

# Proyecto Fordecyt 291766: Plataforma logística como elemento detonador del desarrollo en el Istmo de Tehuantepec

Producto 5

Modelos y Estrategias de encadenamiento de la Cadena de  
Suministro: Revisión de literatura.

Mayo 2019

## FICHA DE ENTREGABLE

**Título del Informe:** Plataforma logística como elemento detonador del desarrollo en el Istmo de Tehuantepec

**Nombre del entregable al cual pertenece:** Un estudio sobre modelos y métodos para la articulación y encadenamiento de cadenas de suministro agroalimentarias y de los sectores clave de la región

**Objetivo principal planteado:** Analizar los modelos, métodos e instrumentos de gestión para la articulación y encadenamiento de cadenas de suministro agroalimentarias reportadas en la literatura a fin de poder identificar nuevos modelos de negocio, esquemas de financiamiento, y tecnologías de la información e Internet de las Cosas.

**Alcance del documento:** El reporte presenta una revisión de la literatura con respecto a estrategias y modelos de colaboración en Cadenas de Suministro (CS) a partir de revistas científicas arbitradas publicadas de 2010 a 2018. Al menos el 50% de las publicaciones analizadas reportan estrategias basadas fundamentalmente en el intercambio y flujo de información para favorecer la visibilidad de la cadena para agilizar la toma de decisiones. Se advierte la necesidad de estrategias que además de favorecer la integración y sincronización contribuyan al incremento de la oferta y demanda de servicios para responder a las necesidades, problemáticas u oportunidades que condicionan o promueven el desarrollo económico, social, medioambiental y logístico de una región.

**Instituciones participantes:** CentroGeo

<b>Investigadores:</b>	<b>Contacto:</b>
Ma. Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sánchez	<a href="mailto:lruvalcaba@centrogeo.edu.mx">lruvalcaba@centrogeo.edu.mx</a>
Gregorio Fernández Lambert	<a href="mailto:gfernandezl@itsm.edu.mx">gfernandezl@itsm.edu.mx</a>
Juan Gabriel Correa Medina	<a href="mailto:gcorrea@centrogeo.edu.mx">gcorrea@centrogeo.edu.mx</a>

## Contenido

Introducción .....	1
Método.....	1
Resultados .....	2
Conclusiones y discusión.....	13
Referencias.....	14

## Introducción

En los últimos años, las industrias a nivel mundial se están viendo sometidas a una creciente competencia global [1]. La competitividad de las industrias depende del grado de flexibilidad interno [2] e integración de los agentes económicos de la CS. En este sentido, el interés que ha surgido por la Gestión de la Cadena de Suministro (CSM) ha dado lugar a diseñar y gestionar ventajas estratégicas y competitivas en las organizaciones. Sin embargo, la incursión de la CSM en las empresas, exige internamente la integración de todas las funciones de la organización y externamente la sincronización de las actividades logísticas que asegure el flujo efectivo y eficiente de los materiales entre los diferentes eslabones de la CS. La operación adecuada de cada agente económico en esta red de proveeduría, no solo beneficia la estructura logística, sino también la estructura organizacional y direccional [3]. En este sentido, la integración de la CS incorpora a todos los agentes económicos entre los que se destacan los fabricantes y los socios de la red, de tal manera que la colaboración entre la empresa y los socios permita la gestión de los procesos tanto internos como externos con el objetivo de lograr flujos de productos y servicios eficientes, información, dinero y decisiones, que economicen a la cadena de suministro. Este hecho resalta la necesidad de identificar patrones de comportamiento de los actores económicos para la gestión e integración eficiente en la CS [4].

La CS es una red de empresas en el que colaboran fabricantes, proveedores, transportistas, detallistas y los propios clientes, para producir, vender y entregar un producto o servicio a un segmento de mercado predeterminado. La coordinación de estas actividades bajo esquemas colaborativos, debería traducirse en el aumento de beneficios para los actores en la CS y mejora del nivel de servicio al cliente [5]. De este modo, uno de los desafíos de cada agente económico inmerso en una CS es mejorar la integración de todos sus miembros CS, esencial y estrictamente basado en el diseño e implementación de estrategias y/o modelos para mejorar el nivel de competitividad. La colaboración pretende encontrar una relación “ganar-ganar” entre todos los miembros que conforman la CS para alcanzar mayor éxito de forma grupal del que se obtendría individualmente [6].

Este documento presenta un análisis de la literatura enfocado en estrategias de las industrias, con el propósito de identificar el conjunto de experiencias reportadas del año 2010 a 2018. La revisión está estructurada de la siguiente manera: en primera instancia se presenta la introducción, en el segundo apartado se menciona el desarrollo del trabajo indicando el método utilizado; la sección tres contiene las conclusiones y discusión en que resaltamos la orientación que debe seguir el encadenamiento de las cadenas de suministro, sean no alimentarias o alimentarias.

## Método

Se realiza una búsqueda con énfasis en estrategias y modelos de encadenamiento, utilizando cadenas de búsqueda como: “Estrategias encadenamiento en CS”, “Modelo sincronización CS”, “Métodos cuantitativos integración en la CS”, “Modelos mejorar CS cliente-proveedor-inventario”. La revisión de la literatura se realiza en las bases de datos de Scholar Google, Redalyc, Scielo, Dialnet y WorldWideScience, ScienceDirect, y la selección de artículos se orienta en revistas científicas que han tratado temas

relacionados con este estudio. Se recopilaron 150 artículos, de los cuales se consideraron 58 que aportan enfoques y/o aplicaciones alineadas al objetivo de esta investigación. Así mismo, se seleccionó el contenido de cada trabajo identificando los aspectos clave con una naturaleza similar o relacionada en líneas de investigación representativas de la integración de la CS en los sectores de servicios, industria agroalimentaria y manufactura. La clasificación de los artículos se realizó de manera discriminada por Nombre del artículo, Autor, Año, Estrategia/modelo, Base de datos, Palabras clave para la búsqueda, Palabras clave del artículo, Eslabón de la CS, Variables de estudio, Área de aplicación.

## Resultados

La Figura 1 muestra la frecuencia de artículos que reportan la aplicación de estrategias y/o modelos para evaluar la integración de la CS en las industrias desde los 2004-2017. Puede observarse que la tendencia de estos estudios se incrementa a partir del año 2010 y se mantiene en un número entre 5 y 8 estudios anuales. A pesar de todo, el número de estudios con este propósito son reducidos comparado con el número de estudios generales relacionados con la cadena de suministro, los cuales se enfocan a mejorar las operaciones dentro de la empresa.

