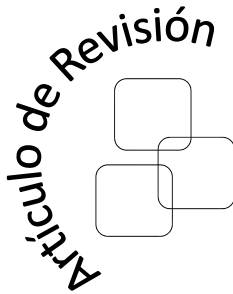


En: Ingeniería, Vol. 20, No. 2, pp. 167-188

© Los autores; titular de derechos de reproducción Universidad Distrital Francisco José de Caldas

En línea DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2015.1.a01>

Andrés Felipe Ruiz Moreno
Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
afuizm@udistrital.edu.co

Andrés Leonardo Caicedo Otavo
Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
alcaicedoo@udistrital.edu.co

Javier Arturo Orjuela Castro
Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
Facultad de ingeniería
Bogotá - Colombia
jorjuela@udistrital.edu.co



Integración externa en las cadenas de suministro agroindustriales: Una revisión al estado del arte

External Integration on Agri-Food Supply Chain: A review to the state of the art

Resumen

La Integración de la Cadena de Suministro (ICS) ha sido un tema ampliamente abordado debido a su importancia estratégica; no obstante, existen pocos estudios de integración en cadenas agroindustriales. El propósito de este artículo es hacer una revisión de la ICS, enfocándose en el impacto de mecanismos de integración externa sobre el desempeño de las cadenas agroindustriales. Los resultados muestran que los mecanismos de integración externa más utilizados han sido el intercambio de información y la toma de decisiones conjunta, mientras que las medidas de desempeño usadas con mayor frecuencia han sido los costos, la utilidad, el rendimiento de la inversión y los niveles de inventario. La revisión identifica la necesidad de evaluar el impacto de varios mecanismos de manera simultánea en el desempeño de la Cadena de Suministro (CS), enfatizando la importancia de hacer investigación en mecanismos de integración de toma de decisiones conjunta, como el inventario administrado por el vendedor (VMI) y la planeación colaborativa, pronóstico y reabastecimiento (CPFR). En cuanto a la medición del desempeño, se requiere la inclusión de al menos un indicador por categoría (eficiencia, flexibilidad, capacidad de respuesta y calidad de los alimentos) del marco de desempeño descrito para cadenas agroindustriales; mientras que para la medición de desempeño logístico de cadenas agroindustriales se requiere mayor investigación en los modos (procesos de gestión) y medios (recursos) logísticos.

Palabras claves: cadena de suministro agroindustrial, desempeño logístico, integración de la cadena de suministro.

Abstract

Supply Chain Integration (SCI) has been broadly taken into account due to its strategic importance; however, there are a few agri food supply chain studies. The purpose of this paper is to review the SCI focused on the external integration mechanisms impact on agri food supply chain performance. The results shows that external integration mechanisms most used have been information sharing and joint decision making, while efficiency has been frequently used as a performance indicators. The review identifies the need to assess several external integration mechanisms simultaneously on Supply Chain performance emphasizes on the importance to research in joint decision making mechanism, such as Vendor Managed Inventory (VMI) and Collaborative planning, forecasting, and replenishment (CPFR). For performance measurement, it is needed to include at least one indicator for each category (Efficiency, Flexibility, Responsiveness and Food Quality) of the Agri Food Supply Chain performance framework described, whereas for measuring Agri Food logistics performance is required further research on modes (process management) and means (resources) logistics.

Key words: agri-food supply chain, logistics performance, supply chain integration.

Recibido: 17-03-2015
Modificado: 13-05-2015
Aceptado: 30-06-2015

1. Introducción

La Integración de la Cadena de Suministro (ICS) ha sido considerada como una estrategia fundamental para mejorar el desempeño de la Cadena de Suministro (CS) [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]. La importancia estratégica de la integración empezó a verse reflejada con el SCOR (Supply Chain Reference Model, por sus siglas en inglés), propuesto por el Supply Chain Council en 1996, puesto que el modelo asume que todas las empresas llevan a cabo unos procesos estratégicos con proveedores y clientes para planear, abastecer, fabricar y entregar [2]. La integración de los agentes de la CS facilita el desarrollo de nuevos productos y procesos [8]; asimismo, la efectiva integración de los agentes en la generación de valor de la CS es clave para que las empresas logren ser competitivas, Ragatz et al. (citado en [2]). La integración de la CS, tema creciente en años recientes, se considera una nueva área de investigación [2] [6] [9] [10] [11] [12].

A medida que la gestión de la CS ha cobrado importancia, han surgido las primeras definiciones de integración [13], Pagell [14] afirma que “todo el concepto de CS está basado en la integración”. En este sentido, la integración se define como el control unificado de un número de procesos que anteriormente se llevaban a cabo de forma independiente, Webster (citado en [6]). En el contexto de la CS, una definición aceptada ampliamente es la de Flynn et al. [6], quienes definen la ICS como el grado en que una empresa colabora estratégicamente con los demás miembros de la CS y logra colaborativamente gestionar los procesos intra e interorganizacionales, con el fin de alcanzar un flujo efectivo y eficiente de productos o servicios, información y recursos financieros, para poder brindar el máximo valor a los consumidores a bajo costo y una alta velocidad.

La ICS ha sido abordada en diferentes dimensiones, algunos han optado un enfoque unidimensional [3] [15]; mientras otros en integración externa e interna [6] [9] [11] [12] [16] [17] [18]. Se ha considerado la CS como un único sistema, en lugar de intentar optimizar los subsistemas que los compone, un perspectiva que incluye múltiples dimensiones [10] [19].

Por otra parte, tanto en la teoría como en la práctica se cree que con mayor integración los beneficios para la CS crecerán [11] [20] [21]. Sin embargo, no existe certeza sobre el grado en que la integración impacta el desempeño de los miembros o de la CS como un todo [2] [22]. Los resultados en la literatura muestran inconsistencia, ya que algunos autores no han encontrado sus efectos en el desempeño [23]. Se han encontrado efectos directos [11] [24] [25] o hallado efectos indirectos [10] [16].

Esta problemática podría explicarse por el diverso entendimiento alrededor del concepto de integración en la CS [5] [7] [13] [14] [16] [26] [27]. A pesar de esto, los beneficios reportados de integrar los agentes de la CS para las empresas, han motivado a seguir la implementación de mecanismos para la mejora del desempeño de la organización y de toda la CS. Algunos beneficios encontrados son la reducción de: el efecto látigo, costos, plazos de entrega, riesgos, así como lograr mayor flexibilidad, entre otros [28] [29] [30].

Los mecanismos de integración externa para alcanzar estos beneficios pueden ser clasificados en integración por contratos; integración por medio de toma de decisiones conjunta, como el VMI (Vendor Managed Inventory, por sus siglas en inglés) y el CPFMR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment, por sus siglas en inglés); integración por información

compartida e integración por medio de la tecnología de la información, como EDI (Electronic Data Interchange, por sus siglas en inglés), ERP (Enterprise Resource Planning, por sus siglas en inglés), entre otros [31].

Se encuentra un gran número de artículos de integración en CS convencionales, pocos trabajos en CS de alimentos y aún menos en CS agroalimentarias [32] [33], debido a los retos que representan varios aspectos como la volatilidad de las condiciones meteorológicas, el carácter perecedero de los productos, el entorno complejo reglamentario de la seguridad alimentaria, las restricciones de capacidad, los cambios de tendencia de vida de los consumidores, las preocupaciones medioambientales y la gran cantidad de actores involucrados [34] [35].

El artículo tiene como objetivo presentar una revisión de los estudios realizados en los mecanismos de integración externa de la CS en cadenas agroindustriales, incluyendo el impacto en el desempeño en la CS y en la logística. El artículo presenta en la sección 2, metodología y revisión del estado actual de la literatura. En la sección 3, se aborda la definición de la integración de la CS, los tipos de integración en la CS, los beneficios y razones de integrar la CS y finalmente, la revisión de los estudios que han abordado el impacto de mecanismos de integración externa en el desempeño de la CS y en la logística de las cadenas agroindustriales con el fin de identificar vacíos en la literatura actual. Por último, en la sección 4 se muestran las conclusiones.

2. Metodología

La revisión del estado del arte se llevó a cabo a partir de la consulta de las siguientes bases de datos: ScienceDirect, SpringerLink, IEEE, Emerald y Scopus. En cada una de estas se realizó la búsqueda en Title, Abstract y Keywords con los campos de búsqueda de la Tabla I. Los artículos seleccionados fueron los comprendidos entre los años 2000 y 2014; no obstante, también se incluyeron algunos artículos seminales.

Tabla I. Palabras clave usadas en la revisión

Categoría	Key word
Campo de aplicación	Agri food supply chain, Food Supply Chain.
Palabras relacionadas con integración	Integration, Coordination, Cooperation, Collaboration, Relationship, Alliance, Partnership, Power.
Mecanismo de integración	Contract, Joint Decision Making, VMI, CPFR, Information sharing, Information Technology.
Medida desempeño	Performance, Logistics Performance.

Fuente: Los autores.

La primera revisión bibliográfica permitió identificar la tendencia histórica en el campo de la integración externa en CS (Figura 1). La búsqueda tuvo como objetivo responder las siguientes preguntas ¿cuál ha sido la evolución del concepto de integración?, ¿qué diferencia existe entre la integración, coordinación, cooperación y colaboración?, ¿cuáles son los tipos de integración?, ¿cuáles son las razones y beneficios de integrar la CS?

