

Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos

Models and configurations of supply chains in perishable goods

Zulma Hasbleidy Vianchá Sánchez*
Equipo CREPIB

* Investigadora del Centro Regional de Gestión para la Productividad e Innovación de Boyacá, Colombia. Ingeniera de Sistemas y Computación, especialista en Gestión de la Productividad y la Calidad, Magíster en Diseño y Gestión de Procesos. zuvisanchez@gmail.com

Resumen

El propósito de este artículo es presentar un marco de referencia en los modelos y configuraciones de cadenas de suministro agrícolas, específicamente en productos perecederos. La revisión se basó en la búsqueda de información en las bases de datos ISI Web of Science, Scopus y Science Direct, así como en la selección con criterio propio de los temas de interés. El artículo presenta algunos enfoques sobre la modelación y la configuración de las cadenas de suministro y el impacto del territorio en su planeación. La exploración permitió establecer que se requiere seguir estudiando el tema de las configuraciones y sus implicaciones para el diseño de modelos que permitan mejorar los procesos logísticos en cadenas de suministro agrícolas de múltiples productores, con diversas ubicaciones geográficas en áreas rurales y con necesidades de disminuir los costos de operación.

Palabras clave: agroindustria, cadena de suministro, configuración, frutas.

Abstract

The purpose of this article is to present a reference framework in the models and configurations of agricultural supply chains, specifically in perishables. The review was based on information research in the databases "ISI Web of Science", "Scopus" and "Science Direct", and the selection criterion of topics of interest. The paper presents some approaches to modeling and configuration of supply chains and the impact of the territory in their planning. The exploration established that the issue requires further study about configurations and their implications, for the design of models to improve logistic processes in agricultural supply chains of multiple producers, with diverse geographic locations in rural areas and needs to decrease operating costs.

Keywords: agribusiness, supply chain, configurations models, fruits.

Fecha de recepción: 16 de diciembre de 2012
Fecha de aceptación: 20 de junio de 2013

INTRODUCCIÓN

Las cadenas de suministro son un tema de gran interés en diversos sectores económicos, especialmente en el agrícola, donde se requiere un esfuerzo en la coordinación de los actores, actividades y recursos para cumplir con los requerimientos de los clientes.

En este documento se estudiarán particularmente las cadenas de suministro agroalimentarias (CSA), que están integradas por redes de organizaciones que trabajan de manera conjunta en diferentes procesos y actividades con el fin de entregar productos o servicios al mercado y satisfacer las demandas de los clientes (Christopher, 2005), cuidando siempre la calidad. Según la revisión hecha por Shukla y Jharkharia [1], los principales problemas encontrados en la operación de las CSA son: 1) previsión de la demanda, 2) planificación de la producción, 3) gestión de inventarios y 4) el transporte. Existen otros factores que afectan la gestión de las CSA, como el manejo de la información, el territorio, las formas de organización y los tipos de configuración de acuerdo con la manera como se atiende la demanda.

Este documento se ha centrado en el análisis de la gestión de la información en las CS, vistas como un sistema, los factores tanto internos como externos que afectan su modelación, las formas de integración y configuración para responder a la demanda y algunos aspectos sobre la planeación.

1. METODOLOGÍA

El estudio presenta algunos aspectos que pueden ser relevantes para la gestión de cadenas de suministro agrícolas con productos percederos, especialmente para el sector frutícola.

Las herramientas de búsqueda utilizadas fueron ISI Web of Science, Scopus y Science Direct.

Los artículos fueron clasificados por nombre de revista y año de publicación. En el tema de cadenas de suministro, las revistas más relevantes fueron International Journal of Production Economics, European Journal of Operational Research, International Journal of Production Research y Supply Chain Management. Así mismo, los autores más representativos

en estas bases de datos fueron Anon, Chan, F.T.S., Disney, S.M. y Towill, D.R., y el año de mayor publicación, el 2009. Al refinar la búsqueda con el área agroindustria y frutas, las principales revistas fueron Food Policy, Acta Horticulturae, Supply Chain Management, Journal on Chain and Network Science y World Development, y los años de mayor publicación están entre el 2005 y el 2009.

Sin embargo, al revisar el tema específico de las cadenas de suministro, fue necesario hacer nuevas búsquedas detalladas para lograr identificar los artículos de mayor relevancia para el estudio de los modelos y las configuraciones.