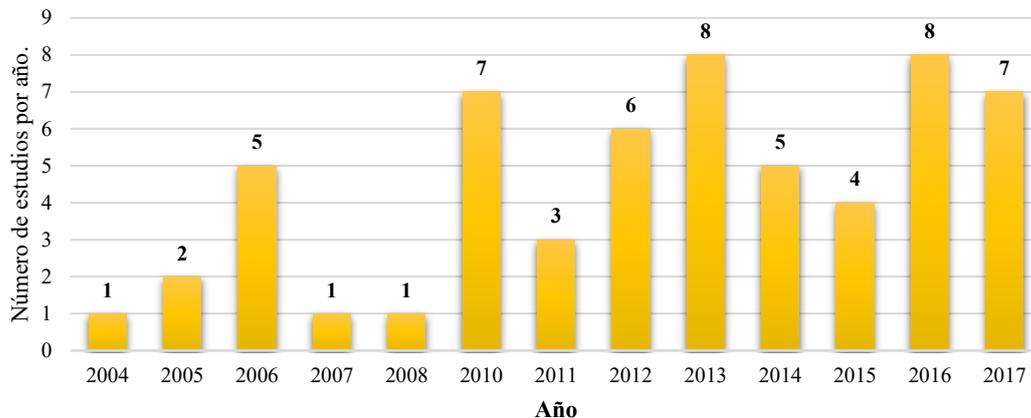


Figura 1. Frecuencia por año de aplicación de estrategias/modelos de encadenamiento.

Estos estudios se clasificaron de acuerdo a su similitud en cuanto a la gestión y desarrollo de la CS en diferentes sectores de la industria [7]. De esta forma destacan cuatro ejes centrales de estudio en la CSM: Modelos para mejorar la cadena de suministro en relación a cliente-proveedor-inventario, Métodos cuantitativos en la integración de la cadena de suministro, Estrategia de encadenamiento, y Modelo de sincronización de la cadena de suministro.

### Modelos para mejorar la cadena de suministro en relación al cliente-proveedor-

### **inventario.**

En toda organización, la planificación de recursos es una fuente de información necesaria para la toma de decisiones donde se toma en cuenta el aprovisionamiento, desde las compras de materiales, componentes y materias primas. Esto se traduce en y para decisiones estratégicas, del tipo “hacer o comprar”. Aun así, en las PyMEs es común encontrarse con procesos carentes de una ingeniería de control, monitoreo de flujos y proyectos planificados basado en la experiencia del responsable de la unidad económica o de manera empírica. De aquí que, siempre es relevante asumir modelos de gestión que incrementen la productividad [8]. En este contexto empresarial, es normal que las organizaciones realicen escaso o nulo control de la gestión global de sus proyectos, y cada nivel de la cadena controla al nivel anterior, se encuentre planeado o no, lo que se traduce en problemas de sincronización en la CS.

En general, para minimizar los problemas de integración entre empresas con bajo control y gestión de sus operaciones, se opta por mirar el rendimiento económico de las empresas relacionado con la productividad [9]. En diferentes formas, la CSM ha tratado de ser descrita, administrada, controlada y gestionada. Sin embargo, al ser tan amplia y variada, ya sea por el tipo o naturaleza industrial de la empresa, la aparición de modelos en lugar de acotar y ayudar a entenderla, ha supuesto retos cada vez mayores. En este caso, se abordan los modelos de la CSM desde la relación con los proveedores. Por ejemplo, el *Modelo CSOR O GSMC*, propone medidas de rendimiento como la fiabilidad, respuestas, costos, gestión de activos. Expone la reconfiguración de la cadena de suministro definiendo las principales líneas estratégicas relacionadas con la colaboración e integración, con la cual se determinarán las condiciones y acciones del estado ideal futuro. Así mismo, el *Modelo de gestión de STOCKS*, plantea crear ventaja competitiva desde el mismo momento del abastecimiento de los insumos. Buscando un equilibrio entre el riesgo de quedarse sin inventarios –que produciría ruptura de stocks– y el de almacenar un volumen excesivo de existencias –que supondría un coste elevado al mantener inventarios–. Por otro lado, basado en el proceso desarrollado por el “Global Supply Chain Forum” [10], el *Modelo GCSF* plantea la búsqueda de incrementar ingresos mediante relaciones más cercanas con los clientes y proveedores, y propone la reducción de costos e incremento de la utilidad. En contraposición, el *Modelo ACADÉMICO*, propone la gestión de la relación con los proveedores, a partir de identificar los miembros primarios –empresas que añaden valor para el producto–, miembros de soporte –empresas que contribuyen con conocimiento, instalaciones o recursos–. La Supplier Relationship Management (SRM), en este sentido, resalta que la administración de relaciones de provisiones se da mediante una estructura vertical, por lo que considera relevante tener en cuenta el número de proveedores identificados, lo cual es necesario para la medición del rendimiento empresarial [11]. En todos y cada uno de los Modelos, la idea que prevalece es tratar de garantizar que los clientes siempre obtengan un satisfactor, y que las empresas mejoren su competitividad por medio de relaciones beneficiosas entre los actores principales, sin embargo, no se esboza una estrategia clara del cómo realizarla.

### **Métodos cuantitativos en la integración de la cadena de suministro.**

Los métodos cuantitativos han sido de interés de la comunidad científica como método para coordinar las operaciones de la CS, especialmente las relacionadas con el transporte de mercancías y selección de proveedores para el abastecimiento de los

materiales. Con estos métodos se logran integrar los recursos e información entre los agentes económicos para gestionar las operaciones de las empresas, así también en materia de externalización, globalización y la rápida innovación de tecnologías. Estos métodos resultan funcionales por la complejidad de las variables que intervienen entre las operaciones de transferencia, aunado al aumento de la participación de numerosos proveedores, proveedores de servicios y consumidores finales en una red de relaciones, donde los riesgos son altos, haciendo la CS sensible y vulnerable a cambios en su entorno. Dentro de estos métodos cuantitativos se encuentran la simulación y métodos analíticos, y en general, con la necesidad de identificar los mecanismos de coordinación que consideren el tratamiento de la incertidumbre en la CS, son métodos escasos.

A través de la simulación se favorece la capacidad de analizar y representar sistemas bajo condiciones de incertidumbre. Mientras que, por su orientación de la obtención de soluciones óptimas, los métodos analíticos como la investigación operativa, facilitan el diseño de modelos cuantitativos con la inclusión de diferentes variables. Sin embargo, aun y con la aportación de literatura para la coordinación de la cadena de suministro (CSC), ésta se encuentra en sus primeros pasos, por la gran diversidad de los actores en la red [12].

