

Mercados y Negocios (1665-7039)

Vol. 1, Núm. 36 (2017)

Determinantes y modelos para medir el desempeño de una cadena de suministro agroalimentaria: una revisión de la literatura

Determinants and Models for Measuring an Agri-Supply Chain Performance: a literature review

Ariel Gutiérrez Ortiz

Universidad de Colima (México)

agutierrez18@ucol.mx

Zoe Tamar Infante Jiménez

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

zoeinfante@hotmail.com

Recepción: marzo, 2017

Aceptación: julio, 2017

RESUMEN

El propósito de esta investigación es identificar, a través de una revisión de la literatura, los factores determinantes y modelos que se utilizan con mayor frecuencia para medir el desempeño de la cadena de suministro agroalimentaria. A través de un método documental-exploratorio, en diversos trabajos de investigación, se logró identificar que la eficiencia, la capacidad de respuesta, la flexibilidad, la calidad del alimento y la calidad en el proceso, y los modelos determinísticos y de negocios son los que con frecuencia se utilizan para medir el desempeño de una cadena de suministro.

Palabras clave: cadena de suministro agroalimentaria, desempeño, empresas, modelos, factores determinantes.

Código Jel: Q17, R4

ABSTRACT

The purpose of this research is to identify, through a review of the literature, the determinants and models that are most frequently used to measure the performance of the agri-supply chain. Through a documentary-exploratory method, in several researches, it was possible to identify that efficiency, responsiveness, flexibility, food quality and process quality, and deterministic and business models are what often used to measure supply chain performance.

Key words: agri-food supply chain, performance, firms, models, determining factors.

Jel Code: Q17, R4

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha dado énfasis a la medición del desempeño y eficiencia de las cadenas de suministro con la finalidad de identificar en qué o cuáles eslabones están los problemas y cómo resolverlos, dejando atrás las mediciones realizadas a las empresas en particular. La cadena de suministro se puede definir como una red de organizaciones independientes y conectadas con trabajo mutuo y de cooperación entre ellas con la finalidad de controlar, manejar y mejorar el flujo de materiales e información desde el proveedor hasta el consumidor (Christopher, 1998). Las firmas están involucradas en el mejoramiento del desempeño de sus cadenas de suministro a través de diversas herramientas estratégicas y operacionales (Talluri y Baker, 2002). Frecuentemente, los tres eslabones de la cadena de suministro (aprovisionamiento, producción y distribución) han sido manejados de manera independiente. Esta política ha cambiado con el propósito de mejorar toda la cadena incluyendo las empresas que se encuentran después de las fronteras y que pertenecen a la misma cadena (Korpela *et al.* 2002).

Los agronegocios y las cadenas alimentarias se están transformando de un sistema de *commodities* organizado a través de los mercados al contado hacia un sistema agroalimentario coordinado verticalmente. Esto lleva a la competencia entre redes y cadenas de suministro más que una competencia entre firmas individuales (Christopher, 1998; Cox, 1999; Lambert y Cooper, 2000). Un mercado complejo y competitivo como el mercado agroalimentario requiere una asociación continua de conocimiento técnico con la gestión con el fin de comprender las preocupaciones crecientes de los consumidores (Farias y Csillag, 2004).

Los tomadores de decisiones en las cadenas de suministro generalmente se enfocan en el desarrollo de mediciones para evaluar el desempeño (Chaowarut, Wanitwattanakosol y Sopadang, 2009). Esta tendencia demanda realizar investigación para adaptar lo existente o desarrollar nuevos puntos de vista sobre el funcionamiento de los agronegocios y mercados alimentarios. Los investigadores han reconocido la relevancia de la administración de la cadena de suministro para el sector agroalimentario debido a que los productos son perecederos y a la necesidad de una calidad controlada en los flujos de los productos (Fearne, 1998; Hobbs y Young, 2000;

Van der Vorst, 2000). Con frecuencia, los consumidores ponen más atención y demandan calidad en el producto, seguridad alimentaria y diversidad de productos y servicios (Van der Vorst, 2005). El propósito de esta investigación es identificar, a través de una revisión de la literatura, los factores determinantes y modelos que se utilizan con mayor frecuencia para medir el desempeño de la cadena de suministro agroalimentaria.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y MODELOS