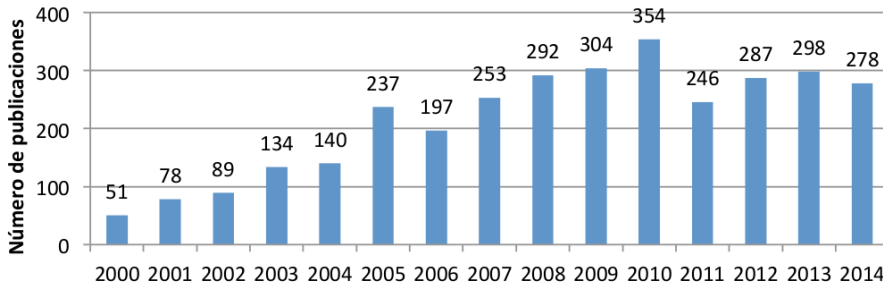


Figura 1. Tendencia histórica de publicaciones en la temática de integración externa en cadenas de suministro. **Fuente:** elaboración propia a partir de Scopus.

Posteriormente, en una segunda búsqueda se identificó el comportamiento de las publicaciones referentes a la integración externa en cadenas de suministro agroindustriales (Figura 2). A partir del año 2008 se produce un incremento en el número de publicaciones, en los años posteriores a 2008 se evidencia un aumento con poca variación de un año a otro. Es claro que han sido pocos los estudios de integración externa en cadenas con productos perecederos (138 publicaciones en total); sin embargo, es un campo de estudio que está tomando mayor relevancia.

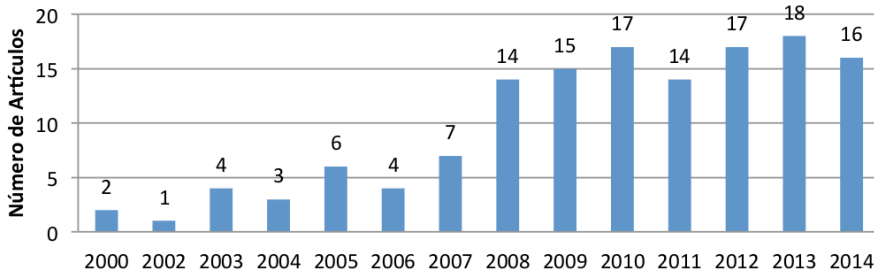


Figura 2. Tendencia histórica de publicaciones en la temática de integración externa en cadenas de suministro agroindustriales. **Fuente:** elaboración propia a partir de Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, Emerald, IEEE.

La segunda búsqueda tuvo como objetivo determinar el estado del arte en cuanto a los estudios que han abordado el impacto de mecanismos de integración externa en el desempeño de la CS y en la logística de las cadenas agroindustriales, para ello las preguntas planteadas fueron ¿cómo es la relación entre la integración externa y el desempeño de la CS?, ¿qué mecanismos de integración externa existen?, y finalmente, ¿qué medidas de desempeño, para la CS y la logística, son usadas en la cadena de suministro agroindustrial?

3. Integración en la cadena de suministro agroindustrial

En esta sección se desarrolla un marco conceptual sobre la integración de la CS y otros conceptos asociados, los tipos de integración en la CS, los beneficios obtenidos por integrar la cadena y finalmente los mecanismos de integración externa para el caso de las cadenas agroindustriales.

3.1. Evolución del concepto de integración

La mayoría de los conceptos de ICS asumen la existencia de un flujo de bienes y un flujo de información a lo largo de la CS [2] [3] [6] [14] [22]. Sin embargo, no existe una definición única sobre la ICS [13] [14]. La ICS según Clancy (citada en [36]) consiste en fortalecer los vínculos de los componentes de la CS, a fin de mejorar la toma de decisiones y obtener a todas las partes de la cadena interactuando de una manera más eficiente. De acuerdo con Frohlich y Westbrook [2], la ICS consiste en coordinar actividades operacionales compartidas, como el flujo de avance físico de las entregas entre proveedores, fabricantes y clientes.

Por otro lado, Stank, Keller, & Daugherty [16] aseguran que la ICS consiste en la integración de funciones internas, con proveedores y consumidores. O'Leary-Kelly & Flores [17] definen la integración como “el grado en que las partes separadas trabajan de manera cooperativa para llegar a resultados mutuamente aceptables”. De acuerdo con esta definición, la integración engloba conceptos como cooperación, coordinación e interacción. Por su parte, Power [22] afirma que la ICS integra los procesos básicos a través de los límites de la organización por medio de una clara comunicación, asociaciones, alianzas y cooperación.

A pesar de las diversas definiciones presentadas, la definición con mayor aceptación de la ICS es la adoptada por Flynn et al. [6]: “la integración de la cadena de suministro es el grado en que una empresa colabora estratégicamente con los demás miembros de la CS y logra gestionar los procesos intra e inter-organizacionales, con el fin de alcanzar un flujo efectivo y eficiente de productos o servicios, información y recursos financieros, para brindar el máximo valor a los consumidores a bajo costo y una alta velocidad”.

Las cadenas de suministro agroindustriales comprenden un conjunto de procesos desde el cultivo, producción o procesamiento, embalaje, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización [37] [38], los flujos son físicos, financieros, de información, de energía, con un ciclo de vida corto. Estos procesos y flujos se encuentran integrados gracias a los actores que la componen y sus relaciones, los cuales pueden ser instituciones, agricultores, productores, cooperativas agrícolas, industrias, transportadores, intermediarios, comerciantes mayoristas y minoristas y finalmente clientes [39] [40].

La integración ha sido motivada en cadenas agroindustriales por factores tecnológicos, regulatorios y financieros, también por consumidores cada vez más exigentes con la calidad y seguridad de los productos de corto ciclo de vida [32]; además, tales cambios han alterado el contexto actual de los agentes que componen este tipo de cadenas, fomentando la integración aguas arriba y aguas abajo [39].

Los términos integración, coordinación, colaboración y cooperación han sido usados indiscriminadamente en la literatura actual, sin embargo existen diferencias entre estos conceptos [41] [42]. Mientras la cooperación se define como actuar o trabajar de manera conjunta por un objetivo común [41] [42]. Por su parte, la coordinación se refiere a una cooperación más directa y activa [42], la colaboración se define como el “trabajo conjunto” para un objetivo particular e involucra una mentalidad organizacional con una visión compartida para un plan de acción [43].

A pesar de las diferencias entre estos conceptos, la cooperación, coordinación y colaboración son complementarios entre sí [31] [44] y pueden ser utilizados en el contexto de la CS

para describir los esfuerzos de integración entre los socios y mejorar el desempeño global de la CS. En esta revisión se asume dicha complementariedad de los términos; considerando de igual manera, que el principal propósito es aumentar el beneficio de todos los actores de la CS.

3.2. Tipos de integración en la cadena de suministro

En la literatura se han reconocido dos tipos de ICS: externa e interna [6] [9] [10] [11] [12] [16] [17] [18]. La integración externa e interna desempeñan papeles diferentes en la integración de la CS, se describen a continuación.

3.2.1. Integración externa

La integración externa se refiere al grado en que un agente puede relacionarse con los miembros más importantes de la CS (proveedores y consumidores) con el fin de estructurar sus estrategias interorganizacionales, procedimientos y comportamientos en un contexto colaborativo y sincronizado que permita cumplir con los requerimientos del cliente [26] [16]. La integración externa representa el más alto nivel de la gestión de la CS [6] [19], incluye alianzas estratégicas con los proveedores y consumidores, en donde la compañía construye dichas relaciones estratégicas para poder conjuntamente desarrollar y aprovechar oportunidades del mercado [9].

La gestión de la CS se ha incorporado como un factor clave en la industria agroalimentaria dada la necesidad de una integración externa [45]. Asimismo, tanto la complejidad de las cadenas agroindustriales como los mercados cada vez más globalizados han agudizado la importancia de una cadena unificada por medio de mejores relaciones estratégicas y decisiones colaborativas con los demás agentes [46] [47]. En el caso específico de las cadenas agroindustriales, la integración externa puede darse entre los agricultores, cooperativas agrícolas, intermediarios, empresas agroindustriales, transportadoras, comerciantes mayoristas y minoristas, y finalmente clientes [39] [48].

3.2.2. Integración con proveedores

La integración de proveedores consiste en proporcionar información entre ambas partes y participar mancomunadamente en la toma de decisiones. La integración con los proveedores se caracteriza por la cooperación existente entre el comprador y el proveedor de materia prima e insumos. Las relaciones podrían potencialmente incluir iniciativas y programas que fomenten los vínculos entre los socios [7]. La integración con los proveedores está vinculada con un mejor desempeño en la entrega de productos [49].

3.2.3. Integración con consumidores

La integración con el cliente implica una adecuada interacción entre el cliente y los productos y procesos del fabricante [50]. La integración con el consumidor comprende los flujos de información, materiales y realimentación de información del consumidor a la empresa [2] [51] e incluye la participación del cliente en los procesos de la organización, especialmente por los cambios de tendencia de los consumidores de productos perecederos [35].