Por otra parte, se han identificado otras técnicas cuantitativas basadas en estadística como el diseño experimental, que contribuye al aumento de las capacidades para analizar y evaluar alternativas [13]. La aplicación de los métodos cuantitativos puede depender de las necesidades de la empresa y la necesidad de la CSC, a partir de la capacidad de inversión, recursos disponibles, niveles de complejidad e información de la gestión de almacenes y competencias de equipo de diseño, lo mismo que considerar ambientes bajo incertidumbre, o los medios de transporte [14, 15, 16].

Si bien existen aportaciones en este campo de la investigación operativa, lamentablemente en una realidad, no todas las empresas, sobre todo la PyME y MIPyME, están dispuestas a invertir en sistemas o recurso humano con esta especialidad para la planificación de sus operaciones y apoyo en la toma de decisiones. Esta restricción, resalta la importancia de sistemas visuales para orientar la decisión de las actividades de los agentes económicos.

### **Estrategias de encadenamiento.**

Dentro de la situación actual de los mercados, la organización empresarial de *clusters* y encadenamientos productivos, se convierte en una estrategia necesaria para los micro y pequeños empresarios, especialmente ubicados en determinadas zonas geográficas, en los servicios logísticos que estimulan la salida de productos, no están a disposición. La ausencia de operadores logísticos no permite enfrentar a la competencia con estrategias de encadenamiento para la salida de las mercancías. La conformación de *clusters* como una estrategia de encadenamiento, forma parte de un proceso de desarrollo empresarial que pretende aprovechar los recursos locales y generar un auto servicio logístico, facilitando un ambiente para los negocios, a través de relaciones amigables con los mismos competidores y con otros *clusters*. Esta estrategia de encadenamiento basado en *clusters*, fomenta el beneficio mutuo a largo plazo con proveedores y clientes [17].

Otra estrategia de encadenamiento productivo, consiste en que empresas de menor tamaño se conviertan en proveedores de las grandes o trasnacionales, mediante la entrega de productos y servicios de calidad brindados con oportunidad y economicidad

al ser proveedores locales. Desde este enfoque, puede garantizar a clientes el volumen de materiales requerido, no más, no menos, mientras que, al proveedor, producir sólo los volúmenes de venta solicitados [18]. Dichos encadenamientos pueden ser hacia adelante o hacia atrás en el proceso productivo determinado, lo cual implica su participación en cualquiera de las etapas desde el diseño hasta el proceso [19].

**Modelo de sincronización de la cadena de suministro.**

Estos Modelos tratan de una estructura centralizada en la que todos los pedidos se realizan de forma coordinada. Todos los agentes implicados transmiten información a tiempo real, dando a conocer la situación de sus inventarios, ventas, etc. Así, el proveedor aprovecha esta información para planificar la producción en función de la demanda real del mercado, minimizando los costos de producción y transporte, consiguiendo que el producto llegue al consumidor en el momento y cantidad exactos [23]. Esto se consigue a través del tratamiento de los inventarios de los agentes económicos que intervienen en la CS como si fuesen uno sólo y a tiempo real. Para ello las nuevas tecnologías adquieren un papel crucial en el planteamiento de la logística internacional [24].

En la Tabla 1 se muestran las estrategias/modelos de encadenamiento que se reportan en la literatura de esta investigación. Como se puede observar, a pesar de tratar el mismo tema de análisis no se repiten las estrategias y/o modelos de encadenamiento aplicados, sin embargo, en general comparten el objetivo de intercambiar el flujo de información para trabajar de forma colaborativa en busca de un fin en común. En este sentido, la Tabla 2 resalta las aportaciones de estrategias de encadenamiento para la industria agroalimentaria.

Tabla 1. Clasificación por estrategia/modelo de encadenamiento.

Estrategia/Modelo	Objetivo
Estrategia basada en niveles de inventario proveedor-empresa	Determinar los niveles de integración y colaboración de procesos entre actores de la CS [5].
Estrategia basada en política de reposición conjunta de inventario	Comparar la reducción de costos de inventario de un enfoque centralizado versus descentralizado, mediante políticas de reabastecimiento del inventario de los minoristas, usando la política de revisión periódica (R,s,S) [6].
Estrategia basada en medición de resiliencia	Desarrollar y validar una métrica de resiliencia de una CS de dos eslabones con interrupciones en el proceso de transporte [25].
Estrategia basada en aseguramiento de toda la CS	Estructurar y caracterizar los diferentes eslabones y agentes de la CS de industrias del carbón [26].
Estrategia basada en el análisis de riesgo de robo de transporte	Identificar las variables que influyen en el riesgo de robo de transporte para apoyar la toma de decisiones en la creación de esquemas de seguridad [27].

Modelo de referencia de la logística competitiva y Modelo de redes de valor	Demostrar la utilidad de los modelos de referencia de la logística y las redes de valor en una muestra de empresas estadísticamente significativa [28].
Estrategia basada en programación de la producción	Analizar el impacto que genera compartir información en una CS diádica (proveedor-fabricante) con varios recursos disponibles para el procesamiento de producción [29].
Estrategia basada en la internacionalización	Analizar el proceso de internalización y su impacto en el proceso de expansión [30].
Estrategia basada en mejora de los procesos de planificación	Analizar y generar procesos de producción en la industria minera de alto desempeño a través de implementación de estrategias de CS en la Cadena total [13].
Estrategia basada en coordinación de información compartida	Coordinar y programar el abastecimiento en la red de suministro de una empresa basada en proyectos (PBO – Project Based Organizations) [31].
Modelo multiobjetivo no lineal entero mixto basado en el diseño de la CS	Soportar la toma de decisiones estratégicas y tácticas como la localización de instalaciones, diseño de flujo de materiales y selección de transporte [32].
Modelo de gestión logística para Pyme	Diseñar un modelo conceptual de gestión logística para Pyme para dar una solución integral a través del control de las variables implícitas en los procesos logísticos [33].
Modelo analítico basado en EOQ	Proponer y validar un modelo analítico para la determinación del lote óptimo de producción basado en el modelo EOQ [34].
Estrategia basada en indicadores de desempeños	Revisar, proponer y evaluar el uso de indicadores en los diferentes procesos logísticos de la CS [35].
Estrategia basada en sinergias de interés mutuo entre colaboradores	Confeccionar un compendio de buenas prácticas en logística para la optimización de las operaciones en la gestión global de la CS [36].
Modelo SCOR	Analizar el modelo CSOR como herramienta para la CSM [37].
Modelo de planificación dinámica colaborativa	Proponer un modelo para la planificación dinámica basada en el intercambio de información y en la coordinación de planes de producción que integran la cadena de suministro para obtener una buena solución global [38].
Modelo de distribución único y múltiple distribuidor	Implementar modelos de optimización en la CS para el Sector neumáticos [39]
Estrategia basada en la sincronización de los procesos logísticos	Proponer una metodología que permita sincronizar las operaciones y las decisiones en la CS en la Industria de Cerámica [40].