2. RESULTADOS DE LA REVISIÓN

Las cadenas de suministro como un sistema

Las cadenas de suministro (CS) o abastecimiento se describen como los recursos interconectados y las actividades necesarias para crear y entregar productos y servicios a los clientes, por lo cual se extienden desde el punto donde se extraen los recursos naturales hasta el consumidor [2]. En la industria alimentaria, las CS son sistemas complejos, en continuo cambio, que involucran a muchos participantes [3], entre ellos, proveedores, productores, distribuidores, comercializadores mayoristas y minoristas, entidades de regulación, consumidores y otros. Esta característica de las CS hace que se comporten como un organismo multidisciplinar, el cual busca satisfacer las demandas del cliente final por medio de la coordinación efectiva de los flujos de información, productos y recursos financieros que la recorren, desde el proveedor del proveedor hasta el cliente del cliente [4]. Esta coordinación es efectiva si se conoce y gestiona la información, es decir, los flujos de materiales y servicios que pueden considerarse como un sistema [5] de elementos que comparten información para cumplir un objetivo.

Al considerar la CS como un sistema, es necesario recordar a Bertalanffy y su teoría general de sistemas, surgida en 1950, en la cual se sostiene que la totalidad de un sistema es más que sus partes, debido a la existencia de dependencias entre sus elementos. Este aspecto es crítico en las CSA, no solo por estar integrado por diversos actores, como las personas, las estructuras y las tecnologías, [6], entre otros, sino por la importancia de las relaciones

entre ellos. La capacidad para gestionar las relaciones (o alianzas) entre los actores determina la calidad del producto [7]. Y es allí donde el concepto sistema toma cuerpo en las CSA, requiriendo la suma de los elementos para lograr crear y entregar productos de acuerdo con los requerimientos de la demanda.

Un aspecto relevante para la armonía en un sistema es la fidelidad de la información, lo cual requiere plataformas o estructuras formales que logren mantener esta integridad. La conceptualización de estas estructuras se puede lograr por medio de modelos que permiten representar una situación específica y, desde allí, proponer prácticas que mejoren su gestión. Una forma de representación para el caso de las CS, es el modelo de referencia de operaciones SCOR, el cual analiza procesos de negocio, métricas, mejores prácticas y características tecnológicas para apoyar la gestión de la información entre los actores de la CS y, de esta manera, mejorar su eficacia [8].

Para el sector agroalimentario, estos modelos de referencia de proceso han sido importantes desde la aparición de la arquitectura de software, pues han permitido evaluar el sector desde diferentes ramas de la agricultura, incluida la producción de frutas. Sin embargo, no hay ningún ejemplo activo de un modelo de referencia de proceso para las cadenas de suministro de frutas [9], lo cual significa que existe un gran espacio para profundizar en este conocimiento, especialmente en el análisis de las cadenas desde una perspectiva más amplia y menos operacional.

Factores que afectan la modelación de las cadenas de suministro

Existen diversos factores que afectan la modelación y gestión de las CSA, uno de ellos es el territorio (o ubicación), el cual determina la calidad de los productos y genera o no, ventajas competitivas. Esta situación ha obligado a incorporar en los estudios aspectos no solo operativos sino también sociales y culturales, que conduzcan a abordar de manera integral la gestión de las CS. En tal sentido, la integración del territorio mediante cadenas productivas como estrategia competitiva se asocia a la generación de nuevas formas de producción, que van más allá del mercado de libre competencia y que ejercen influencia fuerte en las empresas y localidades [10], desde varias dimensiones de acuerdo con el contexto.

El análisis de estas iniciativas de integración muestra que la armonía y coordinación social son elementos básicos para la competitividad de estas cadenas a largo plazo y, en especial, la importancia de la colaboración y competencia para generar innovaciones [11] o nuevas formas de responder al mercado, particularmente el de alimentos, que cada vez utiliza más estrategias de diferenciación en los productos [12], [13], lo cual implica un mayor esfuerzo en términos de productividad, calidad, marketing, etc., pero en el futuro, mejores condiciones para todos los miembros de la CS. En las CSA, no solo la innovación juega un papel importante, también el cumplimiento de normas privadas, situación que se ha convertido en una forma de ventaja competitiva para las empresas líderes que utilizan determinadas características (orgánico, comercio justo) para diferenciar los productos [14].

