

Artículo de Investigación

Tendencias de Investigación en las Cadenas de Suministro de Frutales: Un Análisis Basado en Revisión de Mapeo

Research Trends in Fruit Supply Chains: A Mapping Review Analysis

Yazmid Adriana Carrillo Barbosa: Corporación Universitaria de Asturias, Colombia.
yazmid.carrillo@asturias.edu.co

Fecha de Recepción: 29/05/2024

Fecha de Aceptación: 06/08/2024

Fecha de Publicación: 08/10/2024

Cómo citar el artículo

Carrillo-Barbosa, Y.A. (2024). Tendencias de Investigación en las Cadenas de Suministro de Frutales: Un Análisis Basado en Revisión de Mapeo [Research Trends in Fruit Supply Chains: A Mapping Review Analysis]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-17.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-985>

Resumen

Introducción: En un mundo globalizado con alta demanda de alimentos frescos, las cadenas de suministro son esenciales para la economía agrícola, especialmente en el sector frutícola, que representa el 22% de la producción agrícola mundial. La naturaleza perecedera de las frutas requiere logística eficiente y condiciones óptimas de almacenamiento. **Metodología:** Se utilizó una revisión bibliográfica de mapeo con una metodología sistemática que incluyó la planificación, búsqueda de evidencia, selección de estudios, codificación de datos y visualización de hallazgos. Se emplearon herramientas como Zotero y técnicas bibliométricas para el análisis. **Resultados:** Los resultados destacan la importancia de la sostenibilidad, la reducción del desperdicio de alimentos y la resiliencia en las cadenas de suministro frutícolas. La investigación refleja un creciente interés en la gestión eficiente y sostenible, en respuesta a desafíos globales como el cambio climático y la seguridad alimentaria. **Discusión:** La optimización de las cadenas de suministro frutícolas se centra en mejorar la logística y reducir el desperdicio, en línea con las tendencias globales que exigen prácticas más sostenibles en la agricultura. **Conclusiones:** La sostenibilidad y la gestión eficiente son clave para enfrentar los desafíos del cambio climático y asegurar la resiliencia y seguridad alimentaria en el sector frutícola.

Palabras clave: cadenas de suministro; especies frutales; comercio internacional; revisión de mapeo; sostenibilidad; logística; desperdicio de alimentos; resiliencia.

Introduction: In a globalized world with high demand for fresh food, supply chains are essential to the agricultural economy, especially in the fruit sector, which accounts for 22% of global agricultural production. The perishable nature of fruits requires efficient logistics and optimal storage conditions. **Methodology:** A mapping literature review was used with a systematic methodology that included planning, evidence search, study selection, data coding and visualization of findings. Tools such as Zotero and bibliometric techniques were used for analysis. **Results:** The results highlight the importance of sustainability, food waste reduction and resilience in fruit supply chains. The research reflects a growing interest in efficient and sustainable management in response to global challenges such as climate change and food security. **Discussion:** Optimization of fruit supply chains focuses on improving logistics and reducing waste, in line with global trends calling for more sustainable practices in agriculture. **Conclusions:** Sustainability and efficient management are key to meeting the challenges of climate change and ensuring resilience and food security in the fruit sector.

Keywords: supply chains; fruit species; international trade; mapping review; sustainability; logistics; food waste; resilience.

1. Introducción

En un mundo globalizado con alta demanda de alimentos frescos y de calidad, las cadenas de suministro son cruciales en la economía agrícola. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el sector frutícola representa el 22% del valor total de la producción agrícola mundial, con una producción que alcanzó aproximadamente 1,2 mil millones de toneladas en 2020 (FAO, 2020).

En 2022, la producción mundial de frutas alcanzó aproximadamente 936 millones de toneladas métricas, distribuidas de manera diversa entre los continentes. Según los datos más recientes de la FAO, Asia lidera la producción global, contribuyendo con cerca de 540 millones de toneladas métricas, lo que representa aproximadamente el 57,7% del total mundial. Este alto volumen se debe principalmente a la significativa producción de países como China e India, que son grandes consumidores y exportadores de frutas. En segundo lugar, América Latina y el Caribe produjeron alrededor de 138 millones de toneladas métricas, representando el 14,7% del total. Como se mencionó anteriormente, Brasil y México son los mayores productores en esta región. África, con su creciente sector agrícola, aportó aproximadamente 95 millones de toneladas métricas, lo que equivale al 10,1% de la producción mundial. La diversidad climática y de cultivos de países como Nigeria y Egipto contribuye a este volumen significativo. Europa produjo alrededor de 85 millones de toneladas métricas, representando el 9,1% de la producción global. Esta región incluye a países como España e Italia, conocidos por su producción de frutas mediterráneas.

Por último, América del Norte, con una producción de aproximadamente 65 millones de toneladas métricas, contribuye con el 6,9% del total mundial. Estados Unidos y Canadá son los principales productores en esta región. Oceanía, aunque con una contribución menor en comparación con otros continentes, produjo alrededor de 13 millones de toneladas métricas, lo que representa aproximadamente el 1,4% del total mundial. Australia y Nueva Zelanda son los principales países productores en esta región (Faostat, 2024).

La fruticultura ha experimentado un notable crecimiento como actividad económica a nivel global. Este incremento se debe a varios factores, incluyendo una mayor demanda de

productos frescos y nutritivos, la diversificación agrícola, y el aumento de ingresos para los agricultores. El sector hortícola, que incluye la fruticultura, se ha convertido en un componente clave de las economías de muchos países, no solo por su contribución a la seguridad alimentaria y nutricional, sino también por su impacto en la generación de ingresos y empleo. La exportación de frutas ha experimentado un crecimiento significativo, fortaleciendo así las economías de los países en desarrollo (FAO, 2023).