3.2.4. Integración interna

La integración interna se refiere al grado en que los departamentos en una empresa funcionan como parte de un proceso integrado, se relaciona con la coordinación, colaboración e integración de áreas funcionales dentro de la compañía [20]. La integración interna rompe las barreras funcionales y promueve la cooperación entre los departamentos con el fin de cumplir los requisitos de los clientes, en lugar de operar dentro del esquema de departamentalización y especialización tradicional [6]. Esta integración interna es difícil visualizarla en algunos de los actores de la cadena agroindustrial, como es el caso del agricultor y los comerciantes, tanto mayoristas como minoristas. Esto a su vez aumenta la falta de cooperación y transparencia [52].

Algunos elementos importantes de la integración interna incluyen el intercambio de información entre las áreas funcionales de la organización, la planeación conjunta, la cooperación entre funciones estratégicas y los equipos interfuncionales [6]. Cada función (subsistema) en una empresa (sistema) debe ser integrado para que la organización tenga un alto nivel de desempeño [53].

3.3. Beneficios de la integración de la cadena de suministro

La integración de la CS se considera de gran importancia estratégica [2] [3] [5]; por eso existen diversas razones y beneficios para que los actores involucrados deseen integrarse interna o externamente, aun cuando se han reportado algunos problemas de la integración como: diferencias en los intereses de los miembros de la CS, conflictos entre los objetivos de cada agente, desacuerdos sobre la toma de decisiones y acciones conjuntas, falta de transparencia de la información y altos costos de inversión para implementar sistemas de información entre las organizaciones [3] [31] [54] [55].

En las cadenas agroindustriales la principal barrera es la complejidad de la industria y la heterogeneidad de su estructura, debido a que está compuesta por una gran cantidad de agentes, lo que resulta en numerosas interacciones, volviendo problemático el intercambio de información y aumentando la posibilidad de incompatibilidad, desde el punto de vista tecnológico y de los sistemas para compartir información. Asimismo, en las cadenas agrícolas existe asimetría en el poder ya que las empresas con mayor dominio lo ejercen imponiendo las reglas de colaboración, lo cual aumenta continuamente el desbalance de los beneficios impidiendo que los demás agentes busquen integrarse [39].

Los beneficios y razones que motivan a las empresas a integrarse se condensan en la tabla II.

En las cadenas agroindustriales se pueden agregar otros beneficios particulares dadas las características inherentes de la misma. Los principales beneficios para los dos agentes más importantes de la cadena agroindustrial, agricultor y empresa agroindustrial se presentan en la tabla III.

Tabla II. Beneficios para integrar la CS

Integración interna	Integración externa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pronósticos más precisos ▪ Mayor utilización de la capacidad ▪ Reducción de inventario ▪ Alta rotación de inventario ▪ Aumento de la calidad en los productos ▪ Bajos costos de producción ▪ Aumento de la flexibilidad para adaptarse a la demanda incierta ▪ Mejor toma de decisiones con información en tiempo real ▪ Flujos efectivos y eficientes de productos y servicios, información y dinero para proporcionar el máximo valor para el cliente final 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor respuesta para cumplir las órdenes ▪ Aumento de la calidad ▪ Reducción de los tiempos de abastecimiento ▪ Reducción de los riesgos ▪ Reducción del efecto látigo y sus costos asociados ▪ Acceso al capital financiero y mejora en la capacidad de aprendizaje y transferencia de conocimiento ▪ Mejor servicio al cliente, aumentado la satisfacción del mismo ▪ Aumentar el mercado objetivo actual ▪ Mejor desarrollo de producto, debido al aumento de la innovación conjunta ▪ Aumento de los ingresos recibidos por ventas ▪ Promueve la capacidad de una empresa para aprovechar rápidamente las oportunidades del mercado

Fuente: elaboración propia a partir de [3] [28] [30] [31] [42] [55] [56].

Tabla III. Beneficios para el agricultor y la empresa agroindustrial

Beneficios para el agricultor	Beneficios para la empresa agroindustrial
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de la incertidumbre asociada a la disponibilidad de insumos, calidad y costos ya que los insumos pueden ser entregados por las empresas agroindustriales ▪ Algunos servicios (por ejemplo, el transporte), y asistencia tecnológica pueden ser soportados por las empresas ▪ Mayor calidad del producto, mejores propiedades sensoriales y de apariencia. ▪ Las técnicas de producción son reforzadas por la prestación de asistencia técnica ▪ Facilidad para acceder al mercado de tal manera que la incertidumbre y los costos de transacción involucrados en la búsqueda de mercados se reducen. ▪ Reducción de los riesgos de comercialización ▪ Estabilidad en los ingresos de los agricultores ▪ Uso de subproductos y residuos originados por la actividad agrícola para otros fines por parte de otras empresas ▪ Menores costos de transacción 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor regularidad en los suministros de productos agrícolas. ▪ Mayor utilización de la capacidad de procesamiento e infraestructura de distribución. ▪ Mejor coordinación en la entrega de productos ▪ Mayor calidad cuando el agricultor permite un mejor control de los procesos agrícolas ▪ Mayor capacidad para satisfacer las necesidades de los consumidores y las normas de calidad y seguridad obligatorias ▪ Reducción de los costos por unidad. Las economías de escala se pueden alcanzar por las empresas que adquieren grandes cantidades de insumos agrícolas ▪ Mayor flexibilidad, especialmente la expansión y contracción de la producción ▪ Mayor fiabilidad en la entrega ▪ Aumento del rendimiento de la inversión

Fuente: elaboración propia a partir de [57] [58] [59].

Los beneficios son numerosos, pero no se debe evaluar solamente el valor potencial de la integración, también es necesario decidir qué tan duraderos serán los vínculos con las partes interesadas [3]. Asimismo, es esencial investigar las condiciones bajo las cuales la integración es beneficiosa y no genera únicamente altos costos y flujos imprecisos de información [31].

3.4. Mecanismos de integración externa y su impacto en el desempeño

En este apartado se da a conocer la relación existente entre la integración externa y el desempeño de la CS. Posteriormente, con base en la taxonomía propuesta (Figura 3) se muestran los estudios que han analizado los efectos de mecanismos de integración externa (contratos, toma de decisiones conjunta, intercambio de información y tecnologías de información), en el desempeño de la CS agroindustrial (eficiencia, flexibilidad, capacidad de respuesta, calidad de los alimentos) y en el desempeño logístico, bien sea en los modos (aprovisionamiento, inventarios, distribución) o en los medios (sistemas de información y trazabilidad, embalaje, almacenes, transporte e infraestructura).

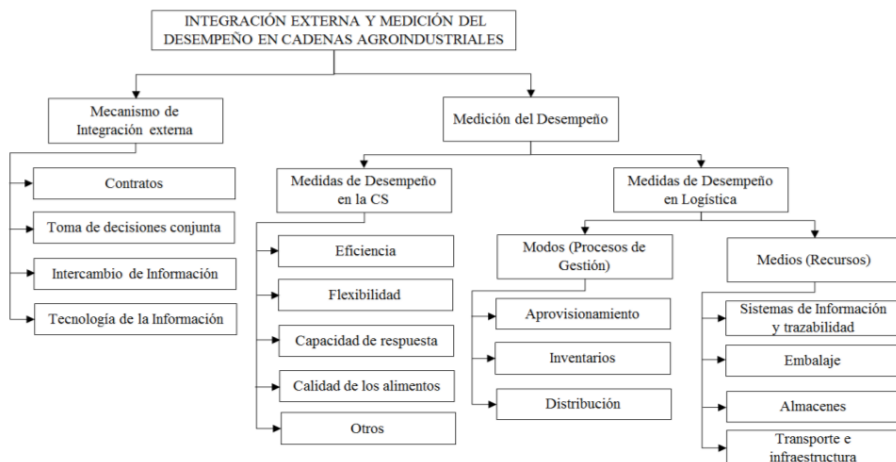


Figura 3. Taxonomía de integración externa y medición del desempeño para cadenas agroindustriales.

Fuente: elaboración propia a partir de [31] [59] [60].

3.4.1. Relación entre la integración y el desempeño de la cadena de suministro

La integración de la CS es considerado uno de los aspectos más importantes para mejorar el desempeño global de la cadena, especialmente en el rendimiento operativo y financiero [2] [5] [51]; sin embargo, no en todos los casos la integración puede ser una estrategia efectiva para mejorar el desempeño [13] [22] [61]. Las conceptualizaciones incompletas han dado lugar a que los resultados sean contradictorios, en cuanto a la relación entre el rendimiento operativo y la integración de la CS [16] [14] [26] [27] [13] [5] [7], esta relación no está definida en su totalidad, por lo tanto sigue siendo un tema amplio de investigación [6] [13].

Se ha comprobado empíricamente la relación positiva entre la integración de proveedores y clientes con el desempeño de la CS [2] [4] [6] y el nivel de servicio y el desempeño de la organización [10], el papel de la calidad, flexibilidad, entrega y costo entre el desempeño

empresarial y la integración de la CS [15]. Finalmente, el grado de integración de la CS no indice significativamente en el desempeño de las empresa, puesto que no se ha comprobado la existencia de una relación directa [5], según [10] y [15] esta relación debe ser medida con otras variables.