En tal sentido, la integración de las CSA requiere conocer el entorno y las mejores formas de diseñar y gestionar la información [13], que se alimenta con las organizaciones responsables de proveer, producir, distribuir, procesar y comercializar productos agrícolas a los consumidores finales.

Sin embargo, la gestión de las CSA difiere de la de otras cadenas de suministro, debido a la importancia que tienen factores como la variabilidad del clima; la calidad de los productos; la seguridad alimentaria [15]; el manejo de productos perecederos y los ciclos de vida [16]; la variabilidad de la demanda y los precios [13]; la disponibilidad de trabajadores; el rendimiento del cultivo; los costos laborales y los asociados al acopio de los productos [17]; el volumen, la ubicación y la estacionalidad [18]; el uso de medios de transporte eficientes que proporcionen un equilibrio entre el tiempo para llegar al mercado y el costo; el manejo poscosecha de los cultivos; el grado de madurez del producto; el tiempo máximo para la entrega; la disponibilidad de los productos; el tiempo de transporte y los costos de entrega [19]; características como frescura y seguridad de los productos; los porcentajes por pérdidas debido a la perecibilidad [20]; la distancia que debe recorrer el producto para llegar al consumidor (food miles), lo cual determina el impacto económico, social y ambiental [21]; la presencia de fenómenos naturales; las reformas a las leyes del sector; los tratados de libre comercio; los procesos de devaluación; la aplicación de nuevas normas fitosanitarias para la comercialización [11], [14], trazabilidad o localización y el seguimiento de la trayectoria del producto [7]; la calidad del sistema de *packaging* y *branding*; la logística eficiente para la adquisición; el alto valor

agregado con menores costos operativos [25]; los constantes cambios de precios por exceso o escasez de productos, entre otros.

La sumatoria de estos factores hace que la gestión de estas cadenas sea más difícil que otras CS, y obliga a la coordinación y cooperación de los actores directos e indirectos, para poder disminuir el impacto negativo sobre la productividad. Así mismo, explica la complejidad para generar modelos de referencia en las CSA y la necesidad de estudiar de manera específica cada factor, a fin de determinar su incidencia sobre los casos concretos agroalimentarios.

Modelos y formas de organización de las cadenas de suministro

Los modelos facilitan la gestión por cuanto muestran resultados de una situación específica y en la planificación operativa permiten reaccionar rápidamente a los cambios del entorno que no se pueden predecir con anterioridad [22]. En el caso de las CSA, hay un número limitado de modelos que responden a necesidades de planificación operativa. Esta escasez de aplicaciones es evidente en modelos integrados que tienen como objetivo la planificación de más de un aspecto de la CSA. No obstante, dados los estrechos márgenes de beneficio para los productores, que se observan actualmente, se hace necesaria una planeación operativa eficiente [19], que permita tener CSA rentables y sostenibles.

Por esta razón, un buen número de modelos se centra en estrategias para hacer frente a la incertidumbre de la demanda. Lee [23] fue uno de los primeros que hizo hincapié en el impacto de la incertidumbre para el diseño de la CS, lo cual hace que requieran alta flexibilidad para hacer frente a cambios inesperados en los procesos de negocio [24].

El factor clave que determina la gestión en las CS son los requisitos por parte del cliente, pues, indudablemente, las CS se orientan a satisfacer directamente las órdenes de los clientes o a anticipar la demanda futura [26].

Para el caso de las CSA, se mencionaron en el apartado anterior los factores que deben ser incluidos, pero también es importante conocer el marco legal en el cual se responderá a los clientes, es decir, la existencia de contratos preexistentes y la capacidad del cliente para soportar la oferta (por ejemplo,

disponibilidad de transporte durante el período de cosecha) [17] y otros como el manejo de la heterogeneidad de los productos [20] por parte del cliente.

En tal sentido es necesario tener claridad sobre la forma de organización con el cliente. En las CSA, por ejemplo, existen varias formas: impulsada por la demanda (se organizan por medio de acuerdos entre productores y demandantes) [28], [29]; impulsada por el productor (los agricultores son responsables de la calidad de los productos, pero se presenta gran competencia de precios y alta intermediación) [14]; acuerdos bilaterales, (principalmente entre grandes productores y empresas), y mercados tradicionales (especialmente para responder al mercado interno) [14].