Además, la fruticultura desempeña un papel crucial en la mejora de la seguridad alimentaria y la nutrición, al diversificar las dietas y proporcionar micronutrientes esenciales. Esto es especialmente importante en regiones donde la inseguridad alimentaria y las deficiencias nutricionales son prevalentes (FAO, 2020; FAO, 2023).

En cuanto a la sostenibilidad, la fruticultura enfrenta el desafío de equilibrar la necesidad de incrementar la producción con la conservación de recursos naturales. La adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como el manejo integrado de plagas y el uso eficiente del agua, es esencial para la viabilidad a largo plazo del sector (Adeyinka *et al.*, 2023; Uthairatanakij *et al.*, 2023). Además, la presión para reducir el uso de productos químicos y minimizar la huella de carbono ha llevado a un aumento en la investigación sobre métodos de producción orgánica y técnicas de cultivo regenerativo (Palumbo *et al.*, 2022; FAO, 2023). Estas prácticas buscan no solo disminuir el impacto ambiental, sino también mejorar la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agrícolas, promoviendo la biodiversidad y mejorando la salud del suelo (Phorbee *et al.*, 2023; Uthairatanakij *et al.*, 2023).

Debido a la naturaleza perecedera de las frutas, se requieren logística eficiente y condiciones óptimas de almacenamiento y transporte, lo que ha generado un interés creciente en optimizar estas cadenas desde la sostenibilidad y la reducción del desperdicio (Castro Moura Duarte *et al.*, 2024; Sharma *et al.*, 2023). Aproximadamente el 33% de los alimentos producidos para consumo humano se pierde debido al deterioro postcosecha, con frutas y verduras representando el segundo grupo con mayores pérdidas (alrededor del 22%), solo superado por raíces, tubérculos y cultivos oleaginosos. Esta alta tasa de pérdida se atribuye a la naturaleza altamente perecedera de estos productos, lo que resalta la necesidad de tecnologías de conservación eficientes (Palumbo *et al.*, 2022).

Para abordar estos desafíos, es esencial tener en cuenta la sostenibilidad y la reducción del desperdicio en cada etapa de la cadena de suministro. Según un estudio sobre las cadenas de suministro de frutas frescas, la gestión eficiente implica el manejo adecuado, almacenamiento óptimo y transporte efectivo para minimizar las pérdidas (Adriaanse y Rensleigh, 2013; Gavel e Iselid, 2008; Mongeon y Paul-Hus, 2016).

Las cadenas de suministro de frutas y vegetales frescos son esenciales para la economía global y la salud pública, destacando su importancia en la reducción del hambre y la malnutrición, así como en la mitigación de los impactos ambientales y económicos (Cassani y Gomez-Zavaglia, 2022; Tort *et al.*, 2022).

Joshi *et al.* (2023) destacan la importancia económica de las cadenas de suministro de frutas, que conectan a los productores con los consumidores y juegan un papel crucial en la estabilidad social, especialmente durante crisis como la pandemia de COVID-19. Estas cadenas enfrentan pérdidas significativas durante las etapas de cosecha y postcosecha debido a la falta de infraestructuras adecuadas y a técnicas de manejo deficientes, lo cual impacta tanto en la calidad como en la seguridad alimentaria (Cassani y Gomez-Zavaglia, 2022; Rejeb *et al.*, 2021).

Además, la logística y la distribución presentan desafíos críticos, incluyendo la gestión eficiente de la cadena de frío y la distribución, aspectos fundamentales para mantener la calidad de los productos frescos (Tort *et al.*, 2022).

Las innovaciones tecnológicas han sido un motor clave para mejorar la eficiencia de las cadenas de suministro de frutales. La implementación de tecnologías avanzadas de conservación, como el uso de atmósferas modificadas y recubrimientos comestibles, ha demostrado ser efectiva para prolongar la vida útil de las frutas y reducir las pérdidas. Además, el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC), como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de big data, ha permitido una mejor gestión de la logística y la trazabilidad a lo largo de la cadena de suministro (Palumbo *et al.*, 2022). Estas herramientas permiten un monitoreo continuo y optimización del flujo de productos, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos mediante el seguimiento en tiempo real de la ubicación y el estado de los productos (Malik *et al.*, 2023; Ngcobo *et al.*, 2023).

El análisis de las tendencias actuales en las cadenas de suministro de frutales revela varias áreas de investigación emergentes. Una de ellas es la creciente necesidad de investigación sobre el desarrollo de mercados inclusivos y justos para los pequeños agricultores. La globalización y la consolidación de los mercados pueden desplazar a los pequeños productores, que a menudo carecen de acceso a los recursos y mercados necesarios para competir. Investigaciones futuras podrían explorar modelos de negocio y políticas que faciliten la inclusión de pequeños agricultores en las cadenas de suministro globales, promoviendo así un desarrollo más equitativo y sostenible (FAO, 2020).

Además, el cambio climático, con su variabilidad y fenómenos extremos, plantea desafíos significativos para la estabilidad en la producción y distribución de frutas, lo que requiere sistemas de predicción y adaptación eficaces (FAO, 2023). Por otro lado, la adopción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el blockchain puede mejorar la eficiencia, trazabilidad y transparencia a lo largo de la cadena de suministro, garantizando la autenticidad y seguridad de los productos desde la producción hasta el consumidor final (Kamilaris *et al.*, 2019).

