

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

PRIORIZACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE AHP FUZZY EN CADENA DE TRANSPORTE DEL AGUACATE HASS COLOMBIANO

**USE OF PINEAPPLE (ANANAS COMOSUS. L.) AND PRICKLY
PEAR (OPUNTIA FICUS INDICAS) IN THE PREPARATION OF
A LOW CALORIC ICE CREAM WITH MILK FAT
SUBSTITUTION**

Carlos Felipe Marmolejo-Gómez

Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo Valle INTEP
Colombia

Juan Carlos Marmolejo-Victoria

Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo Valle INTEP
Colombia

Juan Sebastián Marmolejo-Gómez

Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo Valle INTEP
Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rm.v9i1.16168

Priorización de Riesgos mediante AHP Fuzzy en Cadena de Transporte del Aguacate Hass Colombiano

Carlos Felipe Marmolejo-Gómez¹

cafemarmolejo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-1384-8939>

Instituto de Educación Técnica Profesional de
Roldanillo Valle INTEP
Colombia

Juan Carlos Marmolejo-Victoria

jcmarmolejo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9796-2112>

Instituto de Educación Técnica Profesional de
Roldanillo Valle INTEP
Colombia

Juan Sebastián Marmolejo-Gómez

sebasarmolejo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-3067-0531>

Instituto de Educación Técnica Profesional de
Roldanillo Valle INTEP
Colombia

RESUMEN

La importancia adquirida en los últimos años por el cultivo de aguacate en Colombia ha convertido la gestión de riesgo en la cadena de suministro (SCRM) en un tema trascendental. El objetivo del estudio fue identificar los riesgos operacionales en la SCRM de la fruta en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, a través de la herramienta de lógica difusa Analytic Hierarchy Process (AHP). El método utilizado integró dos fases: la de identificación y análisis adelantada mediante la indagación en bases de datos y el diseño y aplicación de una encuesta; la fase de evaluación y priorización se realizó con la ayuda de la herramienta AHP-Fuzzy. Los resultados revelaron la existencia de 21 riesgos presentes en el traslado del aguacate desde la línea de empaque hasta el puerto colombiano de Buenaventura. En la cadena de suministro, especialmente en el anillo de transporte secundario, las amenazas identificadas como de mayor incidencia son la contaminación por narcotráfico y la ruptura de la cadena de frío. Este trabajo se diferencia por contribuir con conocimiento sobre el uso de la herramienta AHP-Fuzzy en la gestión eficiente del riesgo en la cadena de suministro, convirtiéndose en aporte significativo para las organizaciones del sector.

Palabras clave: aguacate, cadena de suministro, gestión de riesgo, lógica difusa, logística empresarial

¹ Autor principal

Correspondencia: cafemarmolejo@gmail.com

Risk Prioritization using AHP Fuzzy in the Colombian Hass Avocado Transport Chain

ABSTRACT

The importance acquired in recent years by the avocado crop in Colombia has made supply chain risk management (SCRM) a transcendental issue. The objective of the study was to identify the operational risks in the SCRM of the fruit in the department of Valle del Cauca, Colombia, using the Analytic Hierarchy Process (AHP) fuzzy logic tool. The method used integrated two phases: the identification and analysis phase was carried out through database research and the design and application of a survey; the evaluation and prioritization phase was carried out with the help of the AHP-Fuzzy tool. The results revealed the existence of 21 risks present in the transfer of avocados from the packing line to the Colombian port of Buenaventura. In the supply chain, especially in the secondary transport ring, the threats identified as having the highest incidence are contamination by drug trafficking and breakage of the cold chain. This work differs by contributing with knowledge on the use of the AHP-Fuzzy tool in the efficient management of risk in the supply chain, becoming a significant contribution for the organizations of the sector.

Keywords: avocado, supply chain, risk management, fuzzy logic, business logistics

Artículo recibido 15 enero 2025

Aceptado para publicación: 18 febrero 2025



INTRODUCCIÓN

El funcionamiento eficiente de la cadena de suministro del aguacate enfrenta disfuncionalidades importantes como el transporte secundario, elevado a la categoría de riesgo crítico en su compleja red logística (Paredes-Rodríguez et al., 2022). La fruta en años recientes ha ganado presencia en el mercado global, por ello es importante entender y gestionar los riesgos vinculados con su abastecimiento para asegurar una calidad y disponibilidad estable en el mercado. Las estrategias en la SCRM, para tal propósito, implican la valoración prolongada por medio de las etapas secuenciales de identificación, análisis, evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos (Qazi & Akhtar, 2020).