En cadenas agroindustriales se ha tornado difícil la medición de su desempeño [59], más aún su relación con la integración. Han sido pocos los sistemas de medición de desempeño propuestos para cadenas agroindustriales [35]; en el 2000 aparece una propuesta para medir el desempeño logístico en CS alimentarias, con indicadores clasificados en tres niveles jerárquicos de desempeño: en la CS, en el nivel organizacional y del proceso de negocio [62]. Luego en 2006 se presenta un marco de medición teniendo en cuenta cuatro elementos: estructura de la red, procesos de negocio, gestión de la red y recursos, elementos relacionados directamente con los objetivos de la cadena: diferenciación de la red, segmentación del mercado, calidad integrada y optimización de la red, por lo tanto la medición del desempeño tiene un rol importante en el diseño y gestión de la CS [48].

Un sistema de medición de desempeño más completo y específico para cadenas agroindustriales fue planteado en 2006, se basó en la revisión de los principales KPI (Key Performance Indicator, por sus siglas en inglés) y los modelos SCOR (Supply Chain Operations Reference, por sus siglas en inglés), Balanced Scorecard, Multi Criteria Analysis, DEA (Data Envelopment Analysis, por sus siglas en inglés), Life Cycle Analysis y Activity Based Costing [59]. En este sentido, el marco conceptual para la medición del desempeño en cadenas agroindustriales se categorizó en cuatro grupos: eficiencia, flexibilidad, capacidad de respuesta y calidad de los alimentos [59]. Posteriormente, este marco fue evaluado a través de un caso de estudio en la CS de tomate en Alemania [63]. Los autores concluyeron que el marco conceptual era útil para calcular el desempeño en estas cadenas por su capacidad de medir cambios en los niveles de calidad a medida que se avanza por la CS, tiempos de producción extensos, estacionalidad de la producción, transporte y almacén especial, entre otros. Adicionalmente, determinaron que el uso de cada indicador depende de los objetivos de la CS y de cada miembro de la cadena.

3.4.2. Mecanismos de integración externa en cadenas agroindustriales

Para esta revisión los mecanismos de coordinación, colaboración y cooperación se asumen como esfuerzos para lograr una adecuada integración de los agentes de la CS. La literatura ha reportado importantes investigaciones sobre mecanismos de coordinación e integración, a pesar de ello, existen pocos estudios sobre mecanismos de integración externa aplicados a casos con productos perecederos [64]. La clasificación adoptada para esta revisión se relaciona con los mecanismos categorizados por [31], los cuales son: contratos en la CS, toma de decisiones conjunta, intercambio de información y tecnologías de la información (Tabla IV).

3.4.2.1. Contratos

El uso de contratos para la integración de la cadena de abastecimientos mejora las relaciones entre los eslabones de la cadena y permite una mejor gestión del riesgo por fluctuaciones en los inventarios y precios. El contrato se puede definir como un acuerdo entre dos partes, es un conjunto de cláusulas que ofrece información adecuada, convirtiéndolo en un incentivo para garantizar la integración y mejora del rendimiento de la CS [65]. Adicionalmente, los

contratos especifican parámetros como: cantidad, calidad, tiempo y precio, con el fin de que el proveedor cumpla a cabalidad la orden del comprador [31]; es por eso que es uno de los mecanismos de mayor uso en las cadenas agroindustriales en general [32], permitiendo mejorar directamente el nivel de eficiencia y sostenibilidad en la CS agroindustrial [66].

Los contratos frecuentemente ofrecen a los agricultores importantes beneficios, como la reducción de los costos asociados con los flujos de ingresos inciertos, pueden facilitar la transferencia de nuevas tecnologías de producción, incluyendo avances en genética, servicios nutricionales, fertilizantes y control de plagas. Los contratos pueden reducir costos de procesamiento y proporcionar a los consumidores productos más asequibles [67].

3.4.2.2. Toma de decisiones conjunta

La toma de decisiones conjunta ayuda a resolver conflictos entre los miembros de la CS [31]. Los principales mecanismos de toma de decisión conjunta, que son considerados dentro de la revisión, son el inventario administrado por el vendedor y la planeación colaborativa, pronóstico y reabastecimiento [31] [43]. Persiste la confusión acerca del número de miembros, niveles de inversión y duración de las relaciones óptimos [55].

El Inventario Administrado por el Vendedor (VMI, Vendor-Managed Inventory, por sus siglas en inglés), es un mecanismo de integración que mejora la eficiencia de la CS a nivel de proveedores, compradores y clientes [68]. El proveedor asume la responsabilidad de mantener ciertos niveles de inventario y generar pedidos de compra para el reabastecimiento del inventario de los clientes. No obstante, surge la necesidad de poder compartir información y aumentar la visibilidad y transparencia en toda la CS; así, se combinó el VMI y el EDI [55]. Por esto mismo, el uso del VMI implica generalmente la utilización de un software en donde se comparten los pronósticos de demanda y costos de la información, parámetros de riesgo, intercambio de objetivos comunes y niveles de responsabilidad establecidos entre el comprador y el proveedor [31].

El CPFR (Collaborative Planning Forecasting and Replenishment, por sus siglas en inglés) tuvo su origen en 1995, cuando se realizó un proyecto piloto entre Wal-Mart, Warner-Lambert, Benchmarking patterns, SAP y Manugistics, dando como resultado un modelo de negocios llamado “forecasting and replenishing inventory collaboratively” [69]. Es una estrategia de colaboración entre dos partes o más de la CS, que busca planear conjuntamente una serie de actividades promocionales y elaborar pronósticos conjuntos. Si los proveedores tienen una mejor visibilidad de los pronósticos de ventas de los minoristas, entonces pueden planificar mejor su operación, y si tienen una mejor visibilidad de las órdenes de los minoristas, los proveedores podrán planificar mejor su reaprovisionamiento [70]. En las cadenas agroindustriales la implementación de estrategias colaborativas como el CPFR permiten balancear la demanda con la oferta a lo largo de toda la cadena, desde los agricultores hasta los clientes [71].

3.4.2.3. Intercambio de la información

El intercambio de información, útil para sistemas, personas y organizaciones, ha demostrado mejorar las medidas de desempeño en las cadenas de abastecimiento [31], esencial para

la integración de cadenas de suministro, más ahora con la introducción global de la cooperación y coordinación de largo plazo de las compañías [72]. Para mejorar los resultados de este mecanismo, las empresas deben responder cuatro preguntas clave; ¿qué compartir?, ¿a quién compartirlo?, ¿cómo compartirlo? y finalmente ¿cuándo hacerlo?. Responder adecuadamente dichas preguntas permitirá evitar redundancias, reducir los costos del intercambio de información y mejorar la capacidad de respuesta [73].

En este mecanismo los miembros de cadenas de abastecimiento coordinan compartiendo información acerca de la demanda, órdenes, inventario, costos de producción, pronósticos, entre otros [72]. Para el caso de cadenas agrícolas, las granjas pueden proporcionar información sobre el origen y los procesos de producción, mientras que las empresas ofrecen información sobre las características del producto. Se puede compartir también información sobre los pronósticos, el monitoreo del tiempo y la calidad, los planes de producción y pronósticos de las entregas, así como las condiciones en que se realiza. Sin embargo, la información no es completamente fiable dada la variabilidad del clima, características del suelo, entre otros [74].

3.4.2.4. Tecnologías de la Información y la Comunicación

La Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) es usada para mejorar la coordinación, ha mostrado tener un impacto positivo en medidas de desempeño como el servicio al cliente, lead time y costos de producción [10]. Los diferentes avances de la tecnología de la información como internet, el intercambio electrónico de información (EDI), el ERP, el e-business y muchos más, han permitido a las firmas intercambiar productos, información, fondos y usar métodos colaborativos para optimizar las operaciones de la CS. Se ha demostrado que internet puede mejorar considerablemente la comunicación y da la posibilidad a los miembros de la CS de revisar el desempeño pasado y monitorear el desempeño actual [75].

El uso de estas tecnologías ha aumentado en las cadenas agroindustriales, creando un nuevo modelo de negocios para las compañías que operan en este sector, especialmente con las aplicaciones de internet, ya que resulta más económico que el EDI [76]. Para lograr una mejor calidad del producto, cumplir con estándares de seguridad y tener tiempos eficientes de respuesta es prescindible el uso de tecnologías de información que faciliten su intercambio [34].

Los sistemas de información en las cadenas agrícolas pueden ser una fuente de ventaja competitiva para todo el sistema logístico cuando la tecnología es usada para facilitar el intercambio de información entre los actores de la cadena [77]. Entre las tecnologías pertinentes para la recopilación, procesamiento, presentación y comunicación de datos e información (incluyendo comunicación con el cliente) se destacan los dispositivos multipropósito, RFID y tecnologías para la captura de datos y recolección de información [74].