Las cadenas de suministro de frutales desempeñan un papel crucial en la economía global y en la seguridad alimentaria, al conectar a productores con consumidores a través de complejos sistemas logísticos. Sin embargo, estas cadenas enfrentan numerosos desafíos, desde problemas de distribución y pérdidas postcosecha hasta variabilidad en la calidad y seguridad de los productos. Considerando el contexto detallado, es imperativo realizar una revisión exhaustiva que permita consolidar los hallazgos existentes, enfocándose en la caracterización de las cadenas de suministro de especies frutales y las actuales tendencias de investigación asociadas. Este artículo tiene como objetivo explorar las tendencias de estudio en las cadenas de suministro de frutales mediante una revisión de mapeo, identificando las áreas clave de investigación y los vacíos existentes en la literatura. Este enfoque permitirá una comprensión más profunda de las dinámicas involucradas y ofrecerá una guía para futuras investigaciones en este campo, asegurando que se aborden las necesidades emergentes y se aprovechen las oportunidades de innovación dentro del sector.

En las siguientes secciones, se detallarán las principales áreas de investigación, las innovaciones recientes y sus implicaciones prácticas y teóricas. Este análisis no solo es relevante para académicos e investigadores, sino también para empresarios y formuladores de políticas que buscan mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las cadenas de suministro de frutales.

2. Metodología

Para lograr los objetivos propuestos, se implementó una metodología de revisión de mapeo que involucró la selección sistemática de estudios relevantes, seguida de su clasificación y análisis. Este enfoque abarcó diversas etapas, incluyendo: planificación, búsqueda de evidencia, selección de estudios, codificación de datos, descripción y visualización de hallazgos. Cada paso aporta a una estructuración sistemática de la revisión, desde el registro del protocolo en plataformas internacionales hasta la selección meticulosa de estudios, basada en criterios de inclusión detallados y el uso de herramientas como Zotero para evitar duplicados. En cuanto a la visualización de datos, se utilizaron técnicas bibliométricas para identificar las tendencias emergentes.

Las revisiones de mapeo, también conocidas como revisiones de alcance, son metodologías robustas que permiten una visión integral del campo de estudio. Estas revisiones se utilizan para mapear el paisaje temático de la investigación, identificar las áreas predominantes y destacar aquellas que requieren mayor atención (Lis *et al.*, 2020). A través de este enfoque, se pueden identificar tendencias emergentes como la adopción de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles que están transformando las cadenas de suministro de frutales (Campbell *et al.*, 2023; Demirel, 2022).

La metodología de revisión sistemática se emplea para mapear las investigaciones actuales, identificando áreas emergentes y vacíos en la literatura. Este enfoque permite una visión integral del campo y resalta la importancia de adoptar prácticas sostenibles y tecnologías avanzadas (Castro Moura Duarte *et al.*, 2024; Rejeb *et al.*, 2021).

Para cumplir con el objetivo de este estudio, se implementó una revisión de mapeo, que se caracteriza por ser un método sistemático y riguroso para identificar, describir y clasificar la evidencia y los vacíos de conocimiento en un campo específico (Campbell *et al.*, 2023). Este tipo de revisiones se organiza en dos partes principales. La primera parte aborda la visualización gráfica de metadatos de artículos y datos obtenidos de bases de datos, con el fin de destacar tendencias como las revistas más citadas, los temas más investigados y la colaboración entre autores y países. Esta visualización ayuda a identificar patrones y agrupaciones en la literatura, facilitando a los investigadores la detección de áreas bien exploradas y aquellas que aún necesitan mayor investigación (Khalil y Tricco, 2022). La segunda parte se concentra en la síntesis cualitativa de la información recopilada, lo que implica la extracción y agregación de datos para identificar conceptos clave, teorías predominantes, métodos de investigación habituales y hallazgos significativos (Khalil y Tricco, 2022). A continuación, se describen las etapas seguidas para llevar a cabo la revisión de mapeo, basándose en el enfoque de Salamá *et al.* (2017).

La búsqueda de evidencia se realizó en SCOPUS entre mayo y junio de 2024. Esta base de datos fue seleccionada por su cobertura amplia y prestigio, utilizando una ecuación de búsqueda con operadores booleanos y símbolos truncados. A continuación, se presenta la ecuación de búsqueda teórica.

TITLE-ABS-KEY (“supply chains” OR “logistics” OR “supply network”) AND (“fruit species” OR “fruit crops” OR “fruit production” OR “fruit farming”).

La ecuación se basó en palabras clave de estudios previos sobre cadenas de suministro de especies frutales. La búsqueda se limitó al periodo entre 2014 a 2024.

Para la selección de estudios, se establecieron los siguientes criterios de inclusión: relación directa con la temática abordada: cadenas de suministro de productos agrícolas, producción y gestión de especies frutales, adicionalmente, documentos revisados por pares en EBSCO, y disponibilidad de los documentos en inglés, portugués o español. Se eliminaron duplicados con la herramienta Zotero y se revisaron títulos, resúmenes y palabras clave para asegurar que los artículos cumplieran con los criterios establecidos. Esta revisión fue realizada por dos pares, con un tercero evaluando discrepancias. Finalmente, se realizó una lectura detallada de los documentos seleccionados.