Asimismo, variables asociadas a la actividad productiva como la desintegración de productores, la baja adopción de tecnología, los altos costos en insumos, el limitado acceso a créditos, los bajos rendimientos, las pérdidas considerables en postcosecha, insuficiente desarrollo agroindustrial e inadecuada infraestructura de transporte limitan el desarrollo y crecimiento del sector en el ámbito internacional (Marmolejo-Gómez, 2020). De acuerdo con estadísticas del Departamento Nacional de Planeación de Colombia (2016) en el país se desperdician 9,76 millones de toneladas de alimentos de las cuales 6,1 millones corresponden a frutas y hortalizas. El 36% del total se pierden en las etapas de distribución y retail.

Podría ser posible que identificar y gestionar los riesgos en la cadena resulte efectivo en la prevención de pérdidas de alimentos (Hartmut & Kilger, 2008) por ello entonces, la gestión del riesgo sería una estrategia competitiva para disminuir debilidades, garantizar la viabilidad de la actividad e incrementar su rentabilidad (Marmolejo-Gómez, 2020). Según Manuj & Mentzer (2008) las fuentes generadoras de amenazas son de suministro, de operación, de demanda, de seguridad de información, macroeconómicas, políticas, de recursos y competitivas. El transporte se cataloga entre los riesgos operativos.

Conviene subrayar que los riesgos operacionales según Osorio et al., (2017) hacen referencia a la posibilidad de ocurrencia de sucesos inesperados resultado de alteraciones en el funcionamiento corriente del proceso. De acuerdo con los autores dichas dificultades presentan un bajo impacto en el ciclo, según Asohofrucol (2013) el servicio de refrigeración se muestra como el eslabón más vulnerable

en la supply chain (Cadena de suministro) y los inconvenientes logísticos castigan considerablemente el costo y calidad de los productos.

En consecuencia, este asunto ha despertado el interés en ciertos círculos académicos y empresariales (Colicchia & Strozzi, 2012), por tanto la utilización del método multicriterio Analytic Hierarchy Process (AHP) se robustece como una herramienta de enorme valor en la evaluación de riesgos puesto permite la integración de factores cualitativos y cuantitativos. Según Uribe & Salazar Medina (2022) la AHP Fuzzy destaca como un recurso efectivo para organizar y gestionar la incertidumbre lo que la convierte en un instrumento relevante en la gestión de riesgos dentro de la cadena de suministro.

Según Becerra López (2019), a partir de los eventos sucedidos el 11 de septiembre de 2001 la gestión de riesgo adquirió relevancia significativa incitando a la comunidad académica a profundizar en investigaciones orientadas a la mitigación y eliminación de riesgos. Igualmente, Aqlan & Lam (2015) enfatizan que ante el incremento de los eventos de riesgo en las cadenas de suministro, las organizaciones y los profesionales del área han acrecentado su enfoque en el management. En este orden de ideas la gestión de riesgos operacionales se ha centrado en el diseño de procedimientos destinados a mitigar impactos adversos y asegurar el desempeño esperado (Becerra López, 2019, p.56).

Por otro lado, Aqlan & Lam, (2015) afirman que la gestión de riesgo es una disciplina que posibilita identificarlos de forma precisa para producir respuestas oportunas y efectivas que permitan mitigar su impacto y asegurar la continuidad operativa. Asimismo Pacheco López, (2009) afirma que el concepto de riesgo operacional ha estado presente desde el inicio de las actividades productivas y comerciales, teniendo claro que es inherente a su naturaleza. Para Osorio et al., (2017) el término hace referencia a la probabilidad de ocurrencia de eventos inesperados resultantes de las variaciones en las operaciones cotidianas.

Conviene subrayar que de acuerdo con Tsang et al., (2018) no existe una definición precisa sobre la gestión de riesgos en la cadena de suministro. Para Marmolejo-Gómez, (2020) varios autores han esbozado diversas etapas en la SCRM las cuales incluyen identificación, evaluación, priorización, modelamiento, mitigación, monitoreo (Berenji & Anantharaman, 2011; Giannakis & Louis, 2011; Elmsalmi & Hachicha, 2013). De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2020) la

cadena de suministro del aguacate en Colombia se organizó en 2008 e inició con 15 miembros. A continuación, en la Tabla 1, se muestra la organización de la misma:

Tabla 1. Organización de la cadena de aguacate en Colombia

Eslabón	Organizaciones
Producción	Asociación Hortofrutícola de Colombia ASOHOFrucol Federación Nacional de Productores de Aguacate FEDEAGUACATE Corporación de Productores y Exportadores de Aguacate Hass CORPOHASS
Transformación	Biocate Ltda Fresh Colombia SAS
Comercialización	Corporación de Productores y Exportadores de Aguacate HASS de Colombia CORPOHASS Grupo Empresarial Pacific Fruits Corporation SAS Wolf & Wolf Latin America S.A. Asociación de Productores de Aguacate del Oriente Antioqueño PROHASS Corporación de Abastos de Bogotá S.A. Corabastos Terravocado SAS
Consumo	Corporación de Abastos de Bogotá S.A. Corabastos Grandes superficies Mercado internacional
Entidades de apoyo	Insumos: Cámara Procultivos de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI, Profrutales Ltda. Investigación: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Universidad Nacional de Colombia, Corporación Colombia Internacional CCI. Públicas: Instituto Colombiano Agropecuario ICA; Agencia de Desarrollo Rural ADR; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; Colombia Productiva, Agencia Promotora del Turismo, la inversión extranjera en Colombia, las Exportaciones no minero energéticas y la Imagen del país Procolombia; Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (2020).

Asimismo, la Agri-Food Supply Chain (AFSC) o cadena de suministro en productos agroalimentarios según Shukla & Jharkharia (2013) abarca todas las acciones implicadas desde la producción hasta la entrega en fresco del producto. Teniendo en cuenta la complejidad implícita en la AFSC que a partir de factores como la naturaleza perecedera de los productos, las condiciones climáticas, las fluctuaciones en oferta y demanda, las variaciones en precios y la seguridad alimentaria (van der Vorst & Beulens, 2002) la hacen más intrincada que otros sistemas de suministro y logística.

METODOLOGÍA

El diseño metodológico abordado en esta investigación es cualitativo desde una perspectiva descriptiva. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014) “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido

a análisis” (p.92). Igualmente, el método deductivo permitió explicitar verdades particulares a partir de las verdades universales (Méndez Álvarez, 2012).

Durante el proceso de recopilación de la información, para el presente trabajo se utilizó la investigación documental. Conviene recalcar el uso de técnicas bibliométricas para garantizar la rigurosidad en la búsqueda de la información (Córdova Morán, 2024). Fueron considerados criterios de inclusión y exclusión en el proceso de identificación y análisis de las publicaciones académicas (Monsalve & Baquero, 2023). La Tabla 2 presenta los criterios de selección:

Tabla 2. Criterios selección documental

Parámetros	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Palabras clave	Los trabajos proporcionan información pertinente sobre temas relacionados con el aguacate, cadena de suministro, lógica difusa, logística empresarial.	Se excluyeron los que no cumplieron con las expectativas de la investigación.
Clase de publicación	Para asegurar la calidad se integraron publicaciones en revistas indexadas, libros, capítulos de libro, informes de sectores y datos de fuentes confiables.	Documentos que no cumplen con las condiciones establecidas.
Nación o país	Cualquiera.	No fueron consideradas variables de exclusión teniendo en cuenta su nacionalidad.
Idioma	Español e inglés.	Lenguas diferentes a las consideradas.

Fuente: Elaboración propia, con base en Monsalve & Baquero (2023).

En efecto estos criterios actuaron como filtros para la búsqueda en Web of Science, Scopus y Science Direct. Fueron seleccionados 73 documentos que se ordenaron de acuerdo con Marmolejo-Gómez (2020) así: Gestión de riesgo en cadenas de suministro, gestión de riesgo en transporte, riesgos en el transporte de frutas, herramientas aplicadas en la gestión del riesgo y tipos de riesgo.

En este estudio fueron utilizadas las herramientas, diagrama de Ishikawa, AHP difuso y la matriz de probabilidad e impacto. A continuación, se presentan las escalas de evaluación de impacto a partir de la información recopilada, la detección de los riesgos operacionales y la probabilidad de ocurrencia generada a partir del peso asignado por los expertos. De acuerdo con ICONTEC (2012) en las tablas 3 y 4 se detallan las escalas de evaluación de impacto y de probabilidad de ocurrencia:

Tabla 3. Nivel de valoración del impacto

	Nivel de impacto	Definición
5	Mortal o catastrófico	Pérdida Total del Producto
4	Muy grave	Daños Irreparables en el Producto
3	Grave	Daños Parciales en el Producto
2	Leve	Daños Reparables
1	Muy leve	Daños Indiferentes

Fuente: ICONTEC (2012)