<p>Modelo de optimización fuzzy basada en la demanda incierta.</p>	<p>Demostrar la efectividad de un enfoque de programación matemática fuzzy para modelar un problema de planificación de la producción de la CS con incertidumbre en la demanda [41]</p>
<p>Selección de proveedores</p>	<p>Aumentar la rentabilidad del negocio y la ventaja competitiva, mediante la selección de proveedores verdes y centrados en la sostenibilidad es una decisión crucial en las CS de la industria, sobre todo la selección de proveedores sostenibles (SSS). Una de esas formas es el uso del proceso de análisis jerárquico (AHP) acompañado con Vikor, debido a que ofrece un enfoque de solución con optimización multicriterio y de compromiso, el uso de AHP-Vikor proporciona dos dimensiones cruciales, AHP incorpora diferentes puntos de vista en la toma de decisiones y Vikor incorpora un método de solución de compromiso para evaluar las alternativas [42]. Así mismo, [43] establece que la selección de proveedores es una decisión estratégica para reducir los costos operativos y mejorar la competitividad de las organizaciones para desarrollar oportunidades de negocio, por lo que la propuesta de un enfoque integrado para la selección de proveedores verdes teniendo en cuenta requisitos y criterios de desempeño ambiental (TRs), con los requisitos del cliente (CRs) apoyados de métodos de evaluación de laboratorios (DEMATEL), y mediante (QFD) se establece una matriz de relación central para la identificación de relaciones entre los criterios de selección de los proveedores y los CRs. La idea central es reducir las variables propuestas por el cliente (CRs) y los criterios técnicos de los proveedores (TRs) pero con dimensiones sostenibles. Así mismo, [44] sostiene que la incorporación de criterios ambientales en la práctica de selección de proveedores convencionales es esencial para las organizaciones que tratan de promover la GCSM, sobre todo los retos asociados con la selección de proveedores verdes. En este sentido, la incorporación de la teoría de conjuntos difusos TOPSIS, Vikor, y GRA, integrados para abordar las preocupaciones relacionadas con la modelación de la incertidumbre es parte ahora de las herramientas en las que se han apoyado la toma de decisiones para la selección de proveedores. Estas técnicas en lo individual y lo colectivo han permitido la incorporación de un solo objetivo hasta multi-objetivos sobre todo que al combinarse más de dos técnicas ha permitido la flexibilidad para la incorporación</p>

	de criterios ambientales e las prácticas de selección de proveedores verdes en entornos difusos y complejos.
--	--

Tabla 2. Estrategías de encadenamiento para empresas agroindustriales

Estrategia de encadenamiento	Objetivo	Fuente
Relaciones de confianza y cooperación entre actores de las redes regionales de alimento.	Mejorar la viabilidad de las redes agroalimentarias regionales y la agricultura sostenible, sobre todo buscando que las relaciones entre los pequeños productores y la agroindustria fomenten las relaciones sociales y mejore las condiciones ambientales, y como efecto se disminuya la pobreza rural. La estrategia básicamente se centra en las relaciones sociales de confianza y cooperación entre los actores de la red, proporcionando un medio para identificar obstáculos y oportunidades dentro de la red. Se resalta el hecho de que los vínculos creados entre productores y consumidores se realizan mediante visitas a las fincas y excursiones añadiendo otra dimensión a las relaciones sociales, y a la agricultura alternativa. Estas actividades sirven para fortalecer y mantener redes agroalimentarias locales y el intercambio de recursos puede tomar varias formas tales como: el intercambio de equipos o instalaciones de procesamiento o compartir información.	[47]
Largo y corto de la longitud de la cadena alimentaria. (disponibilidad de recursos)	La longitud de una cadena de suministro depende en gran medida de la cantidad de recursos disponibles, así a menor cantidad de recursos, más corta la cadena alimentaria y viceversa. Sin embargo, en cadenas agroalimentarias las condiciones en que se estructura una red son complejas, debido a que la conformación de redes agroalimentarias presentan múltiples restricciones entre las que se destacan: los actores, los intermediarios la disponibilidad de los recursos, etc., todos estos factores podrían no hacer sencillo determinar qué tan larga es la longitud de una cadena alimentaria, sobre todo cuando se desplazan ecosistemas para copar de productos una cadena agroalimentaria, es decir, de qué sirve tener disponibilidad de recursos si estos no se incorporan de manera efectiva a la cadena de suministros adecuada.	[48]
Flujos logísticos: empresas entrantes y salientes	Describir y comparar la percepción de compañías con vulnerabilidad diádica en la logística que fluye hacia los clientes. El estudio se centra en dos fases principales: las dependencias de tiempo y las	[49]

	<p>funcionales. Como dependencia de tiempo hace referencia a que existe una dependencia cronológica o secuencial entre las actividades o los recursos que están disponibles para llevar a cabo estas actividades y como dependencia funcional se refiere a que las actividades de las empresas son especializadas y se complementan en los canales o redes. En la combinación de estas dos dependencias se conduce a la necesidad de cooperación y coordinación entre las empresas con el fin de lograr objetivos comunes. Por lo tanto, se entiende como vulnerabilidad diádica por un lado la perturbación y la falta de logros económicos por la interacción de empresas que intervienen en procesos y flujos logísticos, es decir la entrada y salida de empresas a la CSM genera perturbaciones tanto cualitativas como cuantitativas en una cadena de suministro de materiales y componentes. Las perturbaciones cuantitativas se refieren a costes económicos, tiempos de entrega, disminución o aumento de los tiempos de ciclo y vida de los productos, mientras que las cualitativas a la forma en cómo se entregan los productos y la percepción que el cliente o consumidor final tenga sobre éstos.</p>	
<p>Capacidad para colaborar con otras empresas</p>	<p>Se destaca el hecho de que la creación de relaciones de trabajo a largo plazo, incluso asociaciones con proveedores en varios niveles de la cadena, es una forma para construir cadenas de suministro cada vez más eficientes y sensibles, con el fin de ofrecer un valor excepcional a los clientes. Estas relaciones de trabajo debieran incluir macrofactores y microfactores, en los macrofactores se destacan: la globalización y la consolidación de la industria, el cambio de actitudes de los consumidores, las regulaciones más estrictas y las leyes relativas a la producción de alimentos y seguridad alimentaria, mientras que en los microfactores: la cultura, estructura y diseño organizacional, así como las características específicas del producto. Se destaca que si bien estos factores se desarrollan más rápidamente en la industria manufacturera, no sucede así en las agroalimentarias, por lo que se identifica una verdadera necesidad de colaboración en la cadena suministro de este sector, entre los que se destacan: la colaboración e integración de niveles operativos y tácticos, la logística y actividades relacionadas, y llevar a otro terreno la parte de los</p>	<p>[50]</p>