Esta información resulta relevante para la construcción de modelos que permitan prever ciertos acontecimientos. Algunos autores consideran dos modelos para la gestión de CS [32]. El primero es el modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro (SCOR), el cual se basa en reingeniería de procesos de negocio, evaluación comparativa y medición de procesos en un marco de funciones transversales. Este modelo proporciona definiciones genéricas de los procesos de la CS para la producción y la logística [33]. Autores como Lambert [32] y Huan [34] consideran que aunque SCOR es reconocido como el modelo más completo, aún define los procesos de negocio en un alto nivel de abstracción, que no es suficiente para su aplicación. Además, no incluye un método para la conformación de modelos específicos ni plantillas de configuraciones típicas de la CS y, aunque aborda diferentes procesos, como abastecer, transformar, distribuir, planear y retroalimentar, no está claro cómo se interrelacionan estas categorías ni cuáles son subyacentes a los sistemas de control y mecanismos de coordinación [9].

El segundo modelo para la gestión es el propuesto por el Foro Mundial de la Cadena de Suministro [35]. Este modelo tiene una perspectiva estratégica y se centra en la integración mediante la gestión de relaciones.

Desde el punto de vista operativo, los modelos para la planeación de las CS más usados pueden clasificarse como determinista y estocástico, de acuerdo con la certeza del valor de los parámetros utilizados [36]. La ventaja de utilizar programas estocásticos es que, a diferencia de las soluciones deterministas, que se basan en las expectativas, el enfoque estocástico se puede

utilizar para examinar situaciones específicas que se producen de acuerdo con las realizaciones de las diferentes variables aleatorias [17].

Algunos autores como Ahumada [13] consideran que cuando los parámetros del modelo se suponen deterministas, los investigadores utilizan tradicionalmente los enfoques de programación lineal (LP), programación dinámica (DP), programación entera mixta (MIP) y programación de metas (GP). En los enfoques de modelización estocástica se utiliza programación estocástica (SP), programación dinámica estocástica (SDP), simulación (SIM), programación de riesgo (PR). Se aclara que estos no son todos los modelos, ya que solo se han mencionado los de mayor relevancia.

Para el caso de los modelos de CSA de productos perecederos, el enfoque más popular y exitoso es la programación lineal, específicamente cuando se han parametrizado suficientemente los datos de entrada [13]. La tendencia agroalimentaria ha orientado los modelos de planeación bajo el término “agroindustrialización de operaciones”, esto indica que ahora existen más similitudes entre las CS de manufactura y las CSA [37]. Por ello, se percibe la necesidad de modelos que incluyan características más realistas [13], como las expuestas en el apartado anterior. Esto implica la aplicación de modelos estocásticos para la planeación táctica de los alimentos perecederos y no perecederos, así como la búsqueda de experiencias concretas que logren no solo diseñar modelos tácticos, sino establecer un punto de partida para resolver los múltiples factores que afectan la gestión.

Configuraciones de cadenas de suministro para productos perecederos

La dinámica de los mercados ha hecho que las empresas se adapten a diferentes configuraciones al mismo tiempo [24], para lograr sostenerse en redes altamente dinámicas con diferentes modos de cooperación, control y coordinación.

Este comportamiento requiere el diseño de configuraciones personalizadas y, posteriormente, de ingeniería de sistemas de información que les permitan [40], [32], [41] a las CS responder a las características específicas de los alimentos [42], [43], [44] y los territorios donde se producen.

La integración de las CS ha generado un amplio número de configuraciones y ha sido motivada por los avances en la tecnología de la información, los requisitos de los clientes, la intensa competencia mundial y el deseo de ser el primero en el mercado con productos innovadores [45].

Algunos autores consideran que la configuración de las CS se ha basado en la teoría general de sistemas, pues permite el diseño de sistemas diferenciando las necesidades de información (y los conocimientos) con dominio independiente (o general) de la información con dominio dependiente (o específica o el problema) [46].

En los estudios de caso de Verdouw [9], realizados en dos países del sur (España y Grecia) y del norte (Polonia y los Países Bajos) de Europa, en CS de frutas se encontró que los factores que determinan la configuración de las cadenas son la localización de los actores y la manera como es impulsada.

Lambert [35] considera que la configuración de las CS debería contemplar los siguientes elementos: i) la estructura de la red de actores cooperantes, ii) los procesos de negocios que llevan a cabo estos actores, y iii) la gestión de estos procesos, por lo cual las configuraciones están determinadas por la división de los procesos de negocio entre los actores involucrados y la manera como estos se gestionan.