Tabla 4. Nivel de valoración de probabilidad de ocurrencia

	Nivel de probabilidad de ocurrencia	Definición
5	Muy alto	Muy frecuente
4	Alto	Frecuente
3	Medio	A veces
2	Bajo	Casi nunca
1	Muy bajo	Nunca

Fuente: ICONTEC (2012)

Las ponderaciones de cada riesgo se determinaron mediante la matriz de probabilidad e impacto. En el proceso de priorización se tomaron en cuenta aquellos que obtuvieron el valor más alto, lo que los cataloga como inaceptables o que necesitan ser tratados. Todo esto estará condicionado a la valoración proporcionada por los especialistas. De acuerdo con Marmolejo-Gómez (2020) los rangos conformados y su tratamiento se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Ponderación y tratamiento de los riesgos

Rango de ponderación del riesgo	Tratamiento
Entre 1 y 3	No se requieren acciones correctivas.
Entre 4 y 7	Aconsejable continuar con los controles existentes.
Entre 8 y 14	Debe considerarse el tratamiento del riesgo.
Entre 15 y 25	El riesgo es considerado inaceptable.

Fuente: Elaboración propia, con base en Marmolejo-Gómez (2020)

La matriz construida a partir de la Guía para la identificación los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6. Matriz para valoración de los riesgos

Nivel de Riesgo		Nivel de Probabilidad				
		5	4	3	2	1
Nivel de Impacto	5	25	20	15	10	5
	4	20	16	12	8	4
	3	15	12	9	6	3
	2	10	8	6	4	2
	1	5	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia, con base en ICONTEC (2012)

Los riesgos que transitaron hacia la fase de priorización resultaron de las valoraciones de los expertos, consolidadas con las siguientes ecuaciones:

$$PORn = PROMEDIO PORn * \frac{\# \text{ de personas a las que el riesgo aplica}}{\# \text{ encuestados}} \quad (1)$$

$$NIRn = PROMEDIO NIRn * \frac{\# \text{ de personas a las que el riesgo aplica}}{\# \text{ encuestados}} \quad (2)$$

$$PRn = PORn * NIRn \quad (3)$$

Donde,

PORn = Probabilidad de ocurrencia de cada Rn

NIRn = Nivel de impacto de cada Rn

R = Riesgo número n (R1, R2, R3, Rn)

PRn = Peso del riesgo número n

Durante la etapa de evaluación y priorización se manejó la herramienta AHP bajo la lógica difusa, ya que, de acuerdo con González Jara (2018) facilita la inclusión de la incertidumbre vinculada a los criterios de los evaluadores y asegura una mayor exactitud en la clasificación de los riesgos. La clasificación de ellos se organizó en un esquema de jerarquía que incluía el objetivo principal y los riesgos especificados en la matriz de probabilidad e impacto. La escala lingüística existente se detalla en la Tabla 7:

Tabla 7. Importancia lingüística relativa

Escala lingüística para la importancia relativa	Escala difusa triangular	Recíproco de escala difusa triangular
Exactamente lo mismo	(1,1,1)	(1,1,1)
La misma importancia	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
Ligeramente importante	(1,3/2,2)	(1/2,2/3,1)
Importancia seria	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)
Más importante	(2,5/2,3)	(1/3,2/5,1/2)
Absolutamente importante	(5/2,3,7/2)	(2/7,1/3,2/5)

Fuente: Marmolejo-Gómez (2020)

Para la obtención del peso global de cada uno de los riesgos y proceder a su priorización, organizados de mayor a menor se utilizó la siguiente ecuación:

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (4)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio documental realizado facilitó la detección de 5 riesgos operativos en la cadena de suministro.

Estos se exponen a continuación en la Tabla 8:

Tabla 8. Tipo de riesgos asociados en la cadena de suministro del aguacate

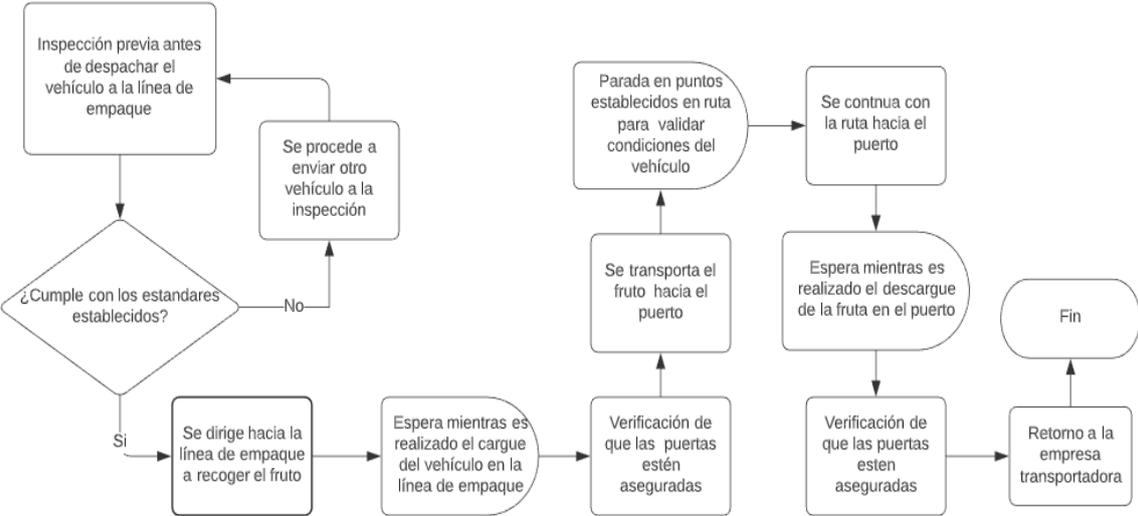
Tipo de riesgo	Autores	Descripción
Mecánicos (RM)	(Asociación Chilena de Seguridad ACHS, 2012); (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, 2012); (Osorio et al., 2017).	Puede originarse por caída de estibas, colisiones, volcamiento de montacargas, accidentes en el trayecto vial y ausencia de medidas de precaución por los conductores.
Físicos (RF)	(FAO, 2005) (PROCOLOMBIA, 2016).	Riesgos de contaminación como resultado de desperdicios de cargas anteriores.
Químicos (RQ)	(FAO, 2005).	Los riesgos asociados al almacenamiento y transporte contienen el probable contacto de la fruta con sustancias químicas, la acumulación de residuos en contenedores y la inadecuada gestión del acopio en cámaras de refrigeración.
Sociales, económicos y medioambientales (RSEM)	(Osorio et al., 2017); (Ekwall y Lantz, 2018); (Kumar Dadsena et al., 2019a).	Riesgos causados por el transporte en el entorno laboral, la contaminación y congestión, entre otras causas.
De entrega (RE)	(Osorio et al., 2017); (Kumar Dadsena et al., 2019b).	En el lugar de recogida los riesgos pueden incluir la congestión del tráfico, las fallas con los equipos y la ausencia de conductor disponible.

Fuente: Elaboración propia, con base en Marmolejo-Gómez (2020)

Con respecto a la bibliografía estudiada se consideraron para la elaboración de una encuesta la operación del traslado del aguacate y la verificación de los riesgos. La misma fue aplicada al gerente de logística y al director de operaciones de dos empresas transportadoras, como también a un especialista en transporte secundario de aguacate Hass desde la línea de empaque hasta el puerto de Buenaventura en el pacífico colombiano, en el departamento del Valle del Cauca.

Así pues, el aporte y respaldo de los expertos permitió la caracterización y diseño del proceso lineal del transporte secundario de la fruta hasta el puerto colombiano. El diagrama de flujo indicado se puede apreciar en la figura 1. Asimismo, es importante precisar que la manipulación de la fruta no la realizan los transportadores. El cargue es realizado por el equipo de línea de empaque y el descargue lo ejecutan operarios asignados en el puerto.

Figura 1. Diagrama de flujo lineal de transporte de aguacate Hass hacia Buenaventura - Colombia



Fuente: Marmolejo-Gómez (2020)

La descripción de los procesos en el diagrama se realiza a continuación en la Tabla 9:

Tabla 9.Procesos descritos del diagrama de flujo lineal en transporte de aguacate Hass

Procesos	Descripción
Inspección previa del vehículo antes de despacho a línea de empaque	Revisar antes de enviar el vehículo a la línea de empaque, las condiciones del mismo que incluye el sistema de refrigeración, condiciones de limpieza, libre de olores y sin filtraciones en las puertas. Adicional es necesario hacer una prueba de preenfriamiento para garantizar temperatura y flujos requeridos. También se revisan frenos, neumáticos y cabina para asegurar el óptimo estado para el transporte.
Envío del vehículo a línea de empaque	Verificar las disposiciones definidas para la recolección de la fruta en la línea de empaque.
Verificación de aseguramiento de las puertas antes de salir al puerto	Garantizar que las talanqueras estén aseguradas adecuadamente, evitando fugas y/o desbordamiento de la carga en el transporte.
Transporte del fruto al puerto.	Trasladar el producto al puerto, una vez verificadas las condiciones de seguridad.
Control en puntos de validación de las condiciones del vehículo	Verificar en el punto de control establecido el estado general del vehículo y las condiciones de refrigeración. Una vez confirmadas las condiciones óptimas el tránsito hacia el puerto continúa.
Validación de cierre de puertas antes de partir hacia el punto de origen	Al finalizar la descarga del producto, es indispensable el correcto aseguramiento de las talanqueras del vehículo para prevenir cualquier incidente.
Retorno a la empresa transportadora	Revisar integralmente el vehículo para garantizar su adecuado funcionamiento y seguridad durante su regreso.