Los nuevos paradigmas de la competitividad señalan que la ventaja competitiva de las empresas depende más de la innovación de productos, mercadotecnia y los procesos que de la abundancia de mano de obra barata y recursos naturales (Porter, 2000). Lysiak (2000), comenta que las teorías del comercio internacional consideran secundario el papel que las empresas desempeñan para fomentar la competitividad del país. Yip (1993), asevera que la movilidad de los factores y el desarrollo tecnológico, conocimientos, capital y trabajo, las facilidades que otorga la logística y los bajos costos del transporte, así como las mejoras en materia de tecnología de las comunicaciones, permiten generar oportunidades para el establecimiento, de sectores con diversos grados de avance tecnológico. Uno de los requisitos para imponerse en los mercados de exportación consiste en que los países cuenten con las competencias técnicas y la capacidad logística para colocar sus productos y servicios. Desde luego, el transporte y la gestión de la cadena de suministro son dos de los requisitos que forman parte de esa base tecnológica que sustentan el comercio internacional (Jiménez y Hernández, 2002).

La organización funcional está siendo reemplazada por una organización integral, flexible y dinámica (Bowersox y Closs, 1996). Los proveedores, mayoristas y minoristas se ven como socios, comparten mayor información, diseñan planes de negocios, ventas y promociones en forma conjunta, participan como un sólo equipo de trabajo en la investigación y desarrollo de productos, analizan y planifican la forma de crecer juntos, es decir, examinan el abastecimiento y la demanda así como la cobertura de ésta. A partir de esta concepción, la cadena de suministro se convierte en un elemento clave (Bowersox y Daugherty, 1995).

1.1. La integración en la administración de la cadena de suministro (SCM)

La SCM ha sido definida como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones dentro de una organización particular y a través de los negocios dentro de la cadena de suministro con el propósito de mejorar el rendimiento a largo plazo de las organizaciones individuales y de la misma cadena como un todo (CLM, 2000). La SCM como filosofía de negocios ha ganado una gran cantidad de atención por parte de académicos, consultores, profesionales y gerentes de negocios con la finalidad de ayudar a las empresas a sobrevivir en el mundo de los negocios y a alcanzar sus metas (Wong y Wong, 2007; Mentzer *et al.*, 2011). La administración de la cadena de suministro incluye no sólo a la logística sino también a las áreas del negocio como compras, mercadotecnia y tecnologías de la información. El propósito principal de este campo es mejorar la eficiencia de la cadena de suministro (Kajüter, 2002; Stephens *et al.*, 2002).

La literatura reconoce que a mayor grado de integración a través de la cadena de suministro mejora el desempeño de una firma (Narasimhan y Jayaram, 1998; Johnson, 1999; Frohlich y Westbrook, 2001). Esto mientras no haya proveedores y clientes desintegrados en términos de sus procesos de negocios (Armistead y Mapes, 1993; Frohlich y Westbrook, 2001). Las relaciones con los proveedores y clientes parecen ser centrales en el contexto de la integración de la cadena de suministro. Existen tres niveles de integración: integración de la compañía con proveedores, integración interna a través de la cadena de suministro y la integración con los clientes (Narasimhan y Kim, 2002).

1.2. El alcance de una cadena de suministro

El alcance de la cadena de suministro toma su lugar cuando las decisiones individuales de uno o un subconjunto de eslabones tienen impacto en el resto de los eslabones. De igual modo, el alcance se refleja en la capacidad de respuesta de cada empresa la cual determina la capacidad de respuesta de toda la cadena, por tanto, el eslabón más débil condiciona la fortaleza y alcance de la misma (Porter, 2000). Por otro lado, el alcance de una cadena de suministro está limitado por el tipo de producto y casi siempre por el enfoque de la empresa. En un sistema de red, las empresas intentan individualmente aumentar la capacidad de tal o cual recurso esperando con ello ser más competitivo cuando en realidad no es precisamente la mejor alternativa. Desde el punto de vista de la cadena de suministro la mayor eficiencia de la empresa en su conjunto vendrá de una mayor fluidez y sincronización de los flujos (Goldratt y Fox, 1996).