3.4.3. Medidas de desempeño en cadenas agroindustriales

Las medidas de desempeño consideradas para la construcción de la Tabla IV fueron tomadas de [59, p. 63] ya que, como los autores aseguran, existen numerosos indicadores cuantitativos o cualitativos, financieros o no financieros, pero no existe consenso en cómo medir el desempeño de las CS y mucho menos en el campo de la agroindustria; es por eso que se usó este marco conceptual de medición de desempeño específico para cadenas de suministro

agroindustriales, el cual se divide en cuatro categorías: eficiencia, flexibilidad, capacidad de respuesta y calidad de alimentos, cada categoría incluye indicadores específicos. Además, se incluyó una categoría llamada “otros” para el caso en donde se tomaban otras medidas de desempeño que no fueron contempladas en el marco de medición descrito previamente (Tabla IV).

En lo que se refiere al desempeño logístico se utilizó la metodología para el diagnóstico logístico de CS agroindustriales de [60], la cual se divide en dos categorías de análisis: modos (procesos de gestión) y medios (recursos).

3.4.4. Impacto de la integración externa en el desempeño de cadenas agroindustriales

En la Tabla IV se muestra que solo 43 artículos de los 138 incluyen algún tipo de mecanismo de integración y miden el impacto en alguna de las categorías de desempeño de la CS y logística (Figura 2), mientras los demás (92 publicaciones) se excluyen de la tabla, dado que no contemplan su incidencia en el desempeño logístico o de la CS.

Tabla IV. Artículos con tipo de mecanismo de integración y medidas de desempeño en CS Agroindustrial

Mecanismo de integración	Autor	Año	Medidas de desempeño de la CS					Medidas de desempeño Logísticas									
			E	F	CR	CA	O	Modos		Medios							
								A	I	D	ST	EM	AL	TI			
Contratos	[78]	2013	X														
	[79]	2011	X														
	[80]	2009	X						X								
	[81]	2009	X	X		X					X						
	[82]	2008	X	X				X	X								
	[83]	2008	X														
	[84]	2008	X														
	[85]	2008	X														
	[86]	2007	X	X		X											
[87]	2003				X												
Toma de decisiones conjunta	[88]	2012	X					X									
	[89]	2011	X														
	[90]	2011	X					X	X						X		
	[91]	2010	X														
	[92]	2009	X	X													
	[93]	2008	X	X													
Intercambio de información	[94]	2014				X											
	[95]	2014	X			X											
	[96]	2013		X			X										
	[97]	2013	X			X											
	[98]	2013															
	[99]	2012	X	X	X		X				X	X					
	[100]	2011	X			X											
	[101]	2011			X					X	X						
	[102]	2010	X	X						X							
	[103]	2010	X			X											
	[104]	2010		X													
	[105]	2010					X										
	[106]	2010			X		X		X	X							
	[107]	2009	X														

Continúa

	[108]	2009	X				X										
	[109]	2009	X			X	X										
	[110]	2007	X	X			X										
	[111]	2006	X														
	[112]	2006			X												
	[113]	2004	X														
Tecnología de la información	[33]	2013	X	X			X	X	X	X	X						
	[114]	2009	X	X			X	X	X	X	X						
Intercambio de información - Tecnología de la información	[115]	2010	X				X										
	[116]	2009	X		X												
	[117]	2009	X		X	X		X			X						
	[34]	2005	X	X					X		X						
	[76]	2005	X				X				X						X
Total			34	13	6	10	12	6	9	5	6	0	1	1			

E: Eficiencia; F: Flexibilidad; CR: Capacidad de Respuesta; CA: Calidad de los alimentos; O: Otros; A: Aprovisionamiento; I: Inventarios; D: Distribución; ST: Sistemas de Información y trazabilidad; EM: Embalaje; AL: Almacenes; TI: Transporte e infraestructura.

Los mecanismos de integración externa han sido usados en su mayoría de manera aislada como se observa en la Figura 4, cada mecanismo de integración externa es representado con un círculo y las intersecciones muestran cuándo se usó más de un mecanismo de manera simultánea.

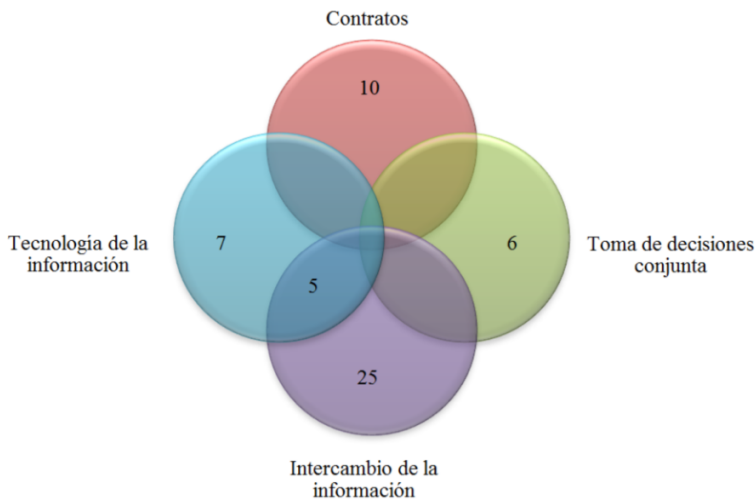


Figura 4. Frecuencia de uso de mecanismos de integración externa.

Fuente: los autores.

El mecanismo usado con mayor frecuencia es el intercambio de información (58,1%), seguido del uso de contratos (23,3%), mientras que el uso de tecnologías de la información (16,3%) y la toma de decisiones conjunta (13,9%) han sido poco utilizados. Por otra parte, solo autores como [34] [76] [115] [116] y [117], utilizaron dos mecanismos de integración externa de manera simultánea (intercambio de la información y tecnologías de la información), por lo tanto, es necesario evaluar cómo la sinergia de varios mecanismos usados de manera simultánea afecta el desempeño de cada eslabón y la CS agroindustrial. En cuanto a las medidas de desempeño de las CS estudiadas, la Figura 5 muestra el uso de cada categoría de indicadores y la frecuencia cuando se usó incluyó más de una categoría de desempeño al tiempo.

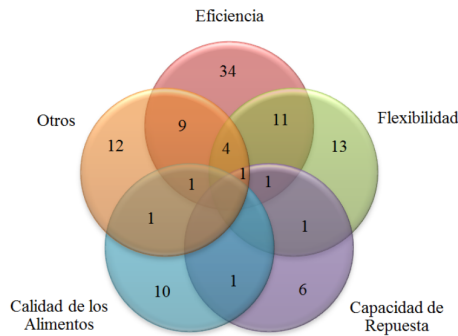


Figura 5. Frecuencia de uso de medidas de desempeño en la CS agroindustrial.

Fuente: los autores.

La mayor parte de los autores analizaron el efecto de la integración externa en la eficiencia de la CS agroindustrial (79,1 %), seguido de la flexibilidad de la CS con un 30,2 %, la calidad de los alimentos con un 23,3 % y la capacidad de respuesta con un 14,0 %, mientras que un 27,9 % incluyó otras medidas de desempeño como la tasa de crecimiento en ventas, cuota de mercado, exactitud en los pronósticos, mejor comunicación, entre otros. Ninguno de los autores consideró al menos un indicador de eficiencia, flexibilidad, capacidad de respuesta y calidad de los alimentos, por consiguiente, es importante evaluar el efecto de la integración externa en todas las categorías del marco de desempeño para cadenas agroindustriales propuesto por [59].

Respecto a la medición del desempeño logístico, la Figura 6 muestra la cantidad publicaciones que consideraron los medios, modos o ambos a la vez. Medios Medios y modos Modos

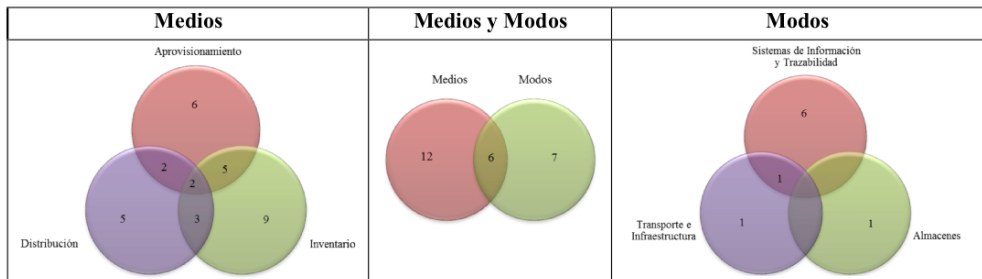


Figura 6. Frecuencia de uso de medios y modos logísticos.

Fuente: los autores.

Solo doce publicaciones (27,9 %) de las 43 en total, analizaron el efecto de mecanismo de integración en los modos, el 16,3 % en los medios logísticos y el 14,0 % en ambos. En cuanto a los modos (procesos de gestión), el 20,9 % del total de publicaciones aspectos de aprovisionamiento, 14,0 % incluyó de inventario y solo 11,6 % el proceso de distribución. En los medios (recursos) un 14, % del total de publicaciones consideró los sistemas de información y trazabilidad, un 2,3 % abordó recursos de almacenes y otro 2,3 % transporte e infraestructura. Ninguno de los autores incluyó el embalaje o empaque. De este modo, son pocos los estudios

que han tomado como eje principal el tema logístico, lo cual resalta la necesidad de estudios en CS agroindustriales que evalúen uno o más mecanismos de integración en el desempeño logístico.