Fuente: Elaboración propia, con base en Marmolejo-Gómez (2020)

Como resultado de la información bibliográfica recaudada y la suministrada por los expertos se compilaron 24 riesgos potenciales en el transporte, los cuales fueron tratados en la matriz de probabilidad e impacto con el propósito de priorizar su ocurrencia y nivel de impacto. Los resultados se presentan en la Tabla 10:

Tabla 10.Riesgos potenciales

Riesgos	Factor de riesgo	Sub-factores de riesgo	Valor aproximado	Nivel de riesgo
8	RF	Riesgo por ruptura en la cadena de frío	12	Tratamiento de riesgo
23	RE	Riesgo por contaminación de narcotráfico	10	Tratamiento de riesgo
14	RSEM	Riesgo por paros, huelgas, manifestaciones	9	Tratamiento de riesgo
15	RSEM	Riesgo por desastres en las vías	9	Tratamiento de riesgo
20	RE	Riesgo por demoras por inspección de las autoridades	8	Tratamiento de riesgo
4	RM	Riesgo de volcamiento	7	Mantener controles
5	RM	Riesgo por fallas técnicas en los vehículos	7	Mantener controles
1	RM	Riesgo de caída del aguacate dentro del vehículo	6	Mantener controles

17	RE	Riesgo por congestión de tráfico	5	Mantener controles
12	RSEM	Riesgo de robo de carga	4	Mantener controles
16	RE	Riesgo por problema en el punto de recogida	4	Mantener controles
3	RM	Riesgo por golpes	3	No hacer nada
6	RM	Riesgo por impericia de los conductores	3	No hacer nada
7	RF	Riesgo por residuos de cargas anteriores en los contenedores refrigerados	3	No hacer nada
13	RSEM	Riesgo por entorno laboral	2	No hacer nada
18	RE	Falta del conductor	2	No hacer nada
9	RQ	Riesgo por desinfectantes	1	No hacer nada
19	RE	Errores en los despachos y envíos a zonas equivocadas o empresas equivocadas	1	No hacer nada
21	RE	Riesgo por mala comunicación entre el dueño y el transportador	1	No hacer nada
22	RE	Riesgo por problemas en la documentación del vehículo	1	No hacer nada
24	O	Riesgo por acceso a las fincas donde se carga la fruta (90% carga de finca en muelles)	1	No hacer nada

Fuente: Marmolejo-Gómez (2020)

Como resultado de la aplicación de la herramienta multicriterio AHP Fuzzy, de acuerdo con los criterios establecidos en la escala sugerida por la metodología, fueron priorizados los riesgos operacionales en el transporte de aguacate Hass desde la línea de empaque el puerto de Buenaventura. A continuación, se presentan en la Tabla 11:

Tabla 11. Riesgos operacionales priorizados

Nombre del riesgo	Riesgos (Rn)	Valoración	Porcentaje (%)
Riesgo por contaminación de narcotráfico	R5	0,402	40,19
Riesgo por ruptura en la cadena de frío	R1	0,260	26
Riesgo por paros, huelgas, manifestaciones	R3	0,118	11,77
Riesgo por desastres en las vías	R2	0,116	11,63
Riesgo por demoras por inspección de las autoridades	R4	0,104	10,40

Fuente: Elaboración propia, con base en Marmolejo-Gómez (2020)

En conclusión, los riesgos críticos en la actividad se encuentran relacionados con la posible contaminación por narcotráfico y la ruptura en la cadena de frío. Dichas situaciones representan un desafío importante por los efectos que se pueden derivar, tales como la confiscación de la carga, los

daños o deterioro de la fruta con la consecuente pérdida de valor, el incremento adicional de costos para el productor y el transportador, el efecto negativo en la reputación de los actores de la cadena de suministro y los problemas de seguridad que comprometerían al transportador.