Otra forma de visualizar la configuración de las cadenas es a partir de los arquetipos de CS [47], los cuales emplean información operacional que deben compartir los actores de una cadena para implementar un cierto tipo de configuración [48]. Los arquetipos pueden ser: 1) CS "tradicional", cada miembro toma sus decisiones de forma independiente de las decisiones de sus socios. 2) CS "a información compartida", estructura logística descentralizada, los miembros realizan pedidos de forma independiente, pero todos tienen acceso a la demanda del mercado. 3) CS "con pedido gestionado por el proveedor", estructura logística centralizada, las decisiones sobre pedidos del minorista las toma el proveedor, y 4) CS "sincronizada", estructura logística centralizada, los miembros efectúan pedidos de modo coordinado.

En un estudio de caso de la CS de café, llevado a cabo por Banker [49] en la India, se identificaron cuatro configuraciones: 1) mediación física, con intermediarios que facilitan la transacción; 2) en línea y directa, donde la

venta es a través de subasta en línea, sin intermediarios; 3) en línea con mediación, los intermediarios compran a muchos productores y venden en subasta en línea; 4) física directa, el productor vende a través de subastas a los compradores directamente, no hay intermediarios. Estas configuraciones se basan en la gestión de las relaciones y los mecanismos de comunicación.

Otro enfoque de configuración se ha centrado en la construcción de pequeñas CSA. Esta es una característica de la dinámica de sistemas locales-rurales, la cual busca minimizar las distancias geográficas de los eslabones de la cadena [50]. En este sentido, se evidencian tres configuraciones para estas pequeñas CSA, *face-to-face* (los consumidores compran directamente al productor o procesador), proximidad geográfica (los productos son producidos y vendidos en el lugar de producción), y geográficamente extendidas (el producto y la información se envían a consumidores fuera de la región) [51].

Las formas de organización son diversas y dependen principalmente de la manera como se responderá a la demanda, sin embargo, no existe una configuración única para cada caso, ya que esta se adapta a las características específicas de la CSA y su mercado.

Planeación de cadenas de suministro de productos perecederos

Los procesos de planeación facilitan la gestión de las CS porque tienen por objeto responder a las necesidades de la demanda para obtener, con mayor eficiencia, una ventaja sostenible sobre la competencia [52]. No obstante, para responder a la demanda es necesario conocer los recursos y competencias desde la oferta, con los cuales generar nuevos recursos [53] y soluciones. Este proceso debe estar alineado no solo con el tipo de producto y su ciclo de vida [54], sino además con las expectativas de los clientes, sin perder valor.

Para lograr lo anterior, es necesario pensar la gestión de las CS en forma sistémica, pues su comportamiento no puede verse desde un solo eslabón, sino que debe asociarse a la relación de todos los elementos. En tal sentido se requiere información acerca de los subsistemas que hacen parte de la cadena, como son: aprovisionamiento, producción, distribución, mercado, control de calidad [55], entre otros. La gestión de la información es el as-

pecto clave en este proceso, porque la toma de decisiones se relaciona con los flujos de información, los productos y los recursos [56]. Estas decisiones pueden obedecer a tres momentos: la estrategia de diseño (decisión sobre configuración de acuerdo con los recursos y procesos de cada etapa); la planeación (determinación de la estrategia para lograr satisfacer el mercado con los mejores resultados), y la operación (ejecución de lo planeado de acuerdo con la demanda, con mayor optimización de recursos).

El diseño, planeación y operación logran su objetivo si la CS es capaz de responder a las necesidades del mercado. Para lograrlo se requieren mecanismos que permitan predecir o prever los obstáculos, como por ejemplo el aumento de los costos, la complejidad para la coordinación y la falta de comunicación en la CS [16], la ausencia de sincronización de la oferta y la demanda [44], la complejidad de planeación a corto plazo, la vida útil de los productos [1], entre muchos otros, por lo tanto, la capacidad para identificar estos obstáculos y establecer mecanismos de control será el punto clave para lograr CS sostenibles.