Se llevó a cabo la extracción manual y automatizada de metadatos. La extracción manual se centró en las secciones de metodología, resultados y discusión para entender cómo cada estudio abordaba el funcionamiento de las cadenas de suministro en especies frutales. La extracción automatizada de los metadatos como tipo de documento, año, autores, título, resumen y palabras clave, entre otros campos que almacenan los archivos “.ris” fueron descargados de las bases de datos. Toda la información se organizó en una base de datos estructurada para su análisis eficiente.

Para estructurar este artículo de investigación, se formularon cuatro preguntas clave que orientan el estudio:

- P1. ¿Cómo ha evolucionado el estudio de las cadenas de suministro en el sector de especies frutales?
- P2. ¿Cuáles son las áreas temáticas destacadas y las palabras clave principales identificadas en el estudio de las cadenas de suministro en el sector de especies frutales?
- P3. ¿Como se relacionan los principales autores en el estudio de las cadenas de suministro en el sector de especies frutales?
- P4. ¿Qué temas de investigación se abren a partir de los presentes resultados?

Esta estructura permite una organización clara y coherente del artículo, facilitando el análisis profundo de cada aspecto crítico en la investigación de las cadenas de suministro de especies frutales.

3. Resultados

Los hallazgos se describen y visualizan en tres etapas. La primera corresponde a la primera pregunta de investigación mediante un análisis bibliométrico que incluyó la tipología de documentos, la cantidad por año, las citas por año los autores más citados y las relaciones entre los principales autores. En la segunda etapa, se crearon mapas de relaciones de palabras clave y autores principales para responder a la segunda y tercera pregunta de investigación, a través del uso de la herramienta VOSviewer, identificando las relaciones temáticas en las cadenas de suministro y las especies frutales. En la tercera etapa, se respondió a la cuarta pregunta de investigación al identificar relaciones y áreas de estudio emergentes a partir del mapa de relaciones de palabras clave.

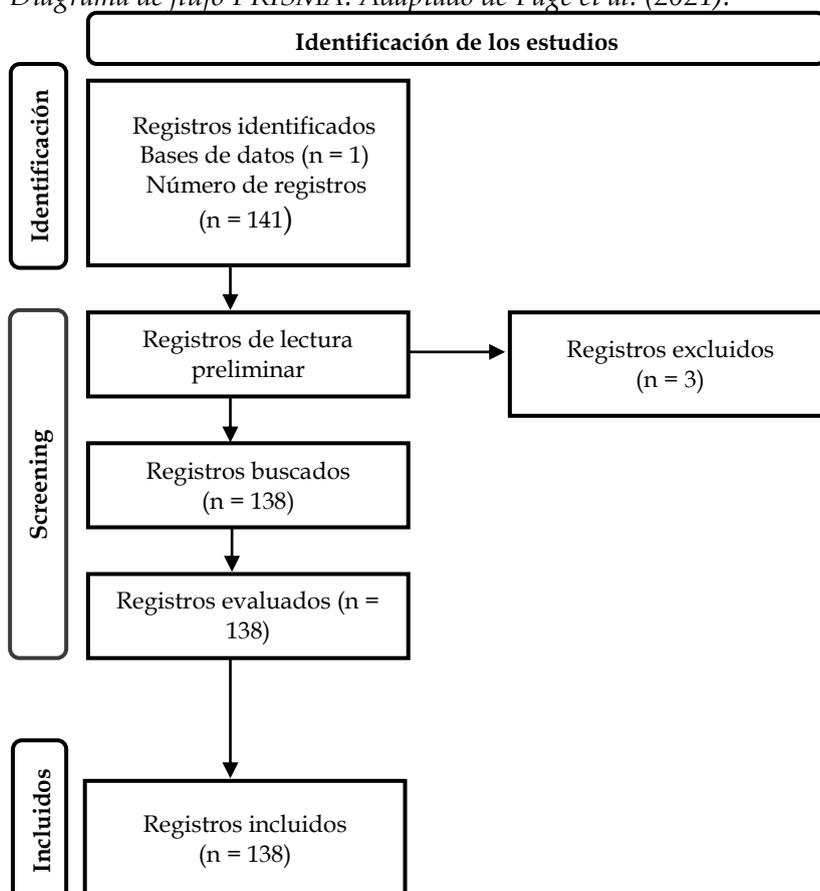
Tabla 1.
Número y tipología de documentos

Tipo de documento	Cantidad
Artículos	138
Libros	2
Capítulos de libro	1
Total	141

Fuente: Elaboración propia (2024).

La tabla 1 presenta una categorización de los diferentes tipos de documentos recopilados en el estudio, los cuales se utilizaron para analizar las tendencias de investigación en las cadenas de suministro de especies frutales. Se clasificó un total de 141 documentos en tres categorías: artículos, libros y capítulos de libro. Cada categoría se presenta junto con la cantidad correspondiente de documentos recopilados, proporcionando una visión clara de la distribución y predominancia de cada tipo de fuente en el contexto del análisis realizado.

Esta distribución resalta la predominancia de los artículos como principal fuente de información, mientras que los libros y capítulos de libro representan una menor proporción. Esta variabilidad en los tipos de documentos refleja la diversidad de fuentes consultadas y la riqueza del material disponible para el estudio.

Figura 1.
Diagrama de flujo PRISMA. Adaptado de Page et al. (2021).

Fuente: Elaboración propia (2024).