Finalmente, no existe una clara comprensión de cómo está evolucionando este campo de conocimiento, por lo cual esta revisión propone seguir la metodología de selección de uno o varios mecanismos de integración externa de [31] y su medición bajo el marco de desempeño para la CS agroindustriales de [59] y la medición del desempeño logístico de las categorías de análisis propuestas por [60].

4. Conclusiones

La integración en la cadena de suministro agroindustrial no es un concepto nuevo, su evolución ha sido paulatina e impulsada por factores de mercado, regulatorios, tecnológicos, entre otros. La relación existente entre la integración y el desempeño de la CS ha sido ampliamente abordada en cadenas convencionales, no obstante, esta revisión ha mostrado que los estudios en CS agroindustriales han sido escasos, representando una oportunidad de investigación; además, la revisión permite organizar los futuros avances sobre este campo ya que encamina los esfuerzos de investigación, tanto para mecanismos de integración externa como para indicadores de desempeño.

En cuanto a mecanismos de integración externa, muy pocos autores han abordado más de un mecanismo de integración a la vez, de esta manera es necesario estudiar el impacto de varios mecanismos de integración externa en el desempeño de la CS y su impacto en los diferentes eslabones. Tampoco se evidencia un estudio que aclare bajo qué condiciones y contextos de la CS agroindustrial resultan más eficiente los mecanismos de integración externa.

Adicionalmente, la mayor parte de las publicaciones se enfocó en el intercambio de información como principal mecanismo de integración externa, mientras que el mecanismo con menor frecuencia de uso ha sido la toma de decisiones conjuntas, con estrategias colaborativas como el VMI y el CPFR, ya que las características de las CS agroindustriales aumentan su complejidad, por consiguiente, es importante desarrollar mecanismos de toma de decisiones conjunta que se adapten a estas características inherentes de la CS agroindustrial y garanticen un mayor desempeño para los actores y la CS en general.

Con respecto a la medición del desempeño, actualmente no existe un marco común de medición de desempeño para las CS agroindustriales, lo cual dificulta el avance en este campo, por lo tanto, es necesario analizar el impacto de la integración externa sobre un marco de medición como el descrito en esta revisión, adaptándolo a las características de cada eslabón y la CS agroindustrial.

5. Trabajo futuro

Los trabajos futuros que trabajen uno o más mecanismos de integración externa en las CS agroindustriales deberían incluir al menos un indicador por categoría del marco de medición de desempeño referido (eficiencia, flexibilidad, capacidad de respuesta y calidad de los alimentos), permitiendo una visión más completa del efecto de la integración en el desempeño

de la CS agroindustrial y no solo en la eficiencia de la CS con indicadores como costos, utilidad, rendimiento de la inversión y niveles de inventario. En lo que se refiere a la integración externa y el desempeño logístico de cadenas agroindustriales, sigue siendo un campo incipiente y con potencial para futuras investigaciones, tanto en los modos (procesos de gestión) como en los medios (recursos) logísticos, lo que podría profundizar en el enfoque propuesto por Orjuela y Adarme [60].

Esta revisión no incluye un análisis de las principales CS agroindustriales sometidas a estudio, así como las herramientas y métodos utilizados en las publicaciones para evaluar el impacto de mecanismos de integración externa en el desempeño. Por otra parte, la taxonomía puede ser aún más detallada. Respecto a la medición de desempeño, se puede especificar la variable a medir, unidad de medida, objetivos de la medición, métrica, tipo de información e indicador de desempeño, mientras que para los mecanismos se puede profundizar en cada uno, mostrando los tipos de contratos usados, información compartida, tecnología de la información utilizada y estrategias colaborativas.

Referencias

- [1] D. Lambert, M. Cooper and J. Pagh, "Supply Chain Management Implementation Issues and Research Opportunities", *The International Journal of Logistics Management*, vol. 9, no. 2, pp. 1-17, 1998.
- [2] M. Frohlich and R. Westbrook, "Arcs of Integration: An International Study of Supply Chain Strategies", *Journal of Operations Management*, vol. 19, no. 2, pp. 185-200, 2001.
- [3] S. Fawcett and G. Magnan, "The rhetoric and reality of supply chain integration", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, pp. 339-361, 2002.
- [4] S. Zailani and P. Rajagopal, "Supply chain integration and performance: US versus East Asian companies", *Supply Chain Management*, vol. 10, no. 2, p. 379-393, 2005.
- [5] T. Van der Vaart and Van Donk, "A critical review of survey-based research in supply chain integration", *International Journal of Production Economics*, vol. 111, no. 1, pp. 42-55, 2008.
- [6] B. Flynn, B. Huo and X. Zhao, "The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach", *Journal of Operations Management*, pp. 58-71, 2010.
- [7] C. Droge, S. Vickery and M. Jacobs, "Does supply chain integration mediate the relationships between product/process strategy and service performance? An empirical study", *International Journal of Production Economics*, vol. 137, no. 2, pp. 250-262, 2012.
- [8] T. Davis, "Effective supply chain management", *Management Review Summer*, pp. 35-46, 1993.
- [9] R. Narasimhan and S. Kim, "Effect of supply chain integration on the relationship between diversification and performance: evidence from Japanese and Korean firms", *Journal of Operations Management*, vol. 20, no. 3, pp. 303-323, 2002.
- [10] S. Vickery, J. Jayaram, C. Droge and R. Calantone, "The effects of an integrative supply chain strategy on customer service and financial performance: An analysis of direct versus indirect relationships", *Journal of Operations Management*, pp. 523-539, 2003.
- [11] C. Droge, J. Jayaram and S. Vickery, "The Effects of internal versus external integration practices on time-based performance and overall firm performance", *Journal of Operations Management*, vol. 22, no. 6, pp. 557-573, 2004.
- [12] M. Swink, R. Narasimhan and C. Wang, "Managing beyond the factory walls: effects of four types of strategic integration on manufacturing plant performance", *Journal of Operations Management*, vol. 25, no. 1, pp. 148-164, 2007.
- [13] N. Fabbe-Costes and M. Jahre, "Supply chain integration and performance: a review of the evidence", *The International Journal of Logistics Management*, vol. 19, no. 2, pp. 130-154, 2008.

- [14] M. Pagell, "Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics", *Journal of Operations Management*, vol. 22, no. 5, pp. 459-487, 2004.
- [15] E. Rosenzweig, A. Roth and J. Dean, "The influence of an integration strategy on competitive capabilities and business performance: An exploratory study of consumer products manufacturers", *Journal of Operations Management*, vol. 21, no. 4, pp. 437-456, 2003.
- [16] T. Stank, S. Keller and P. Daugherty, "Supply chain collaboration and logistical service performance", *Journal of Business Logistics*, vol. 22, no. 1, pp. 29-48, 2001.
- [17] S. O'Leary-Kelly and B. Flores, "The integration of manufacturing and marketing/sales decisions on organizational performance", *Journal of Operations Management*, vol. 20, no. 3, pp. 221-240, 2002.
- [18] L. Vijayarathy, "Supply integration: an investigation of its multi-dimensionality and relational antecedents", *International Journal of Production Economics*, vol. 124, no. 2, pp. 489-505, 2010.
- [19] G. Stevens, "Integrating the Supply Chain", *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, vol. 19, no. 8, pp. 3-8, 1989.
- [20] G. Stock, N. Greis and J. Kasarda, "Logistics, strategy and structure: A conceptual framework", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 18, no. 1, pp. 37-52, 1998.
- [21] C. Gimenez and E. Ventura, "Logistics-Production, Logistics-Marketing and External Integration", *International Journal of Operations & Production Management*, pp. 20-38, 2005.
- [22] D. Power, "Supply chain management integration and implementation: a literature review", *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 10, no. 4, pp. 252-263, 2005.
- [23] A. Rodrigues, T. Stank and D. Lynch, "Linking strategy, structure, process, and performance in integrated logistics", *Journal of Business Logistics*, vol. 25, no. 2, pp. 65-94, 2004.
- [24] W. Kim, "An investigation on the direct effect of supply chain integration on firm performance", *International Journal of Production Economics* 119, vol. 119, no. 2, pp. 328-346, 2009.
- [25] D. Prajogo and J. Olhager, "Supply chain integration and performance: the effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration", *International Journal of Production Economics*, vol. 135, no. 1, pp. 514-522, 2012.
- [26] I. Chen and A. Paulraj, "Towards A Theory of Supply Chain Management: The Constructs and Measurements", *Journal of Operations Management*, pp. 119-150, 2004.
- [27] R. Germain and K. Iyer, "The interaction of internal and downstream integration and its association with performance", *Journal of Business Logistics*, pp. 29-53, 2006.
- [28] H. Lee, V. Padmanabhan and S. Whang, "Information distortion in supply chain: The bullwhip effect", *Management Science*, vol. 43, no. 4, pp. 546-558, 1997.
- [29] Arshinder, A. Kanda and S. Deshmukh, "A coordination theoretic model for three level supply chains using contracts", *Indian Academy of Science*, vol. 34, no. 5, pp. 767-798, 2009.
- [30] M. Maleki and V. Machado, "An Empirical Review On Supply Chain Integration", *Management and Production Engineering Review*, vol. 4, no. 3, pp. 85-96, 2013.
- [31] Arshinder, A. Kanda and Deshmukh, "Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions", *International Journal of Production Economics*, vol. 115, no. 2, p. 326, 2008.
- [32] O. Ahumada and 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.
- [33] J. Han, H. Lu, J. Trienekens and S. Omta, "The impact of supply chain integration on firm performance in the pork processing industry in China", *Chinese Management Studies*, vol. 7, no. 2, pp. 230-252, 2013.
- [34] E. Mangina and I. Vlachos, "The changing role of information technology in food and beverage logistics management: beverage network optimisation using intelligent agent technology", *Journal of Food Engineering*, vol. 70, no. 3, p. 403- 420, 2005.
- [35] N. Tsolakis, C. Keramydas, A. K. Toka, D. Aidonis and E. Iakovou, "Agrifood supply chain management: A comprehensive hierarchical decision-making framework and a critical taxonomy", *Byosystems Engineering*, vol. 120, pp. 1-18, 2013.
- [36] I. Putzger, "All the ducks in a row", *World Trade*, vol. 11, no. 9, pp. 54-60, 1998.
- [37] E. Iakovou, D. Vlachos, C. Achillas and F. Anastasiadis, "A methodological framework for the design of green supply chains for the agrifood sector", de 2nd International Conference on Supply Chains, Greece, 2012.