Adicional al control de obstáculos, los procesos de planeación de las CSA incluyen cuatro áreas funcionales, como son [13]: producción, cosecha, almacenamiento y distribución. En la producción están comprendidos los cultivos, la cosecha, el nivel de recursos para realizar la actividad, la programación de los equipos, la mano de obra y el equipo de transporte, la planta de transformación o de embalaje. El almacenamiento incluye el control de inventario de los agroalimentos —que se requiere cuando los productos necesitan ser almacenados antes o durante su distribución—, cantidades para almacenar y vender en cada período de planeación y cómo gestionar el inventario a lo largo de la CS. Por último, la distribución consiste en mover el producto de la CS para entregarlo a los consumidores, e incluye la selección del modo de transporte, las rutas que van a utilizarse y el calendario de envío para la entrega del producto.

Estas áreas funcionales deben ser analizadas de manera concreta en el proceso de diseño, de tal forma que en la etapa de operación se logre tener control sobre la mayor parte de variables que afectan los resultados de la CSA.

CONCLUSIONES

La CS puede generar procesos más sostenibles y resultados más eficientes si se considera como un conjunto de elementos que se relacionan entre sí, de manera coordinada y ordenada, que gestiona la información en todos los niveles (proveedores, productores, distribuidores, comercializadores mayoristas y minoristas, entidades de regulación, consumidores, etc.), y que tiene como fin el cumplimiento de las expectativas de los clientes, sin perder valor.

Es común que las CS estén impulsadas por la demanda, por lo cual se hace énfasis en controlar o predecir la dinámica del mercado, para entregar los productos de acuerdo con sus requisitos. Sin embargo, en el caso de algunas CSA de productos perecederos, estacionales y con bajos volúmenes de producción, es complejo establecer un modelo de referencia hacia la demanda, específicamente en requisitos de tiempo y volumen, lo que obliga al mercado a consumir en los momentos de abundancia, y a la CS a adaptarse a las condiciones tanto de la producción y su variabilidad, como a las necesidades de la demanda.

La planeación de la CSA requiere el diseño de modelos de gestión que logren identificar ampliamente las dinámicas del territorio, teniendo en cuenta aspectos como el tamaño de los agricultores, las condiciones de producción primaria, la tecnología, la demanda del mercado, la capacidad financiera y las prácticas de gestión, entre otros, lo cual implica la elaboración de diseños que se adapten a las condiciones específicas del territorio, proceso que se facilita actualmente gracias a los modelos estocásticos que permiten manejar un grupo más amplio de variables.

REFERENCIAS

- [1] M. Shukla and S. Jharkharia, "Agri-fresh produce supply chain management: a state-of-the-art literature review", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 33, n.º 2, pp. 114-158, 2013. DOI: 10.1108/01443571311295608
- [2] B. Hakanson, "Manejo de la cadena de abastecimiento: donde compiten los negocios hoy", *Administración de la cadena de suministros "Supply Chain"*, pp. 4-5, 2003.

- [3] A. Robinson, "Driving efficiencies in the cold supply chains", *Food Logistics*, pp. 10-14, 2009.
- [4] R. G. García and E. S. Olaya, "Caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café", *Cuadernos de Administración*, vol. 19, n.º 31, pp. 197-217, 2006.
- [5] J. S. Arlbjørn and A. Halldorsson, "Logistics knowledge creation: reflections on content, context and processes", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 32, n.º 1, pp. 22-40, 2002. DOI: 10.1108/09600030210415289
- [6] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park and S. Ram, "Design science in information systems research", *MIS Quarterly*, vol. 28, pp. 75-105, 2004.
- [7] J. Hu, X. Zhang, L. M. Moga and M. Neculita, "Modeling and implementation of the vegetable supply chain traceability system", *Food Control*, vol. 30, n.º 1, p. 341-353, 2013.
- [8] Supply-Chain Council, "Supply-chain operations reference-model SCOR version 6.1", 2004.
- [9] C. N. Verdouw, J. M. Beulens, J. H. J. H. Trienekens and J. Wolfert, "Process modelling in demand-driven supply chains: A reference model for the fruit industry", *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 73, pp. 174-187, 2010. DOI: 10.1016/j.compag.2010.05.005
- [10] M. Carmona, *La cadena productiva como estrategia de competitividad en la industria del vestido. Los casos de Monterrey (México) y de Medellín (Colombia)*, México: El Colegio de la Frontera Norte, 1999.
- [11] H. B. Fletes Ocón, *Coordinación territorial en las cadenas de producción de la agroindustria de mango en dos regiones de Colima: 1990-1999*, Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte, 2000.
- [12] T. J. Lowe and P. V. Preckel, "Decision technologies for agribusiness problems: a brief review of selected literature and a call for research", *Manufacturing & Service Operations Management*, vol. 6, n.º 3, pp. 201-208, 2004. DOI: 10.1287/msom.1040.0051
- [13] O. Ahumada and J. R. Villalobos, "Application of planning models in the agri-food supply chain: A review," *European Journal of Operational Research*, pp. 1-20, 2009. DOI: 10.1016/j.ejor.2008.02.014
- [14] J. Lee, G. Gereffi and J. Beauvai, "Global value chains and agrifood standards: challenges and possibilities for smallholders in developing countries", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 109, n.º 31, pp. 12326-12331, 2012. DOI: 10.1073/pnas.0913714108