La figura 1 ilustra el proceso sistemático de identificación y selección de estudios para una revisión de mapeo sobre las tendencias de investigación en las cadenas de suministro de frutas. De los 141 registros identificados inicialmente en una base de datos, se excluyeron 3 durante la lectura preliminar, correspondientes a 2 libros y 1 capítulo de libro que se alejaban de la temática central explorada, resultando en 138 registros que fueron revisados y evaluados exhaustivamente. Finalmente, todos los 138 registros fueron incluidos en el estudio. Este proceso riguroso y transparente, con una tasa de exclusión muy baja, asegura la calidad y relevancia de los estudios seleccionados, subrayando la validez y fiabilidad de los hallazgos de la revisión.

A continuación, se abordaron las siguientes preguntas claves de investigación, de acuerdo con lo planteado:

P1. ¿Como ha sido la evolución del estudio de las cadenas de suministro en el sector de especies frutales?

Figura 2.

Conteo Total de Documentos por Año vs citas (x: año, y: cantidad publicaciones, z: cantidad citas)



Fuente: Elaboración propia (2024).

Dando respuesta a esta pregunta a partir de la información extraída de la figura 2, se observa un panorama positivo de crecimiento y reconocimiento en el campo de estudio. Las tendencias observadas indican un aumento en la producción científica y en el impacto de las investigaciones, sugiriendo un campo dinámico y en constante evolución. Se observa una variabilidad en el número de publicaciones anuales desde 2014 hasta 2024, con un aumento general en la producción científica. Se observan picos significativos en 2019, 2021 y 2022, siendo 2022 el año con el mayor número de publicaciones, mientras que 2016 presenta una caída notable. Este aumento en la productividad puede estar relacionado con un mayor interés en áreas de investigación específicas, incremento en la colaboración internacional y disponibilidad de más recursos. A pesar de la disminución en 2023 y 2024, el número de publicaciones sigue siendo alto, indicando una tendencia positiva a largo plazo. El aumento de las citas refleja un creciente reconocimiento y uso de las investigaciones publicadas en trabajos posteriores.

P3. ¿Como se relacionan los principales autores en el estudio de las cadenas de suministro en el sector de especies frutales?

Figura 4.

Autores más citados



Fuente: Elaboración propia (2024).

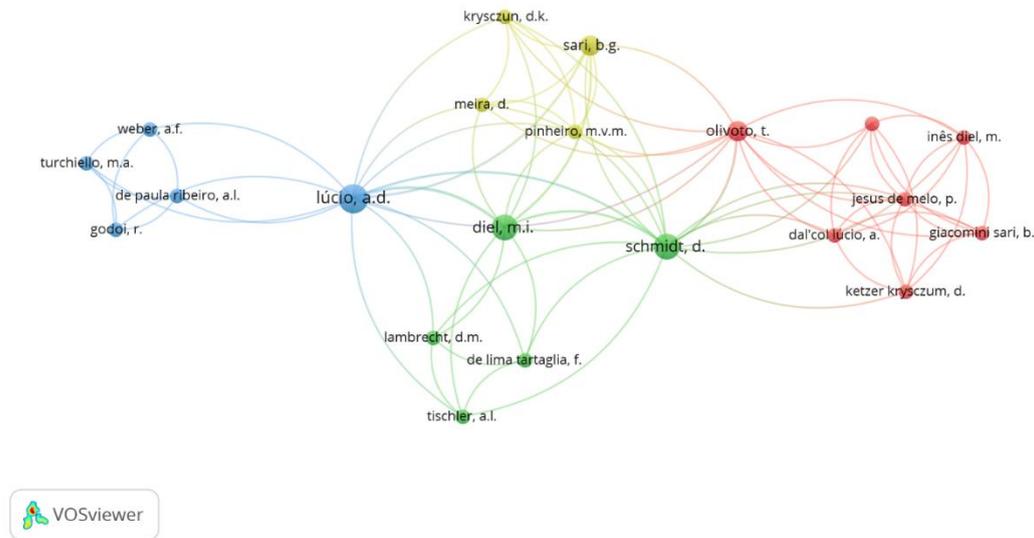
Las relaciones entre los principales autores de esta temática se presentan a través de la figura 4, que muestra un análisis bibliométrico de los autores más citados en el campo de estudio de las cadenas de suministro de especies frutales. Destaca los diez autores con el mayor número de citas, proporcionando una visión clara de su influencia y reconocimiento en la comunidad científica. La medición de las citas se expresa en el eje horizontal, mientras que los nombres de los autores se listan en el eje vertical. Este análisis es fundamental para identificar las contribuciones más significativas y los investigadores líderes en el área de estudio.

Estos autores han sido citados numerosas veces, lo que refleja la relevancia y el impacto de sus investigaciones en el campo. Este análisis ayuda a destacar las tendencias de investigación y los temas de interés predominantes, así como a identificar posibles colaboraciones y redes de investigación.

El alto número de citas de los autores mencionados sugiere que sus trabajos han sido ampliamente reconocidos y referenciados por otros investigadores, lo cual es indicativo de su contribución significativa a la literatura existente.

Figura 5.

Mapa de relaciones de los autores



Fuente: Elaboración propia (2024) a través de VOSviewer.

Dando continuidad al análisis, el mapa de relaciones entre autores (Figura 5) revela clústeres bien definidos y autores clave en cada grupo. Lúcio y Schmidt, destacan como nodos centrales en los clúster azul y verde, respectivamente, indicando su rol de liderazgo y frecuente colaboración dentro de sus grupos de investigación. El clúster rojo, con Olivoto, como nodo principal, y el clúster amarillo, muestran también colaboraciones estrechas entre sus miembros. Las conexiones entre diferentes clústeres sugieren oportunidades para la investigación interdisciplinaria, fomentando la sinergia y el intercambio de conocimientos.