CONCLUSIONES

La investigación permitió la identificación de 24 riesgos operacionales asociados con la actividad, de los mismos se consideraron 21 para el análisis. Del total se obtuvo que el 21% de los riesgos requieren tratamiento específico, el 24% deben mantenerse bajo control siguiendo las medidas existentes y el restante 55% no requeriría acciones específicas. El estudio permitió clasificar tres categorías principales de riesgos transversales: físicos (RF); sociales, económicos y ambientales (RSEM), y los relacionados con la entrega del producto.

La herramienta multicriterio AHP Fuzzy permite una evaluación más objetiva y adaptable puesto incorpora la subjetividad de las percepciones de los participantes, la valoración relativa de los riesgos dentro de la Supply Chain y su interdependencia. Esto garantiza mayor integralidad y coordinación en la SCRM. Igualmente destaca la inclusión de criterios diversos claves para la evaluación multicriterial como la calidad, frescura, mantenimiento de la cadena de frío y aspectos logísticos.

Conviene decir que la metodología utilizada integra eficientemente datos cualitativos y cuantitativos lo que optimiza el análisis y la toma de decisiones en contextos complejos. Los hallazgos demostraron su eficiencia y flexibilidad al posibilitar la integración entre el juicio de los expertos y el examen de la información documental. Con ello se demuestra que se permite un razonamiento de la incertidumbre más realista y adaptable a las condiciones mutantes de la cadena de suministro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). A fuzzy-based integrated framework for supply chain risk assessment.

International Journal of Production Economics, 161, 54-63.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.013>

Asociación Chilena de Seguridad ACHS. (2012). Prevención de riesgos en empresas de transporte y almacenamiento. [https://www.achs.cl/docs/librariesprovider2/empresa/centro-de-](https://www.achs.cl/docs/librariesprovider2/empresa/centro-de-fichas/trabajadores/prevencion-de-riesgos-en-empresas-de-transporte-y-almacenamiento.pdf?sfvrsn=ad2c8ea9_0)

[fichas/trabajadores/prevencion-de-riesgos-en-empresas-de-transporte-y-almacenamiento.pdf?sfvrsn=ad2c8ea9_0](https://www.achs.cl/docs/librariesprovider2/empresa/centro-de-fichas/trabajadores/prevencion-de-riesgos-en-empresas-de-transporte-y-almacenamiento.pdf?sfvrsn=ad2c8ea9_0)



- Asohofrucol. (2013). Plan de negocios de aguacate. Programa de transformación productiva. [Elaboración y acompañamiento del Plan de Negocios para el Sector Hortofrutícola en Colombia. FASE IV. Plan de Negocio Aguacate].
<https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=e01dd29a-f87e-4229-97aa-1135f9734180>
- Becerra López, K. (2019). Modelo de cuantificación del riesgo logístico en el proceso de gestión de abastecimiento en empresas de servicio. Caso: Pyme del sector gastronómico Macrosnacks de Santiago de Cali. [Autónoma de Occidente].
<https://red.uao.edu.co/entities/publication/1c7308d0-d5dc-4d57-a580-c01c337f7bc5>
- Berenji, H. R., & Anantharaman, R. N. (2011). Supply Chain Risk Management: Risk Assessment in Engineering and Manufacturing Industries. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 2(6). <http://www.ijimt.org/papers/175-S00015.pdf>
- Colicchia, C., & Strozzi, F. (2012). Supply chain risk management: A new methodology for a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(4), 403-418.
<https://doi.org/10.1108/13598541211246558>
- Córdova Morán, M. (2024). Los beneficios de la inteligencia artificial en el desarrollo de actividades contables: Una revisión de la literatura reciente (últimos 10 años): The benefits of artificial intelligence in the development of accounting activities: a review of recent literature (last 10 years). *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(6), Article 6.
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3085>
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2016). Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia (p. 48).
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Pérdida%20y%20desperdicio%20de%20alimentos%20en%20colombia.pdf>
- Ekwall, D., & Lantz, B. (2018). The use of violence in cargo theft – a supply chain disruption case. *Journal of Transportation Security*, 11(1), 3-21. <https://doi.org/10.1007/s12198-018-0186-0>
- Elmsalmi, M., & Hachicha, W. (2013). Risks prioritization in global supply networks using MICMAC method: 2013 International Conference on Advanced Logistics and Transport, ICALT 2013.