- [15] V. Salin, "Information technology in agri-food supply chains", *International Food and Agribusiness Management Review*, vol. 1, n.º 3, pp. 329-334, 1998. DOI: 10.1016/S1096-7508(99)80003-2
- [16] S. Seuring and M. Müller, "From a literature review to a conceptual framework for sustainable conceptual framework", *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, pp. 1699-1710, 2008.
- [17] O. Ahumada, R. Villalobos and N. Mason, "Tactical planning of the production and distribution of fresh agricultural products under uncertainty", *Agricultural Systems*, vol. 112, pp. 17-26, 2012. DOI: 10.1016/j.agsy.2012.06.002
- [18] M. Karaan, C. Ham, F. Akinnifesi, K. Moombe, D. Jordaan and S. Franzel, "Baseline marketing surveys and supply chain studies for indigenous fruit markets in Tanzania, Zimbabwe and Zambia", *World Agroforestry Centre and CPWild Research Alliance*, 2005.
- [19] O. Ahumada and R. J. Villalobos, "Operational model for planning the harvest and distribution of perishable agricultural products", *Int. J. Production Economics*, vol. 133, pp. 677- 687, 2011. DOI: 10.1016/j.ijpe.2011.05.015
- [20] Y. Min and A. Nagurney, "Competitive food supply chain networks with application to fresh produce", *European Journal of Operational Research*, vol. 224, pp. 273-282, 2013. DOI: 10.1016/j.ejor.2012.07.033
- [21] P. Rajkumar, "Food mileage: an indicator of evolution of agricultural outsourcing", *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 5, n.º 2, pp. 37-46, 2010. DOI: 10.4067/S0718-27242010000200004
- [22] N. Arumugam, M. A. Fatimah, E. Chiew and M. Zainalabidin, "Supply chain analysis of fresh fruits and vegetables (FFV): prospects of contract farming", *Agric. Econ. Czech*, pp. 435-442, 2010.
- [23] I. Thysen, "Agriculture in the information society", *Journal of Agricultural Engineering Research*, vol. 76, n.º 3, pp. 297-303, 2000. DOI: 10.1006/jaer.2000.0580
- [24] D. H. Jung and B. C. Lee, "Development of a simple and efficient method for robust optimization", *International journal of numerical methods in engineering*, vol. 53, n.º 9, pp. 2201-2215, 2002.
- [25] C. N. Verdouw, A. J. Beulens, J. H. Trienekens and T. Verwaart, "Mastering demand and supply uncertainty with combined product and process configuration", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 23, n.º 6, pp. 515-528, 2010. DOI: 10.1080/09511921003667706
- [26] S. J. Hoekstra and J. M. Romme, *Integral logistic structures: developing customer oriented goods flow*. London: McGraw-Hill, 1982.