- [38] J. Orjuela, M. Calderon and S. Buitrago, "Elementos para el análisis del mercado en la cadena agroindustrial", *Revista Científica*, pp. 13-52, 2006.
- [39] A. Matopoulos, M. Vlachopoulou, V. Manthou and 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.
- [40] J. Orjuela and I. Chavarrio, "Caracterización de la Cadena de Abastecimiento de Panela para la Provincia de Bajo Magdalena- Cundinamarca", *Ingeniería*, pp. 107-124, diciembre, 2011.
- [41] H. Moharana, J. Murty, K. Senapati and K. Khuntia, "Coordination, Collaboration and Integration for Supply Chain Management", *International Journal of Interscience Management Review*, pp. 46-51, 2012.
- [42] M. Cao and Q. Zhang, *Supply Chain Collaboration: Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture*, London: Springer, 2013.
- [43] M. Hudnurkar and U. Rathod, "Collaborative supply chain: insights from simulation", *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, vol. 3, no. 2, pp. 122-144, 2012.
- [44] M. Cao and Q. Zhang, "Supply chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance", *Journal of Operations Management*, vol. 29, no. 3, pp. 163-180, 2011.
- [45] Chen, "Agri-food supply chain management: opportunities, issues, and guidelines", de International conference on livestock services, Beijing, 2006.
- [46] J. Van der Vorst, C. da Silva and J. Trienekens, *Agro-industrial supply chain management concepts and applications*, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007.
- [47] C. Fischer and M. Hartman, *Agri-food chain relationships*, London: CAB International, 2010.
- [48] J. Van der Vorst, "Performance measurement in agri-food supply chain networks. An overview", *Quantifying the Agri-food Supply Chain*, Springer, 2006, pp. 15-26.
- [49] X. Koufteros, T. Cheng and K. Lai, "Black-box and gray box supplier integration in product development: antecedents, consequences and the moderating role of firm size", *Journal of Operations Management*, vol. 225, no. 4, pp. 847-870, 2007.
- [50] J. Wisner, K. Tan and K. Leong, *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach*, 3 ed., South-Western: Cengage Learning, 2011.
- [51] X. Zhao, B. Huo, B. Flynn and F. Yeung, "The impact of power and relationship commitment on the integration between manufacturers and customers in a supply chain", *Journal of Operations Management*, vol. 26, no. 3, pp. 368-388, 2008.
- [52] J. Van der Vorst, "Performance levels in food traceability and the impact on chain design: results of an international benchmark study", de *Dynamics in chains and networks: Proceedings of the sixth International Conference on chain and network management in agribusiness and the food industry*, Netherland, Wageningen Academic Press, pp. 175-183, 2004.
- [53] X. Zhao, B. Huo, W. Selen and J. Yeung, "The impact of internal integration and relationship commitment on external integration", *Journal of Operations Management*, vol. 29, no. 2, pp. 17-32, 2011.
- [54] W. Zhao and Y. Wang, "Coordination of joint pricing-production decisions in a supply chain", *IIE Transactions*, vol. 34, no. 8, pp. 701-715, 2002.
- [55] U. Ramanathan, "Performance of supply chain collaboration-A simulation study", *Expert Systems with Applications*, vol. 41, no. 1, pp. 210-220, 2014.
- [56] W. Yu, M. Jacobs, D. Salisbury and H. Enns, "The effects of supply chain integration on customer satisfaction and financial performance: An organizational learning perspective", *International Journal of Production Economics*, vol. 146, no. 1, p. 346- 358, 2013.
- [57] C. Da Silva, *The growing role of contract farming in agri-food systems development: drivers, theory and practice*, Rome, 2005.
- [58] C. Eaton and A. Shepherd, *Agricultura por contrato: Alianzas para el crecimiento*, Roma, 2001.
- [59] L. Aramyan, C. Ondersteijn, O. van Kooten and A. Lansink, "Performance indicators in agri-food production chains", *Quantifying the agri-food supply chain*, pp. 49-66, springer, 2006.
- [60] J. Orjuela and W. Adarme, "Identificación de asimetrías en los medios de almacenamiento and transporte en la cadena de frutas colombiana.", de *Primer Congreso Internacional Industria y Organizaciones, Logística para la Competitividad*, Bogotá D.C., 2014.

- [61] M. Christopher and M. Juttner, "Supply chain relationships: making the transition to closer integration", *International Journal of Logistics: Research and Applications*, pp. 5-23, 2000.
- [62] J. Van der Vorst, *Effective food supply chains: Generating, modelling and evaluating supply chain scenarios*, Wageningen, 2000.
- [63] L. Aramyan, O. Lansink and J. Van der Vorst, "Performance measurement in agrifood supply chains: A case study", *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 12, no. 4, pp. 304-315, 2007.
- [64] M. Reina, W. Adarme and O. Suarez, "Coordination on Agrifood Supply Chain", *World Academy of Science Engineering and Technology*, vol. 6, pp. 11-27, 2012.
- [65] G. Cachon, "Supply chain coordination with contracts", in *Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation*, North-holland, 2003, pp. 2-5.
- [66] A. Beulens, D. Broens, P. Folstar and G. Hofstede, "Food safety and transparency in food chains and networks: relationships and challenges", *Food Control*, vol. 16, no. 6, pp. 481-486, 2005.
- [67] J. MacDonald, J. Perry, M. Ahearn, D. Banker, W. Chambers, C. Dimitri, K. Nigel, K. Nelson and L. Southard, "Contract, markets, and prices :organizing the production and use of agricultural commodities", *Agricultural Economic Report*, 2004.
- [68] M. Waller, E. Johnson and T. Davis, "Vendor - Managed Inventory in the retail supply chain", *Journal of Business Logistics*, pp. 183-203, 1999.
- [69] P. Danese, "Designing CPFR collaborations: insights from seven case studies", *International Journal of Operations & Production Management*, pp. 181 - 204, 2007.
- [70] Y. Sheffi, "The value of CPFR", in *Proceedings of RIRL Conference*, Lisboa, 2002.
- [71] T. Netland, E. Alfnes and I. Heskestad, "Integrated manufacturing planning in agri-food supply chains towards end-to-end integration in a Norwegian meat company", de *8th International Conference on Management in Agri-Food Chains and Networks*, Netherland, 2008.
- [72] Z. Lotfi, M. Mukhtar, S. Sahran and A. T. Zadeh, "Information Sharing in Supply Chain Management", *Procedia Technology*, vol. 11, pp. 298-304, 2013.
- [73] S. Sun and J. Yen, "Information supply chain: A unified framework for information-sharing", *Intelligence and Security Informatics*, vol. 3495, pp. 422-428, 2005.
- [74] R. J. Lehmann, R. Reiche and G. Schiefer, "Future internet and the agri-food sector: State-of-the-art in literature and research", *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 89, pp. 158-174, 2012.
- [75] J. Liu, S. Zhang and J. Hu, "A case study of an inter-enterprise workflow-supported supply chain management system", *Information & Management*, vol. 42, no. 3, p. 441- 454, 2005.
- [76] V. Manthou, A. Matopoulos and M. Vlachopoulou, "Internet-based applications in the agri-food supply chain: a survey on the Greek canning sector", *Journal of Food Engineering*, vol. 70, no. 3, p. 447- 454, 2005.
- [77] V. Salin, "Information technology in agri-food supply chains", *International Food an Agribusiness Management review*, vol. 1, no. 3, p. 329- 334, 1998.
- [78] L. Chen, "Dynamic supply chain coordination under consignment and vendor-managed inventory in retailer-centric B2B electronic markets", *Industrial Marketing Management*, vol. 42, no. 4, pp. 518-531, 2013.
- [79] T. Zhang and S. Lu, "Study on win-win of coordinating supply chain", *Proceedings 2011 International Conference on Business Management and Electronic Information*, pp. 140-144, 2011.
- [80] D. Shen, M. Wang, K. Lai and L. Liang, "Production-inventory cooperation for perishable products in supply chain", *Proceedings of the 2009 International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization*, pp. 876-878, 2009.
- [81] X. Zhang and L. Aramyan, "A conceptual framework for supply chain governance", *China Agricultural Economic Review*, vol. 1, no. 2, pp. 136-154, 2009.
- [82] A. Gyau and A. Spiller, "The impact of supply chain governance structures on the inter-firm relationship performance in agribusiness", *Agricultural Economics*, vol. 54, no. 4, p. 2008.
- [83] S. Kuiran, Z. Xiao and Z. Lin, "Supply chain coordination problem with loss-averse retailer and buyback contract", *2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2008.
- [84] J. Z. G. S. D. Cai, "Analysis of coordination mechanisms in a two-echelon supply chain", *Proceedings of 2008 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, pp. 1997-2001, 2008.