- 2013 International Conference on Advanced Logistics and Transport, ICALT 2013, 394-399.
<https://doi.org/10.1109/ICAdLT.2013.6568491>
- FAO. (2005). Manual de almacenamiento y materia de inocuidad. Manejo de alimentos para agricultores. FAO.
- Giannakis, M., & Louis, M. (2011). A multi-agent based framework for supply chain risk management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(1), 23-31.
<https://doi.org/10.1016/j.pursup.2010.05.001>
- González Jara, F. I. (2018). Metodología multicriterio para mejorar el servicio en gasolineras y/o estaciones de servicio [Universidad de Concepción - Chile].
http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3332/4/Tesi_Metodologia_multicreterio_para_mejorar_el_servicio.Image.Marked.pdf
- Hartmut, S., & Kilger, C. (2008). *Supply Chain Management and Advanced Planning Concepts, Models, Software, and Case Studies (Fourth Edition)*. Springer.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-74512-9?page=1#book-header>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (Sexta edición)*. McGraw-Hill Educación.
- ICONTEC. (2012). *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional*. ICONTEC.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6034/ParraCuestaDianaMarcelaVasquezVeraErikaVanessa2016-AnexoA.pdf;jsessionid=C1E8D9F4A704316FC33E23D139D37962?sequence=2>
- Kumar Dadsena, K., Sarmah, S. P., & Naikan, V. N. A. (2019a). Risk evaluation and mitigation of sustainable road freight transport operation: A case of trucking industry. *International Journal of Production Research*, 57(19), 6223-6245. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1578429>
- Kumar Dadsena, K., Sarmah, S. P., & Naikan, V. N. A. (2019b). Risk evaluation and mitigation of sustainable road freight transport operation: A case of trucking industry. *International Journal of Production Research*, 57(19), 6223-6245. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1578429>
- Manuj, I., & Mentzer, J. T. (2008). Global supply chain risk management strategies. *International*

Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38(3), 192-223.

<https://doi.org/10.1108/09600030810866986>

Marmolejo-Gómez, C. F. (2020). Propuesta metodológica de gestión de riesgos para el transporte de aguacate Hass desde la línea de empaque hasta los puertos en el Valle del Cauca [Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/eb9a8d34-5443-44cf-93eb-6b8a266609d4/content>

Méndez Álvarez, C. E. (2012). Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. (Cuarta edición). Limusa.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. (2020). Cadena productiva Aguacate.

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Monsalve, D. B., & Baquero, J. E. G. (2023). Gobierno y desempeño institucional en las IES: Caso de la Universidad de Santander. *ECONÓMICAS CUC*, 44(1), Article 1.

<https://doi.org/10.17981/econcuc.44.1.2023.Org.6>

Osorio, J. C., Manotas, D. F., & Rivera, L. (2017). Priorización de Riesgos Operacionales para un Proveedor de Tercera Parte Logística—3PL. *Información tecnológica*, 28(4), 135-144.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400016>

Pacheco López, D. (2009). Riesgo operacional: Conceptos y mediciones. Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras - Chile. https://www.cmfchile.cl/portal/estadisticas/617/articles-39993_doc_pdf.pdf

Paredes-Rodríguez, A. M., Chud-Pantoja, V. L., & Peña-Montoya, C. C. (2022). Gestión de riesgos operacionales en cadenas de suministro agroalimentarias bajo un enfoque de manufactura esbelta. *Información tecnológica*, 33(1), 245-258. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000100245>

PROCOLOMBIA. (2016). Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia.

Qazi, A., & Akhtar, P. (2020). Risk matrix driven supply chain risk management: Adapting risk matrix based tools to modelling interdependent risks and risk appetite. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 105351. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.08.002>



Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (2012). Producción de aguacates.

<http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/2/02-aguacate/contexto-4.html>

Shukla, M., & Jharkharia, S. (2013). Agri-fresh produce supply chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(2), 114-158. <https://doi.org/10.1108/01443571311295608>

Tsang, Y. P., Choy, K. L., Wu, C. H., Ho, G. T. S., Lam, C. H. Y., & Koo, P. S. (2018). An Internet of Things (IoT)-based risk monitoring system for managing cold supply chain risks. *Industrial Management & Data Systems*, 118(7), 1432-1462. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2017-0384>

Uribe, S. C., & Salazar Medina, N. F. (2022). Enfoque de riesgos en la gestión de la cadena de suministros en el sector industrial. *Ingeniería Industrial*, 279-296. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2022.n.5812>

van der Vorst, J. G. A. J., & Beulens, A. J. M. (2002). Identifying sources of uncertainty to generate supply chain redesign strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(6), 409-430. <https://doi.org/10.1108/09600030210437951>