	elementos de confianza, poder, dependencia y la distribución del riesgo/recompensa como mecanismos para establecer y mantener relaciones de largo plazo en la cadena de suministros agroalimentaria.	
Gestión de calidad de los alimentos frescos en toda la cadena de suministros.	El modelo integra la calidad de los alimentos en la toma de decisiones sobre la producción y distribución de una cadena de suministro de alimentos. Destaca que la gestión de redes de la cadena de suministro se complica por las características del producto y de proceso propias. El modelo que se presenta es de tipo cuantitativo específicamente el modelo de programación entera mixta para la planificación de la producción y distribución, resalta el hecho de que no existen modelos cuantitativos que puedan capturar todos los aspectos de los procesos agroalimentarios derivado de la naturaleza perecedera de los productos alimenticios, como resultado del modelo se trata de determinar la máxima satisfacción de la demanda de los productos con vida útil limitada y en general se resalta la planificación de la producción y la distribución como herramienta útil para unir los procesos productivos y la entrega al cliente.	[51]
Programación entera mixta para planificación de la cosecha y distribución.	Se presenta un modelo operativo que genera decisiones de planificación a corto plazo para la industria de productos frescos, el modelo busca maximizar el ingreso de los productores mediante la toma de decisiones de producción y distribución durante la temporada de cosecha. El modelo se apoya de la programación entera mixta para determinar las políticas de recolección y distribución a corto plazo, sobre todo en ambientes donde los productores agrícolas se enfrentan a problemas complejos como la planificación del nivel tecnológico a utilizar, la cantidad de cultivo de plantas, el momento de la siembra y de la cosecha. En esencia el modelo busca incorporar en el momento adecuado el producto a la cadena de suministro para maximizar los beneficios del productor.	[52]
Planificación de la cosecha mediante el uso de contratos	Se proporciona una metodología de planificación para determinar las áreas agrícolas y los tiempos de siembra de plantas de manera anual de tal manera que se maximice la producción de manera general. La metodología de solución se evaluó mediante el uso de experimentos numéricos, en este estudio se considera un problema de planificación de la CS agrícola de productos frescos de alta calidad en una	[53]

	<p>empresa que suministra productos frescos a los minoristas mediante el uso de la agricultura por contrato. El estudio considera un problema de planificación agrícola de una firma que se contrata diferentes fincas ubicadas en diferentes regiones cuando la demanda y la oferta son aleatorios, y se presenta como una herramienta efectiva para la planificación agrícola bajo incertidumbre de rendimiento, cosecha y demanda.</p>	
<p>Coordinación de la cadena de suministros de productos frescos mediante contratos Interrupción de la CS</p>	<p>La investigación propone que la coordinación de la CS se puede dar mediante contratos que regulen la fijación de precios y el intercambio de bienes y/o servicios entre los miembros independientes en una CS. Los contratos diseñados adecuadamente son un medio eficaz para compartir la oferta y la demanda de riesgo y coordinar mejor la cadena de suministro descentralizado, reconociendo ampliamente que el proveedor y el minorista pueden beneficiarse de la coordinación, y así mejorar el rendimiento global de la CS en conjunto. El estudio demuestra que cuando el proveedor y el minorista toman decisiones de forma descentralizada, el contrato de precios al por mayor no puede coordinar la cadena de suministro y debe ser modificado para lograr la ganancia total de la CS óptima.</p>	[54]
<p>Enfoque de red en CS de alimentos con aplicación a productos frescos.</p>	<p>Se propone un modelo donde se incorpora el deterioro de los alimentos a través de la introducción de multiplicadores de arco, con la inclusión de los costos de descarte relacionados con la eliminación de los productos en mal estado, el modelo diferencia la frescura del producto y la seguridad alimentaria. Se destaca que el enfoque de red es distinto al considerar el deterioro de los alimentos a lo largo de la CS, incorpora la decadencia de los productos a través de la introducción de multiplicadores de arco, y se incluye la eliminación de los productos en mal estado, junto con los costos asociados, y permite la evaluación de la tecnología alternativa dentro de lo largo de la CS.</p>	[55]

En la Figura 2 se presenta la clasificación del punto del eslabón en que se aplicó la estrategia y/o modelo de encadenamiento. Se observa que en lo general 24 reportes se enfocaron en el estudio de la Cadena Total, seguido del eslabón proveedor-empresa.

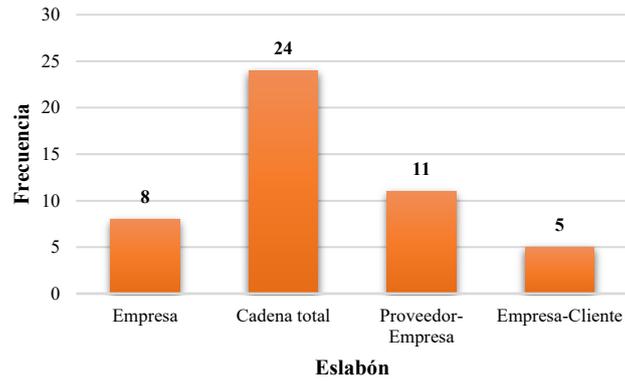


Figura 2. Clasificación por eslabón de CS

Las variables de estudio reportadas señalan una gran diversidad, aunque algunas se repiten, en conjunto no son estudiadas las mismas para cada caso presentado. Sin embargo, se realizó la clasificación individual de las variables (Figura 3), para determinar la frecuencia en que se presentaron. Las variables con mayor índice fueron la de producción, costos, inventario, proveeduría, y demanda.