1.3. La cadena de suministro de productos perecederos

La cadena de suministro de los productos perecederos se conforma por un proceso sistémico en el que los actores interactúan desde el sector primario hasta el consumidor final. Para atender los diferentes mercados mundiales, la estrategia de grandes empresas transnacionales, ha sido más que exportar, desarrollar sistemas de redes locales mediante franquicias y alianzas estratégicas en los distintos países. Ello ha impulsado la creación y gestión de las cadenas de suministro nacionales (FAO, 2013).

El Fideicomiso Instituido en Relación a la Agricultura (FIRA, 2001) citado en Castañeda y otros (2009), identificó cuatro factores que consolidan este tipo de sistemas: (i) las características de vanguardia tecnológica, (ii) su gran fuerza de distribución y promoción, (iii) acelerada innovación de nuevos productos y (iv) la alta integración con proveedores y clientes. Dicho organismo, asegura que todos estos aspectos han influido en la posición competitiva actual y en la eficiencia de su cadena de suministro. En la cadena para el suministro de alimentos perecederos, la interrelación de los eslabones exige mayor dinamismo debido al período de caducidad de los productos (Jiménez y Hernández, 2002).

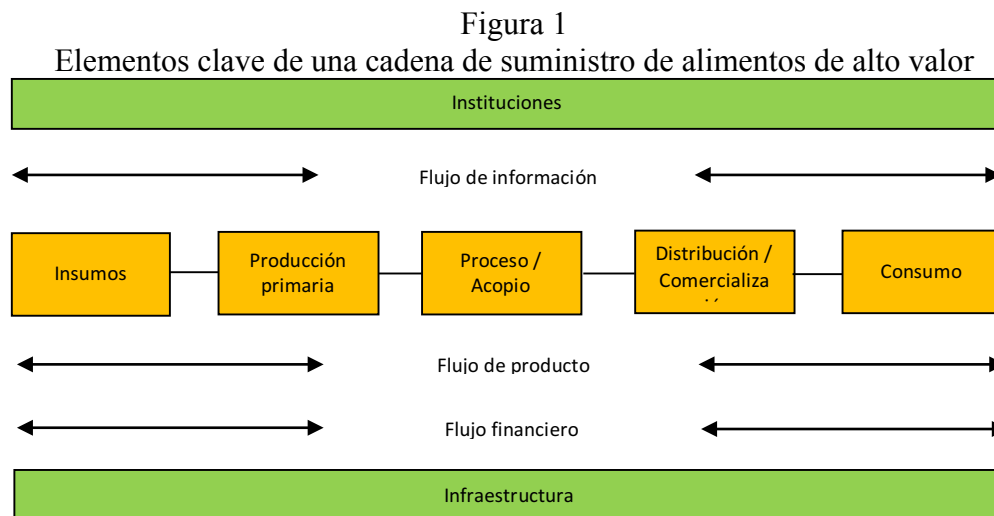
50

1.4. Cadenas de suministro agroalimentarias

La cadena de suministro de productos agroalimentarios a nivel global está formada por una red de empresas que abarcan desde la producción primaria hasta la venta al consumidor final. La integran los productores primarios, procesadores, distribuidores, comercializadores y prestadores de servicios. Cada uno de estos actores realiza alguna actividad de compra, procesamiento, venta de productos y/o servicios que le van agregando valor al producto hasta que llega a su destino final. La coordinación y colaboración de todos estos actores determinan la eficiencia y competitividad de la cadena en su conjunto (King y Venturini, 2005).