- [27] D. J. Glover and K. Kusterer, *Small farmers, big business: contract farming and rural development*. London: MacMillan Press, 1990.
- [28] B. Grosh, "Contract farming in Africa: an application of the new institutional economics", *Journal of African Economies*, vol. 3, pp. 231-261, 1994.
- [29] D. M. Lambert, S. J. Garcia-Dastugue and Croxton, "An evaluation of process oriented supply chain management frameworks", *Journal of Business Logistics*, vol. 26, n.º 1, pp. 25-51, 2005.
- [30] Supply-Chain Council, (2008). Disponible en www.supply-chain.org
- [31] S.H. Huan, S.K. Sheoran and G. Wang, "A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model", *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 9, n.º 1, pp. 23-29, 2004. DOI: 10.1108/13598540410517557
- [32] D. M. Lambert and M. C. Cooper, "Issues in supply chain management", *Industrial Marketing Management*, vol. 29, n.º 1, pp. 65-83, 2000. DOI: 10.1016/S0019-8501(99)00113-3
- [33] H. Min and G. Zhou, "Supply chain modeling: past, present and future", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 43, n.º 1, p. 231, 2002. DOI: 10.1016/S0360-8352(02)00066-9
- [34] T. Reardon and C. B. Barret, "Agroindustrialization, globalization, and international development: an overview of issues, patterns, and determinants", *Agricultural Economics*, vol. 23, pp. 195-205, 2000.
- [35] C. H. Fine, "Clockspeed-based strategies for supply chain design", *Production and Operations Management*, vol. 9, n.º 3, pp. 213-221, 2000. DOI: 10.1111/j.1937-5956.2000.tb00134.x
- [36] D. P. Cooper and M. Tracey, "Supply chain integration via information technology: strategic implications and future trends", *International Journal Integrated Supply Management*, vol. 1, n.º 3, pp. 237-257, 2005. DOI: 10.1504/IJISM.2005.005949
- [37] J. G. van der Vorst, S. J. van Dijk and Beulens, "Supply chain design in the food industry", *The International Journal of Logistics Management*, vol. 12, n.º 2, pp. 73-86, 2001. DOI: 10.1108/09574090110806307
- [38] D. P. van Donk, R. Akkerman and T. Vaart, "Opportunities and realities of supply chain integration: the case of food manufacturers", *British Food Journal*, vol. 110, n.º 2, pp. 218-235, 2008.
- [39] D. H. Taylor and A. Fearne, "Towards a framework for improvement in the management of demand in agri-food supply chains", *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 11, n.º 5, pp. 379-384, 2006. DOI: 10.1108/13598540610682381

- [40] Y. Y. Yusuf, A. Gunasekaran, E. O. Adeleye and K. Sivayoganathan, "Agile supply chain capabilities: determinants of competitive objectives", *European Journal of Operational Research*, vol. 159, pp. 379-392, 2004. DOI: 10.1016/j.ejor.2003.08.022
- [41] C. Chandra and J. Grabis, *Supply chain configuration concepts, solutions, and applications*, USA: Springer, 2007.
- [42] S. Cannella, E. Ciancimino, J. M. Framinan and S. M. Disney, "The four supply chain archetypes", *Universia Business Review*, 2010.
- [43] S. M. Disney and D. R. Towill, "Bullwhip reduction in supply chains: the impact of VMI", *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 23, n.º 6, pp. 625-651, 2003.
- [44] R. D. Banker and S. & Mitra, "Procurement models in the agricultural supply chain: A case study of online coffee auctions in India", *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 6, pp. 309-321, 2007. DOI: 10.1016/j.elerap.2006.06.002
- [45] T. Marsden, J. Banks and G. Bristow, "Food supply chain approaches: exploring their role in rural development", *Sociologia Ruralis*, vol. 40, n.º 4, pp. 424-438, 2000. DOI: 10.1111/1467-9523.00158
- [46] B. Ilbery, D. Mayea, M. Kneafsey, T. Jenkins and C. Walkley, "Forecasting food supply chain developments in lagging rural regions: evidence from the UK", *Journal of Rural Studies*, vol. 20, pp. 331-344, 2004. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2003.09.001
- [47] K. Ohmae, *The mind of the strategist: business planning for competitive advantage*. New York: Penguin, 1983.
- [48] J. B. Barney, "Is the resource-based 'view' a useful perspective for strategic management research? Yes", *Strategic Management Journal*, vol. 26, n.º 1, pp. 41-56, 2001. DOI: 10.5465/AMR.2001.4011938
- [49] R. M. Cigolini, Cozzi and M. Perona, "A new framework for supply chain management", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 24, n.º 1, pp. 7-41, 2004.
- [50] M. H. Carrillo and G. R. Fiorillo, "Modelo analítico para el estudio de una cadena de abastecimiento", *Ingeniería y Universidad*, vol. 6, n.º 2, pp. 119-135, 2002.
- [51] S. Chopra and P. Meindl, *Supply chain management: strategy, planning and operation*, 2nd ed., United States of America: Pearson Education, 2007.