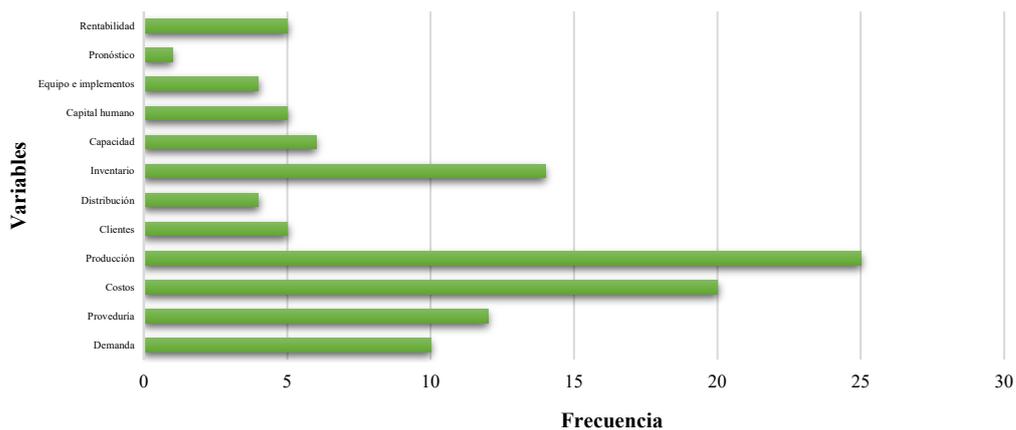


Figura 3. Clasificación por variables de estudio

En la Figura 4, se muestran las áreas en que fueron aplicadas las estrategias y/o modelos de encadenamiento, reportándose en su mayoría casos ficticios con 16 trabajos, seguido de 5 casos aplicados en el sector agroindustrial.

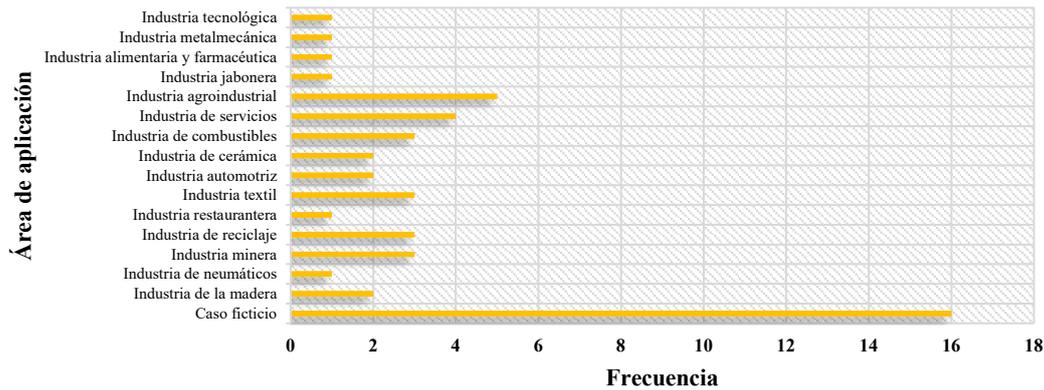


Figura 4. Clasificación por área de aplicación.

## Conclusiones y discusión

Esta revisión de literatura resalta que la industria agroindustrial ha llamado el interés de investigadores para presentar estrategias y/o modelos de encadenamiento para su sincronización. Debido al destino final de los productos de las cadenas agroalimentarias (ACS), este tipo de CS tienen mayor regulación alimentaria desde su diseño y funcionamiento. En general y de acuerdo con lo reportado por [45] las principales aportaciones en el campo de la planificación de la producción y distribución de alimentos provenientes de cultivos agrícolas, se centran en modelos que se han implementado para lograr la gestión de las cadenas de suministro no alimentarias. El problema principal de la planificación de la ACS inicia con la incorporación de los productores agrícolas inmersos en huertos productores altamente inciertos frente a un sistema de producción-distribución cada vez más integrado y complejo.

Los modelos se han desarrollado para productos agroalimentarios no perecederos, dejando de lado los modelos de planificación de la ACS en productos perecederos. En general estos modelos se han centrado en la decisión estratégica táctica y operativa de la ACS principalmente en producción y distribución, Sin embargo, es los procesos de producción agrícola, cosecha, almacenamiento y distribución, en donde las decisiones incluyen las relacionadas con el cultivo, desde su preparación, siembra y la determinación de los recursos para que los cultivos crezcan, son escasos. En la parte estratégica [45] resalta también que los modelos se centran en la selección del equipo, la selección de la tecnología de la agricultura, la planificación financiera, diseño de redes de abastecimiento, la gestión de embalses, la evaluación de cultivos perennes y las estrategias de rotación de cultivos, el mismo autor menciona que hay pocos trabajos que se enfoquen en la planificación de las operaciones, y más en la planificación táctica. En general se retoma el hecho de que la mayoría de los trabajos se realiza en productos agroindustriales no perecederos. Modelos de planificación integrados en la ACS es aún limitada, por lo que serían útiles el modelado de encadenamiento, especialmente, en cultivos perecederos desde el campo hasta el cliente. Al igual que para [46], las ACS están formadas por los agricultores, y las organizaciones responsables de la distribución, transformación y comercialización de productos agrícolas hasta los consumidores finales. Sin embargo, a diferencia de las CS no alimentarias, los factores de inocuidad alimentaria, factores laborales del campesino y los de impacto ambiental para el desarrollo de esta actividad, marcan la complejidad en el proceso de encadenamiento y

sincronización entre los agentes económicos primarios.

Es observable que cuando menos 50% de la literatura revisada se enfocan en emplear las estrategias de colaboración en toda la CS en cada agente económico. Lamentablemente, estos trabajos son casos ficticios en CS no agrícolas y en menor proporción en el sector agroindustrial.

Aunque son evidentes los beneficios que la colaboración genera en la industria, es de vital importancia que los esfuerzos por desarrollar estrategias de encadenamiento, sean de acceso a los pequeños sectores económicos de manera que faciliten la capacidad para comunicarse, superar las deficiencias tecnológicas, así como los problemas estructurales y culturales.

Se advierten necesariamente estrategias de encadenamiento que no solo busquen el encadenamiento de los agentes económicos que intervienen en una cadena de suministro como beneficio global de la CS, sino que dicho beneficio conlleve el incremento de la oferta y la demanda de servicios, buscando responder a las necesidades, problemáticas u oportunidades que condicionan o promueven el desarrollo económico, social, medioambiental y logístico de una región.

