D. (2018). Supply Chain Finance: A supply chain-oriented perspective to mitigate commodity risk and pricing volatility. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(2), 118–133. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.03.004>
- Phadermrod, B., Crowder, R. M., & Wills, G. B. (2016). Importance-Performance Analysis based SWOT analysis. *International Journal of Information Management*, 44, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.009>
- Pulido, A. D., & Bocanegra, C. A. (2015). Mitigation of defects in products manufactured. *Ingeniería y Competitividad*, 17(1), 161–172.
- Qazi, A., & Akhtar, P. (2018). Risk matrix driven supply chain risk management: Adapting risk matrix based tools to modelling interdependent risks and risk appetite. *Computers and Industrial Engineering*, (August), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.08.002>
- Qianqian, G., & Harasawa, H. (2016). Fruit Deep Processing Product Quality and Food Safety Risk Detection Scheme Based on HACCP System. *Journal of Applied Science and Engineering Innovation*, 3(1), 13–17. Retrieved from <http://jasei.org/PDF/3-1/3-13-17.pdf>
- Quarmby, T. R. (2012). Institutional Repository Safe , healthy and sustainable demolition This item was submitted to Loughborough ' s Institutional Repository (<https://dspace.lboro.ac.uk/>) by the author and is made available under the. *The International Journal of Logistics Management*, 23, 313–339.
- Quintana, M. E. Ba. (2016). PROPUESTA DE PLAN DE PREVENCIÓN ANTE RIESGOS MECÁNICOS EN OPERADORES DE CÁMARAS DE FRÍO CASO DE ESTUDIO EMPACADORA ESTAR C.A. *Tesis*. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.90.4.644>
- Rauch, P., Wolfsmayr, U. J., Borz, S. A., Triplat, M., Krajnc, N., Kolck, M., ... Handlos, M. (2015). SWOT analysis and strategy development for forest fuel supply chains in South East Europe. *Forest Policy and Economics*, 61(2015), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2015.09.003>
- Rincón, D. L., Fonseca, J. E. R., & Orjuela, J. A. C. (2017). Towards a common reference framework for traceability in the food supply chain Hacia un marco conceptual común para la trazabilidad en la cadena de suministro de alimentos, XX(Xx), 1–25. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.20XX.X.aXX>
- Roßmann, B., Canzaniello, A., von der Gracht, H., & Hartmann, E. (2018). The future and social impact of Big Data Analytics in Supply Chain Management: Results from a Delphi study. *Technological Forecasting and Social Change*, 130(January), 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.10.005>
- Rostamzadeh, R., Ghorabae, M. K., Govindan, K., Esmaeili, A., & Nobar, H. B. K. (2018). Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS- CRITIC approach. *Journal of Cleaner Production*,

- 175, 651–669. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.071>
- Serna, A., Ramos, D., Garcia-Angosto, E., Garcia-Sanchez, A. J., Chans, M. A., Benedicto-Orovitg, J. M., ... Mata-Colodro, J. F. (2018). Optimization of CT protocols using cause-and-effect analysis of outliers. *Physica Medica*, 55(July), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.10.010>
- Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S. S., & Thakur, L. S. (2012). Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 8182–8192. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.149>
- Slorach, S. A. (2002). Enfoques integrados para la gestión de inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria. *Foro Mundial FAO/OMS de Las Autoridades de Reglamentación Sobre Inocuidad de Los Alimentos*, 1–9.
- Strydom, A., Vorster, R., Gouws, P. A., & Witthuhn, R. C. (2016). Successful management of *Listeria* spp. in an avocado processing facility. *Food Control*, 62, 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.043>
- Troncoso, P. C., & Amaya, P. A. (2017). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Revista de La Facultad de Medicina*, 65(2), 329–332. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>
- Venkatesh, V. G., Rathi, S., & Patwa, S. (2015). Analysis on supply chain risks in Indian apparel retail chains and proposal of risk prioritization model using Interpretive structural modeling. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 26, 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.06.001>
- Vilko, J., Ritala, P., & Hallikas, J. (2019). Risk management abilities in multimodal maritime supply chains: Visibility and control perspectives. *Accident Analysis and Prevention*, 123, 469–481. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.11.010>
- Wiengarten, F., Humphreys, P., Gimenez, C., & McIvor, R. (2016). Risk, risk management practices, and the success of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 171, 361–370. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.03.020>
- Winanto, E. A., & Santoso, I. (2017). Integrasi Metode Fuzzy Fmea Dan Ahp Dalam Analisis Dan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Bawang Merah. *Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 22(1), 21–32.
- Wise, M. N. (2018). On the Stories Told by Indicator Diagrams and Carnot Diagrams. *Endeavour*, 42(2–3), 145–156. <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2018.07.009>
- Yildiz, E. Z., & Güner, M. (2013). Applying value stream mapping technique in apparel industry. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(4), 393–400.
- Zhang, H., Liu, W., Xiong, H., & Dong, X. (2018). Analyzing data flow diagrams by combination of formal methods and visualization techniques. *Journal of Visual Languages and Computing*, 48(July), 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2018.08.001>