El producto se mueve normalmente cadena abajo, pero puede haber la necesidad de moverlo cadena arriba cuando hay algún tipo de contaminación o riesgo. Asimismo, los flujos de información viajan cadena abajo (calidad, origen, procesos, etc.) y cadena arriba (demanda, precios, etc.). Otras áreas de soporte de la cadena incluyen las instituciones que regulan las actividades y productos, y finalmente la infraestructura (telecomunicaciones, puertos, etc.) que permiten el movimiento y funcionamiento de la cadena (King y Venturini, 2005). Otra dimensión que ha cobrado importancia es la

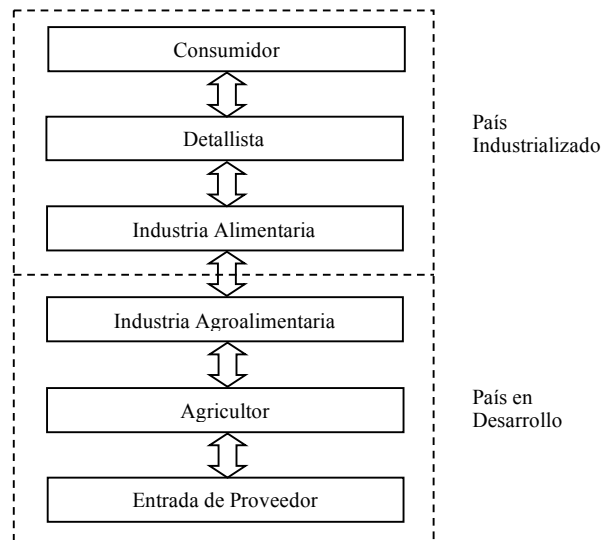
cadena agroalimentaria global, en donde los consumidores y productores se encuentran en diferentes países, por lo que la coordinación y flujo de los productos e información es más complicada (Roekel, Willems y Boselie, 2002).



Fuente: King y Venturini (2005).

Algunos investigadores sostienen que se está llegando a una nueva era en donde el desempeño de la empresa y la ventaja competitiva están relacionados con el desempeño de la cadena de suministro (Lambert, Cooper y Pagh, 1998; Gunasekaran, Patel y Tirtiroglu, 2001; Jones y Riley, 1985), citados por Valenzo (2011). La literatura sobre la medición del desempeño en las cadenas de suministro agroalimentarias revelan varios problemas. De acuerdo con Theodoras, Laios y Socrates (2005), muchas empresas alimenticias no monitorean sus indicadores de desempeño en una forma sistemática y existe una falta de coincidencia en lo que los fabricantes miden y lo que los clientes consideran como importante. Existe una amplia brecha de conocimiento entre los agricultores y los procesadores sobre algunos temas, por ejemplo prácticas de negocios, suministro de productos, expectativas de calidad, etc. Por lo tanto, agricultores y procesadores plantean diferentes preguntas para mejorar el desempeño de la cadena de suministro, que los lleva a correr el riesgo de no especificar de buena manera el proceso de decisión en cada participante de la cadena (Le Heron, 2001; Simmons *et al.*, 2003). Las cadenas de suministro agroalimentarias se están convirtiendo en un sistema interconectado con una amplia variedad de relaciones complejas (Van der Vorst, 2005).

Figura 2
Cadena de suministro transfronteriza



Fuente: Roekel, Willems y Boselie (2002).

Estos acontecimientos enfatizan el grado de interdependencia entre los diferentes niveles de la cadena de suministro (Ziggers y Trienekens, 1999). Lo que hace diferente a las cadenas de suministro agroalimentarias de otras cadenas de suministro es (1) la naturaleza de la producción, que se basa parcialmente en procesos biológicos, lo que incrementa la variación y el riesgo, (2) la naturaleza del producto, que tiene características específicas como la perecibilidad y el volumen que requieren un cierto tipo de cadena de suministro, y (3) las actitudes de la sociedad y los clientes hacia los asuntos como seguridad alimentaria, bienestar de los animales y el cuidado del medio ambiente (Bijman, 2002; Aramyan, 2007). La medición del desempeño de la cadena de suministro ofrece a los tomadores de decisiones dentro (productores, distribuidores, vendedores, etc.) y fuera (hacedores de política, inversores, etc.) información sobre la cadena para la toma de decisiones, desarrollo de políticas, etc. (Aramyan, 2007).