- [85] B. Liu and W. Ma, "Application of quantity flexibility contract in perishable products supply chain coordination", Chinese Control and Decision Conference, pp. 2758-2761, 2008.
- [86] J. Han, J. Trienekens, T. Tan and S. Omta, "Quality management and governance in pork processing industries in China", in Tropical food chains Governance for Quality in Tropical Food Chains, vol. 10, Netherland, Wageningen Academic Publishers, 2007, pp. 133-152.
- [87] D. Zylbersztajn and C. Filho, "Competitiveness of meat agri-food chain in Brazil", Supply Chain Management, vol. 8, no. 2, pp. 155-165, 2003.
- [88] Y. Yu, Z. Wang and L. Liang, "A vendor managed inventory supply chain with deteriorating raw materials and products materials and products", International Journal of Production Economics, vol. 136, no. 2, pp. 266-274, 2012.
- [89] P. Akhtar, C. Fischer and N. Marr, "Improving the effectiveness of food chain coordinators: A conceptual model", Acta Horticulturae, vol. 895, pp. 15-21, 2011.
- [90] D. Shen, K. Lai, S. Leung and L. Liang, "Modelling and analysis of inventory replenishment for perishable agricultural products with buyer- seller collaboration", International Journal of Systems Science, vol. 42, no. 7, pp. 1207-1217, 2011.
- [91] S. Fu, L. Sun, J. Wu and L. Diao, "On decision-making model for the performance of agricultural supply chain cooperation under information asymmetry", Proceedings-3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 2010.
- [92] F. Du, S. Leung, J. Zhang and K. Lai, "Procurement of agricultural products using the CPFR approach", Supply Chain Management: An International Journal, pp. 253-258, 2009.
- [93] P. Southard and S. Swenseth, "Evaluating Vendor-Managed Inventory (VMI) in Non Traditional Environments Using Simulation", Management Department Faculty Publications, vol. 116, no. 2, pp. 275-286, 2008.
- [94] M. Ding, F. Jie, K. Parton and M. Matanda, "Relationships between quality of information sharing and supply chain food quality in the Australian beef processing industry", International Journal of Logistics Management, vol. 1, pp. 85-108, 2014.
- [95] K. Grekova, H. Bremmers, J. Trienekens, R. Kemp and S. Omta, "Extending environmental management beyond the firm boundaries: An empirical study of Dutch food and beverage firms", International Journal of Production Economics, vol. 152, pp. 174-187, 2014.
- [96] J. Bastian and J. Zentes, "Supply chain transparency as a key prerequisite for sustainable agri-food supply chain management", International Review of Retail, Distribution and Consumer Research, vol. 23, no. 5, pp. 553-570, 2013.
- [97] P. Leat and C. Revoredo-Giha, "In search of differentiation and the creation of value: The quest of the Scottish pig supply chain", British Food Journal, vol. 115, no. 10, pp. 1487-1504, 2013.
- [98] V. Kumar, S. Akkarangoon, J. Garza-Reyes, L. Rocha, A. Kumari and Y. Wang, "A Multi-Agent Architecture Framework to Improve Wine Supply Chain Coordination", Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 1077-1088, 2013.
- [99] G. Peng, J. Trienekens, S. Omta and W. Wang, "The relationship between information exchange benefits and performance: Mediating the effect of supply chain compliance in the chinese poultry chain?", International Food and Agribusiness Management Review, vol. 15, no. 4, pp. 65-92, 2012.
- [100] S. Naspetti, N. Lampkin, P. Nicolas, M. Stolze and R. Zanoli, "Organic supply chain collaboration: A case study in eight EU countries", Journal of Food Products Marketing, vol. 17, pp. 141-162, 2011.
- [101] J. Saengadsapaviriya, "Collaborative supply chain management for agricultural produce under Thailand-China FTA: A case study on fresh longans export", Proceedings-2011 4th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, pp. 496-500, 2011.
- [102] J. Li, Y. Chai and D. Fu, "Cooperation of multi-level supply chain with perishable products based on model predictive control", Journal of Information and Computational Science, vol. 7, no. 13, pp. 2935-2942, 2010.
- [103] J. Coronado, J. Bijman, O. Omta and A. Lansink, "Relationship characteristics and performance in fresh produce supply chains: The case of the Mexican avocado industry", Journal on Chain and Network Science, vol. 10, no. 1, pp. 1-15, 2010.
- [104] L. Hobley and P. Batt, "How buyer-supplier relationships can create value: The case of the australian wine industry", de Agri-food Chain Relationships, 2010, pp. 220-234.

- [105] Q. Li, "Analysis on channel information and control structure performance in food supply chain under e-commerce environment", 2nd International Symposium on Information Science and Engineering, pp. 119-121, 2010.
- [106] A. Humphries and L. McComie, "Performance measurement in the management of food supply chain relationships", de Performance measurement in the management of food supply chain relationships, 2010, pp. 19-36.
- [107] X. Sun and R. Collins, "Systems thinking, relationship management and supply chains", 53rd Annual Conference of the International Society for the Systems Sciences, pp. 116-126, 2009.
- [108] K. Bryceson and G. Slaughter, "Integrated autonomy-A modeling-based investigation of agrifood supply chain performance", 11th International Conference on Computer Modelling and Simulation, 2009.
- [109] C. Hill, G. Zhang and G. Scudder, "An empirical investigation of EDI usage and performance improvement in food supply chains", IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 56, no. 1, pp. 61-75, 2009.
- [110] J. Han, S. Omta and J. Trienekens, "The joint impact of supply chain integration and quality management on the performance of pork processing firms in China", International Food and Agribusiness Management Review, vol. 10, no. 2, pp. 67-95, 2007.
- [111] S. Vellema, L. Admiraal, J. Naewbanij and J. Buurma, "Cooperation and strategic fit in the supply chain of Thai fruit", Acta Horticulture, vol. 699, p. Acta Horticulturae, 2006.
- [112] A. Fearné, S. Barrow and D. Schulenberg, "Implanting the benefits of buyer-supplier collaboration in the soft fruit sector", Supply Chain Management, vol. 11, no. 1, pp. 3-5, 2006.
- [113] R. Duffy and A. Fearné, "Buyer-supplier relationships: An investigation of moderating factors on the development of partnership characteristics and performance", Food and Agribusiness Management Review, vol. 7, no. 2, pp. 1-25, 2004.
- [114] J. Han, J. Trienekens and S. Omta, "Integrated information and logistics management, quality management and firm performance of pork processing industry in China", British Food Journal, vol. 111, no. 1, pp. 9-25, 2009.
- [115] G. Kenyon and B. Neureuther, "A comparison of information technology usage across supply chains: A comparison of the U.S. beef industry and the U.S. food industry", International Journal of Information Systems and Supply Chain Management, vol. 3, no. 4, pp. 42-69, 2010.
- [116] R. Rajaguru and M. Matanda, "Influence of inter-organisational integration on business performance: The mediating role of organisational-level supply chain functions", Journal of Enterprise Information Management, vol. 22, no. 4, pp. 456-467, 2009.
- [117] A. Matopoulos, M. Vlachopoulou and V. Manthou, "Understanding the factors affecting e-business adoption and impact on logistics processes", Journal of Manufacturing Technology Management, vol. 20, no. 6, pp. 853-865, 2009.

Andrés Felipe Ruiz Moreno

Nació en Bogotá, Colombia. Es estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá, Colombia. Integrante del Grupo de investigación GICALyT.
e-mail: afruizm@udistrital.edu.co

Andrés Leonardo Caicedo Otavo

Nació en Bogotá, Colombia. Es estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá, Colombia. Integrante del Grupo de investigación GICALyT.
e-mail: alcaicedoo@udistrital.edu.co

Javier Arturo Orjuela Castro

Nació en Bogotá, Colombia. Es Ingeniero de Alimentos, Ingeniero Industrial, Especialista en Ingeniería de producción de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Obtuvo su título de Maestría en Investigación y Estadística en la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Actualmente estudia Doctorado en Ingeniería Industria y Organizaciones en la Universidad Nacional de Colombia, Se desempeña como profesor e investigador en las áreas de Logística en Distrital Francisco José de Caldas, Director del Grupo de investigación GICALyT.
e-mail: e-mail: jorjuela@udistrital.edu.co