## Referencias

- [1] P. J. Martínez Jurado y J. Moyano Fuentes, «Lean production y gestión de la cadena de suministros en la industria aeronáutica,» *Elsevier*, vol. 17, nº 1, pp. 137-157, 2011.
- [2] D. R. Alarcón Grisales, D. L. Peña Orozco y F. J. Rivera Roza, «Análisis dinámico de la capacidad de respuesta de una cadena de suministros de productos tecnológicos. Caso Samsung,» *Entramado*, vol. 12, nº 2, pp. 254-275, 2016.
- [3] J. Silva, «Gestión de la cadena de suministro: una revisión desde la logística y el medio ambiente,» *Entre Ciencia e Ingeniería*, pp. 51-59, 2017.
- [4] B. B. Flynn y X. Xao, «The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach,» *ELSEVIER*, pp. 58-71, 2010.
- [5] K. Salas Navarro, H. Miguél Mejía y J. Acevedo Chedid, «Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración de una cadena de suministro,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 25, nº 2, pp. 326-337, 2017.
- [6] L. Delgado, H. H. Toro y J. J. Bravo, «Enfoque práctico para la determinación de políticas de inventario centralizadas en un sistema 1-bodega/n-minoristas a través de simulación/optimización,» *EIA*, vol. 14, nº 27, pp. 31-41, 2017.
- [7] a, W. Adarme Jaimes, M. D. Arango Serna y J. M. Cogollo Flórez, «Medición del desempeño para cadenas de abastecimiento en ambientes de imprecisión usando lógica difusa,» *Ingeniería y Universidad*, vol. 1, nº 16, pp. 95-115, 2012.
- [8] R. A. Gómez M., A. A. Correa E. y P. D., «Métodos cuantitativos utilizados en el diseño de la gestión de almacenes y centros de distribución,» *Avances en Sistemas e Información*, vol. 7, nº 3, pp. 109-118, 2010.
- [9] O. Hernández Castorena, J. A. Jiménez Fajardo y T. Marín Aguilar, «Proveedores y modelos de gestión en la cadena de suministro: Pymes manufactureras de AguaCSalientes (México),» *FACCEA*, vol. 7, nº 1, pp. 21-28, 2017.

- [10] D. Romero Rodríguez, W. Ardila Rueda, A. Sierra Altamiranda y F. Sánchez Sánchez, «Modelo de aproximación lineal para la medición de resiliencia en cadenas de suministro,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 25, nº 1, pp. 180-189, 2017.
- [11] J. P. Sánchez Olivo, C. G. Moras Sánchez, G. Cortés Robles, D. Hernández Marín y J. E. Ferrer Cruz, «Análisis comparativo de modelos matemáticos para calcular los niveles de inventario y minimizar los costos del almacén de refacciones de una empresa vidriera,» *Revista de la Ingeniería Industrial*, vol. 7, nº 1, pp. 37-50, 2013.
- [12] A. A. Mendoza Mendoza, T. J. Fontalvo Herrera y D. A. Visbal Cadavid, «Optimización multiobjetivo en una cadena de suministro,» *Revista Ciencias Estratégicas*, vol. 22, nº 32, pp. 295-308, 2014.
- [13] M. D. Arango Serna, J. A. Zapata Cortes y R. A. Gomez Montoya, «ESTRATEGIAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO PARA EL DISTRITO MINERO DE AMAGÁ,» *Revista Boletín Ciencias de la Tierra*, nº 28, pp. 27-38, 2010.
- [14] M. Rmos, T. Maness y D. Salinas, «Modelo de un sistema multi-agente para la optimización de la cadena de suministro en la industria de la madera de coníferas,» *Maderas. Ciencia y Tecnología*, vol. 17, nº 3, pp. 613-624, 2015.
- [15] K. Arshinder, A. Kanda y S. Deshmukh, «A Review on supply chain coordination: coordination mechanisms, managing uncertainty and research directions,» *Supply chain coordination under uncertainty*, p. 3982, 2011.
- [16] M. Días Adrañero, J. Mula y F. Campuzano, «Evaluación de proveedores en una cadena de suministro mediante dinámica de sistemas,» de *4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIV Congreso de Ingeniería de Organización*, Donostia- San Sebastián, 2010.
- [17] M. Díaz Madroñero, D. Peidro, J. Mula y F. J. Ferriols, «Enfoques de programación matemática fuzzy multiobjetivo para la planificación operativa del transporte en una cadena de suministro del sector del automóvil,» *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 9, pp. 44-68, 2010.
- [18] D. Peidro, J. Mula, M. Jiménez y M. del Mar Botella, «A fuzzy linear programming based approach for tactical, supply chain planning in an uncertain environment,» *European Journal of Operational Research*, vol. 205, nº 1, pp. 65-80, 2010.
- [19] J. Mula, D. Peidro, M. Díaz-Madroñero y E. Vicens, «Mathematical programming models for supply chain production and transport planning,» *European Journal of Operational Research*, vol. 204, nº 3, pp. 377-390, 2010.
- [20] D. H. Flórez Martínez y S. Ward Argota, «Diseño de una minicadena productiva para apicultura orgánica en San Andrés Islas a través de un itinerario de ruta como herramienta de gestión e integración,» *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol. 4, nº 2, pp. 129-147, 2013.
- [21] A. Zuluaga Mazo, E. Guisao Giraldo y P. A. Molina Parra, «La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia,» *Revista politécnica*, nº 13, pp. 79-90, 2011.
- [22] A. J. Ruiz Torres, A. Mendoza Andrade y J. H. Ablanado Rosas, «Modelo para la planificación en la cadena de suministro: Selección y asignación a proveedores en