P4. ¿Qué temas de investigación se abren a partir de los presentes resultados?

Estos resultados sugieren varios temas de investigación a partir de la interdependencia identificada entre tecnología, sostenibilidad, *marketing* y gestión de la cadena de suministro. Se podrían explorar el impacto de tecnologías avanzadas como IoT y *blockchain* en la sostenibilidad, así como estrategias de *marketing* eficaces para aumentar la aceptación de productos sostenibles. Además, la investigación podría centrarse en prácticas de gestión de la cadena de suministro que minimicen desperdicios y aseguren la seguridad alimentaria. La interrelación entre tecnología y marketing para promover la sostenibilidad y el uso de *big data* para desarrollar campañas personalizadas también son áreas prometedoras. Por último, la integración holística de sostenibilidad en empresas exitosas y modelos de negocio sostenibles merecen atención, ofreciendo directrices prácticas para fomentar un desarrollo más eficiente y sostenible en diversas industrias.

4. Discusión

La evolución del estudio de las cadenas de suministro de frutas ha sido significativa en los últimos años, marcada por una tendencia positiva en la cantidad de publicaciones y citas, lo cual indica un creciente interés y reconocimiento en este campo de estudio. Esta correlación sugiere que las investigaciones más recientes han tenido un impacto significativo en la comunidad científica, subrayando la importancia de seguir explorando esta área. Según los

datos de los autores más citados, el alto número de citas refleja que sus trabajos han sido fundamentales para avanzar en la comprensión del campo, resaltando la relevancia de sus contribuciones para la comunidad académica. Adicionalmente, en sus inicios la investigación se centró en aspectos básicos de la logística y la distribución, abordando temas como la optimización del transporte y el almacenamiento para reducir pérdidas postcosecha. Con el avance de la tecnología y el aumento de la conciencia ambiental, se ha observado un cambio hacia el desarrollo de soluciones sostenibles y resilientes.

La agricultura y la agroindustria enfrentan desafíos complejos que requieren enfoques multifacéticos para asegurar la sostenibilidad, eficiencia y productividad. Los estudios revisados se agrupan en clústeres temáticos que abordan la producción de frutas y tecnología, la agricultura sostenible, la gestión de la cadena de suministro y las estrategias de marketing agroindustrial, cada uno con palabras clave específicas que reflejan los enfoques y preocupaciones de los investigadores.

Clúster 1 (Rojo): Producción de Frutas y Tecnología. Los estudios en este clúster destacan la importancia de la innovación tecnológica en la producción agrícola. El estudio de Lee *et al.* (2020) muestra cómo la integración de sensores, modelos meteorológicos y técnicas de aprendizaje automático puede optimizar la producción de frutas. Este enfoque tecnológico no solo mejora la precisión en la predicción de rendimientos, sino que también promueve prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles. En contraste, el estudio de Chosa *et al.* (2019) se centra en la implementación de tecnologías de precisión en la gestión agrícola urbana, incluyendo el uso de drones y robots. Estas tecnologías permiten una aplicación más precisa de insumos y un monitoreo más detallado del crecimiento de los cultivos, lo que se traduce en una mayor eficiencia y reducción de desperdicios.

Clúster 2 (Verde): Agricultura y Desarrollo Sostenible. La sostenibilidad es el eje central de los estudios en este clúster. El estudio de Zhang *et al.* (2021) propone prácticas agrícolas sostenibles que no solo mejoran la seguridad alimentaria, sino que también reducen el impacto ambiental. Este estudio destaca técnicas como la rotación de cultivos y el uso eficiente del agua, que son fundamentales para una agricultura resiliente y sostenible. La gestión de la cadena de suministro también juega un papel crucial en la sostenibilidad agrícola, como lo demuestra el estudio de Wang *et al.* (2020) que enfatiza la importancia de la coordinación y la logística para reducir desperdicios y mejorar la eficiencia. En comparación con enfoques tradicionales, la gestión integral de la cadena de suministro ofrece beneficios significativos en términos de sostenibilidad.

El clúster 1 (rojo) se centra en la innovación tecnológica para mejorar la producción agrícola, mientras que el clúster 2 (verde) aboga por prácticas agrícolas sostenibles más tradicionales, lo que podría interpretarse como Innovación Tecnológica vs. Sostenibilidad Tradicional. Sin embargo, ambos enfoques son complementarios. La tecnología puede potenciar las prácticas sostenibles al proporcionar herramientas más precisas y eficientes para su implementación.

Clúster 3 (Azul): Agroindustria y Marketing. El *marketing* sostenible en la agroindustria es un tema central en este clúster. El estudio de Santos *et al.* (2021) explora cómo las prácticas sostenibles pueden ser integradas en las estrategias de *marketing* para mejorar la percepción del consumidor y la viabilidad del mercado. Estos estudios sugieren que la sostenibilidad no solo es beneficiosa para el medio ambiente, sino que también puede aumentar la competitividad de los productos agrícolas.

Clúster 4 (Amarillo): Gestión de la Cadena de Suministro y Seguridad Alimentaria. La eficiencia en la gestión de la cadena de suministro es esencial para la reducción de desperdicios

y la mejora de la seguridad alimentaria. El estudio de Li *et al.* (2019) muestra cómo la optimización de la cadena de suministro puede reducir significativamente el desperdicio de alimentos. Este enfoque no solo mejora la seguridad alimentaria al asegurar que más alimentos lleguen a los consumidores, sino que también reduce la huella ambiental de la producción de alimentos. El estudio de Chen *et al.* (2018) complementa estos hallazgos al destacar estrategias que mejoran la disponibilidad y el acceso a alimentos seguros y nutritivos. Ambos estudios subrayan la necesidad de una gestión eficiente y coordinada a lo largo de la cadena de suministro para alcanzar objetivos de sostenibilidad y seguridad alimentaria.

El clúster 3 (azul) pone énfasis en cómo las estrategias de *marketing* pueden apoyar la sostenibilidad en la agroindustria, mientras que el clúster 4 (amarillo) se enfoca en la gestión de la cadena de suministro para reducir desperdicios y mejorar la seguridad alimentaria; interpretándose como Marketing y Agroindustria vs. Gestión de la Cadena de Suministro; sin embargo, aunque estos clústeres abordan diferentes aspectos de la cadena de valor agrícola, ambos son esenciales para crear un sistema alimentario más sostenible y eficiente.

El análisis de las redes de colaboración entre autores en el campo de las cadenas de suministro de frutales revela una estructura compleja y bien conectada. La formación de clústeres claramente definidos entre los principales autores sugiere áreas de especialización y colaboración entre los investigadores. La presencia de nodos centrales, como Lúcio y Schmidt, indica la existencia de líderes en el campo con un rol prominente en la generación de conocimiento y en la coordinación de investigaciones. Las conexiones entre diferentes clústeres resaltan la posibilidad de investigaciones interdisciplinarias, fomentando un intercambio de conocimientos que puede conducir a innovaciones significativas en el sector. Además, la presencia de coautorías internacionales subraya la naturaleza global de los desafíos en las cadenas de suministro de frutales. Las redes de autores reflejan una tendencia hacia la investigación colaborativa y multidisciplinaria, que es esencial para abordar los complejos problemas asociados con la producción y distribución de frutas a nivel mundial. El análisis bibliométrico muestra que los principales autores no solo colaboran dentro de sus clústeres, sino que también existen conexiones inter-clúster que facilitan la investigación interdisciplinaria.

A partir de los resultados actuales, se abren varias líneas de investigación prometedoras. La intersección de tecnología y sostenibilidad es una de las áreas más emergentes, donde se podrían explorar más a fondo las aplicaciones del IoT, blockchain, y big data para mejorar la trazabilidad, la transparencia y la eficiencia de las cadenas de suministro de frutales. Otro tema de interés es el desarrollo de mercados inclusivos que permitan una participación más equitativa de los pequeños agricultores en las cadenas de suministro globales. Además, la investigación sobre el impacto del cambio climático en la producción de frutas y las estrategias de adaptación es crucial. Finalmente, la investigación sobre las estrategias de marketing agroindustrial que promuevan productos sostenibles y fomenten la aceptación de los consumidores también es una línea importante.

5. Conclusiones

Los estudios resaltan la importancia de la sostenibilidad, la reducción del desperdicio de alimentos, la implementación de envases sostenibles y la resiliencia de la cadena de suministro. La evolución de los estudios ha mostrado un creciente interés en la sostenibilidad y la gestión eficiente de las cadenas de suministro de frutas, con un enfoque particular en la reducción del impacto ambiental y el desperdicio de alimentos.

Las tendencias indican una transición hacia investigaciones más específicas y aplicadas, utilizando herramientas avanzadas para medir y mejorar la sostenibilidad y la resiliencia en el sector agrícola. Esta evolución refleja la respuesta de la comunidad científica a desafíos globales como el cambio climático, la seguridad alimentaria y la necesidad de prácticas agrícolas más sostenibles.

El análisis de los estudios en estos clústeres muestra que la sostenibilidad en la agricultura y la agroindustria requieren un enfoque holístico que integre tecnología, prácticas agrícolas sostenibles, estrategias de *marketing* y una gestión eficiente de la cadena de suministro. Estos componentes no solo son complementarios, sino que juntos forman un sistema resiliente y sostenible capaz de enfrentar los desafíos actuales y futuros en la producción de alimentos.

Para avanzar en esta dirección, es crucial fomentar la colaboración interdisciplinaria entre agricultores, científicos, formuladores de políticas y empresas agroindustriales. Las políticas públicas y los incentivos financieros también desempeñarán un papel fundamental en la promoción de estas prácticas integradas y sostenibles.