- el caso de lotes fijos,» *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, vol. 31, nº 1, pp. 1-21, 2013.
- [23] W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *CSientia Et Technica*, vol. 10, nº 24, pp. 219-224, 2004.
- [24] Arboleda, J. Arboleda y V. Patiño, «Modelo logístico de alianza cliente-distribuidor para grandes supermercados,» *Revista de Investigación de Ciencias Estratégicas*, vol. 1, nº 2, pp. 53-67, 2014.
- [25] D. Romero Rodríguez, W. Ardila Rueda y E. Cantillo Guerrero, «Modelo de aproximación lineal para la medición de resiliencia en cadenas de suministro,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 25, nº 1, pp. 180-189, 2017.
- [26] J. A. Cano, C. A. Panizo y J. E. Rodríguez, «Estrategias para el mejoramiento la cadena de suministro del carbón en Norte de Santander, Colombia,» *Boletín de Ciencias de la Tierra*, nº 38, pp. 65-75, 2015.
- [27] E. De la Torre, C. Martner, E. Moreno Quintero, J. L. Martínez y E. Olivares Benítez, «Herramienta para la evaluación del riesgo de robo en el autotransporte de carga,» *Revista Electrónica Nova CSientia*, vol. 7, nº 1, pp. 438-469, 2014.
- [28] M. I. Gómez Acosta, J. a. Acevedo Suárez, Y. Pardillo Baez, T. López Joy y I. Lopes Martínez, «Caracterización de la Logística y las Redes de Valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial,» *Ingeniería Industrial*, vol. 34, nº 2, pp. 212-226, 2013.
- [29] D. A. Ortiz Vargas y J. R. Montoya Torres, «Programación de la producción bajo un ambiente de colaboración en una cadena de suministro diádica,» *Ing. Univ. Bogotá*, nº 16, pp. 315-331, 2012.
- [30] V. Santos Salazar, W. F. Araújo de Moraes y Y. V. Pereira Lelte, «PROCESO DE INTERNACIONALIZACIÓN DE SERVICIOS Un estudio en una cadena de restaurantes del nordeste brasileño,» *Estudios y Perspectivas en Turismo*, vol. 21, pp. 1035-1049, 2012.
- [31] J. Zamora y W. Adarme, «Coordinación del abastecimiento en proyectos de ingeniería mediante modelos de optimización,» *Entre Ciencia e Ingeniería*, pp. 112-122, 2017.
- [32] M. Feitón Cespón , R. Cespón Castro y M. A. Rubio 1rodríguez, «Modelos de optimización para el diseño sostenible de cadenas de suministros de reciclaje de múltiples productos,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 24, nº 1, pp. 135-148, 2016.
- [33] P. Cano Olivos, F. Orue CarraCSO, J. L. Martínez Flores, Y. Mayett Moreno y G. López Nava, «Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México,» *Contaduría y Administración*, vol. 60, nº 1, pp. 181-203, 2015.
- [34] J. Valencia , P. Lambán y J. Royo, «Modelo analítico para determinar lotes óptimos de producción considerando diversos factores productivos y logísticos,» *DYNA*, vol. 81, nº 184, pp. 62-70, 2013.
- [35] A. Zuluaga Mazo y R. Gómez Montoya, «Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo CSor.,» *Revista Clío América*, vol. 8, nº 15, pp. 90-110, 2014.

- [36] J. Saénz, P. Lambán, C. García, J. Royo y R. Calahorra, Buenas prácticas en la gestión de la cadena de suministro: Estudio Empírico, Aragon: Fundación Económica Aragonesa, 2006.
- [37] J. L. Calderón Lama y E. FranciCSO-Cruz Lario, «Análisis del modelo CSOR para la Gestión de la Cadena de Suministro,» *IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón*, pp. 1-10, 2005.
- [38] E. Álvarez, «Modelo de Planificación Dinámica de Operaciones en la Cadena de Suministro,» *4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIV Congreso de Ingeniería de Organización*, pp. 1197-1204, 2010.
- [39] J. Campoverde, F. Nava y D. Borenstein, «Aplicación de un modelo heurístico en el diseño Estratégico de la Cadena de Suministro: Sector Neumáticos Ecuador.,» *INNOVA Research Journal*, vol. 2, nº 9, pp. 1-13, 2017.
- [40] W. Marín Marín y E. V. Gutiérrez Gutiérrez, «DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA SINCRONIZAR LAS OPERACIONES EN LA CADENA DE SUMINISTRO,» *Revista EIA*, vol. 10, nº 19, pp. 67-77, 2013.
- [41] J. Mula, R. Poler y F. Cruz Lario, «Un modelo de optimización fuzzy para la planificación de la producción de una cadena de suministro con incertidumbre en la demanda,» *II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, pp. 1621-1630, 2008.
- [42] S. Luthra, K. Govinda, D. Kannan, S. K. Mangla y C. P. Garg, «An integrate framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 140, pp. 1686-1698, 2017.
- [43] M. Yazdani, P. Chatterjee, E. K. Zavadskas y S. H. Zolfani, «Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, pp. 3728-3740, 2017.
- [44] N. Baneian, H. Mobli, B. Fahimnia, I. E. Nielsen y M. Omid, «Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry,» *Computers & Operations Research*, vol. 89, pp. 337-347, 2018.
- [45] O. Ahumada y J. R. Villalobos, «Application of planning models in the agri-food supply chain: A review,» *European journal of Operational research*, vol. 196, nº 1, pp. 1-20, 2009.
- [46] F. Boudahri, M. Bennekrouf y Z. Sari, «Optimal design of the real agri-foods supply chain with enviromental costs,» *Proceeding Engineering & Technology*, pp. 187-189, 2013.
- [47] L. Jarosz, «Understanding agri-food networks as social relations.,» *Agriculture and Human Values*, pp. 279-283, 2000.
- [48] D. M. Post, «The long and short os food-chain length,» *Trends in Ecology & Evolution*, pp. 269-277, 2002.
- [49] G. Svesson, «Dyadic vulnerability in Companies' Inbound and outbound logistics flows,» *International Journal of Logistics*, vol. 5, nº 1, pp. 13-43, 2002.
- [50] A. Matopulos, M. Vlachopoulou, V. Manthou y B. Manos, «A conceptual framework for supply chain collaboration: empirical evidence from the agri-food

industry,» *Supply Chain Management: An international Journal*, vol. 12, nº 3, pp. 177-186, 2007.

- [51] A. Rong, R. Akkerman y M. Grunow, «An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain,» *International Journal of Production Economics*, vol. 131, nº 1, pp. 421-429, 2011.
- [52] O. Ahumada y J. R. Villalobos, «Operational model for planning the harvest and distribution of perishable agricultural products,» *International Journal of Production Economics*, vol. 133, nº 2, pp. 677-687, 2011.
- [53] B. Tan y N. Cömder, «Agricultural planning of annual plants under demand, maturation, harvest and yield risk,» *European Journal of Operational Research*, vol. 220, nº 2, pp. 539-549, 2012.
- [54] S. Guohua, «Research on the fresh agricultural product supply chain coordination with supply disruptions,» *Discrete Dynamics in Nature and Society*, vol. 2013, 2013.
- [55] M. Yu y A. Nagurney, «Competitive food supply chain networks with application to fresh produce,» *European Journal of Operational Research*, vol. 224, nº 2, pp. 273-282, 2013.