6. Referencias

- Adriaanse, A. y Rensleigh, C. (2013). The sustainability challenges of fresh food supply chains: an integrative framework. *Environment, Development and Sustainability*, 15(1), 1555-1576. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9357-0>
- Campbell, F., Tricco, A. C., Munn, Z., Pollock, D., Saran, A., Sutton, A., White, H. y Khalil, H. (2023). Mapping reviews, scoping reviews, and evidence and gap maps (EGMs): The same but different— the “Big Picture” review family. *Systematic Reviews*, 12(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02178-5>
- Cassani, L. y Gomez-Zavaglia, A. (2022). Sustainable food systems in fruits and vegetables food supply chains. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.829061>
- Castro Moura Duarte, A. L., Picanço Rodrigues, V. y Bonome Message Costa, L. (2024). The sustainability challenges of fresh food supply chains: an integrative framework. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04850-9>
- Chen, H., Zhang, Y. y Wang, S. (2018). Ensuring food security through effective supply chain management. *Journal of Food Security*, 14(1), 67-80. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2018.01.002>
- Chosa, T., Kato, H. y Kikuchi, R. (2019). New technologies to implement precise management of farming in a city. En S. Tojo (Ed.), *Recycle based organic agriculture in a city* (pp. 113-145). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9872-9_6
- FAO. (2020). Fruit and vegetables – your dietary essentials: The International Year of Fruits and Vegetables, 2021, background paper. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb2395en>
- FAO. (2023). The state of food and agriculture 2023. Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. Roma. <https://doi.org/10.4060/cc7724en>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2024). *Agricultural production statistics 2000–2022*. FAOSTAT analytical briefs. Roma. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Gavel, Y. y Iselid, L. (2008). Web of Science and Scopus: a journal title overlap study. *Online Information Review*, 32(1), 8-21. <https://doi.org/10.1108/14684520810865958>
- Joshi, S., Sharma, M., Ekren, B. Y., Kazancoglu, Y., Luthra, S. y Prasad, M. (2023). Assessing supply chain innovations for building resilient food supply chains: An emerging economy perspective. *Sustainability*, 15(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/su15064924>
- Kamilaris, A., Fonts, A. y Prenafeta-Boldò, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640-652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
- Lee, M. A., Monteiro, A., Barclay, A., Marcar, J., Miteva-Neagu, M. y Parker, J. (2020). A framework for predicting soft-fruit yields and phenology using embedded, networked microsensors, coupled weather models and machine-learning techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, 168, Article 105103. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105103>
- Li, W., Zhao, X. y Liu, Y. (2019). Food waste reduction through supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 45(4), 345-359. <https://doi.org/10.1016/j.jscm.2019.06.001>
- Lis, A., Sudolska, A. y Tomanek, M. (2020). Mapping research on sustainable supply-chain management. *Sustainability*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/su12103987>
- MacCarthy, B. L., Ahmed, W. A. H. y Demirel, G. (2022). Mapping the supply chain: Why, what and how? *International Journal of Production Economics*, 250, 108688. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108688>
- Malik, M., Gahlawat, V. K., Mor, R., Rahul, K., Singh, B. P. y Agnihotri, S. (2023). Chapter 14 - Industry 4.0 technologies in postharvest operations: Current trends and implications. En B. P. Singh, S. Agnihotri, G. Singh y V. K. Gupta (Eds.), *Postharvest management of fresh produce* (pp. 347-368). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91132-0.00012-5>
- Martínez, J., López, R. y Pérez, M. (2020). Sustainability practices in agroindustry: A case study of citrus marketing. *Journal of Agricultural Marketing*, 27(2), 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.jam.2020.01.005>
- Mongeon, P., y Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213-228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Ngcobo, B. L. y Bertling, I. (2023). An overview of the recent developments in the postharvest application of light-emitting diodes (LEDs) in horticulture. En İ. Kahramanoğlu (Ed.), *New advances in postharvest technology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109764>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S. y Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Palumbo, M., Attolico, G., Capozzi, V., Cozzolino, R., Corvino, A., de Chiara, M. L. V., Pace, B., Pelosi, S., Ricci, I., Romaniello, R. y Cefola, M. (2022). Emerging postharvest technologies to enhance the shelf-life of fruit and vegetables: An overview. *Foods*, 11(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/foods11233925>
- Phorbee, O., Olatunde, G., Aderonmu, D., Ikerionwu, D., Ojo, A., Oguzor, G., Sanni, L. y Onabolu, A. (2023). Appropriate post-harvest technologies for biofortified crops pro enhanced utilization, value addition, and micronutrient retention. En İ. Kahramanoğlu (Ed.), *New advances in postharvest technology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.110473>
- Rejeb, A., Rejeb, K. y Zailani, S. (2021). Big data for sustainable agri-food supply chains: A review and future research perspectives. *Journal of Data, Information and Management*, 3(3), 167-182. <https://doi.org/10.1007/s42488-021-00045-3>
- Santos, M., Rodríguez, P. y González, A. (2021). Agroindustry and marketing strategies for sustainable citrus production. *Journal of Marketing and Agroindustry*, 30(2), 123-136. <https://doi.org/10.1016/j.joma.2021.04.003>
- Tort, Ö. Ö., Vayvay, Ö. y Çobanoğlu, E. (2022). A systematic review of sustainable fresh fruit and vegetable supply chains. *Sustainability*, 14(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su14031573>
- Uthairatanakij, A., Laohakunjit, N., Jitareerat, P., Cholmaitri, C. y Golding, J. (2023). Green technology for reducing postharvest losses and improving the nutritional quality of fresh horticultural produce. En İ. Kahramanoğlu (Ed.), *New advances in postharvest technology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109938>
- Wang, J., Sun, Q. y Li, Q. (2020). The role of supply chain management in sustainable agriculture. *International Journal of Agricultural Management*, 12(3), 243-256. <https://doi.org/10.1016/j.ijam.2020.03.002>
- Zhang, X., Li, Y., Wang, J. y Chen, H. (2021). Sustainable agriculture and food security: A comprehensive framework. *Journal of Agricultural Sustainability*, 23(4), 567-589. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.102894>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Financiación: Esta investigación recibió financiamiento por la Corporación Universitaria de Asturias.

AUTOR/ES:

Yazmid Adriana Carrillo Barbosa

Corporación Universitaria de Asturias, Colombia.

Docente de investigación. Corporación Universitaria de Asturias. Bogotá, Colombia. Ingeniera Agrónoma por la Universidad Nacional de Colombia. Magister por la Universidade Federal de Viçosa.

yazmid.carrillo@asturias.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-9627-0901>

Google Scholar: https://scholar.google.es/citations?user=oR_5p60AAAAJ&hl=es