1.5. Necesidad de medir el desempeño de la cadena de suministro

El desempeño de una cadena de suministro puede ser definido por la rentabilidad de la cadena, la cual sólo tiene una fuente de ingresos: el cliente (Chopra y Meindl, 2001; Borges, 2004). De acuerdo con Van der Vorst (2000), el desempeño de la cadena de suministro es el grado en que una cadena de suministro cumple con los requerimientos

del usuario final relacionados con los indicadores de desempeño en cualquier punto del tiempo y a un bajo costo en toda la cadena.

Medir el desempeño de las cadenas de suministro agroalimentarias es bastante complicado, porque dichas cadenas son diferentes de otras en algunos aspectos (pericibilidad, alta producción en el tiempo de producción, estacionalidad). Distinciones importantes son hechas entre productos frescos (frutas y verduras), productos refrigerados (ensaladas, productos lácteos, etc.), productos congelados (pescado, helados, etc.) y no perecederos como azúcar y café (Van der Vorst, 2006). Los indicadores de desempeño cualitativos como la aceptación del producto por el cliente (aspectos cualitativos como sabor, textura, etc.) necesitan ser tomados en cuenta junto con otros indicadores de desempeño no cualitativos (Apaiah, 2006).

La medición del desempeño es el proceso de cuantificar la eficiencia y efectividad de una acción, un indicador de desempeño es una medición utilizada para cuantificar la eficiencia y efectividad de una acción (Neely, Gregory y Platts, 2005; Van der Vorst, 2000; Coelli *et al.*, 2005; Christopher, 1998). Ploos y D'hert (1996) y Van der Vorst (2000), comentan que la medición del desempeño de toda la cadena de suministro es importante porque la medición afecta la toma de decisiones a través de la evaluación del comportamiento pasado y a través de la oportunidad de la aplicación del *benchmarking*. En un sentido más amplio, los datos de medición y desempeño están destinados a asegurar el control de la organización (Thanassoulis, 2001; Ittner y Larcker, 2003; Neely *et al.*, 1994;). Una forma que se ha estimado adecuada es mediante la definición de indicadores que permitan valorar el desempeño individual y colectivo de la cadena de suministro (Gunasekaran, Patel y Tirtiroglu, 2001; Lambert y Pohlen 2001).

La investigación sobre el desempeño en toda la cadena de suministro agroalimentaria ha recibido poca atención en la literatura (Bijman, 2002). Por lo que, se considera la importancia de conocer ¿hasta dónde debe ser analizadas las cadenas de suministro? El análisis de la cadena de suministro por lo tanto, exige analizar cuáles son los factores o magnitudes relevantes (clave) y cuáles tienen un carácter secundario para ésta (Jiménez y Hernández, 2002).

1.6. Modelos para evaluar el desempeño de las cadenas de suministro

Las mediciones cualitativas del desempeño son aquellas para las cuales no existe una única medida numérica directa, aunque algunos aspectos de ellas puedan ser cuantificados. A continuación se enumeran algunas variables de decisión para estas mediciones (Beamon, 1998): satisfacción del cliente (Christopher, 1998); flexibilidad (Beamon, 1998); integración del flujo de material e información (Nicoll, 1994); administración eficaz del riego (Lee y Billington, 1993); desempeño del proveedor (Beamon, 1998).

Las mediciones cuantitativas del desempeño son aquellas que pueden directamente describirse de manera numérica. Se pueden clasificar con base en el costo y con base en la capacidad de respuesta al cliente (Brewer y Speh, 2000). Con base en el costo: minimización del costo (Beamon, 1998); maximización en las ventas (Hammel y Kopczak, 1993); maximización en las ganancias (Beamon, 1998); minimización en la inversión del inventario (Lee y Billington, 1992); maximización en el retorno de la inversión (Christopher, 1998). Con base en la capacidad de respuesta al cliente: maximización de la tasa de abastecimiento (Hagelaar y Van der Vorst, 2002); minimización del retraso en el producto (Evans y Danks, 1999); minimización en el tiempo de respuesta al cliente (Christy y Grout, 1994)); minimizar el tiempo de entrega (Murphy, Trailer y Hill, 1996); minimización en la duplicación de funciones (Nicoll, 1994). En términos generales, existen modelos para el análisis y diseño de una cadena de suministro: (1) modelos de análisis determinístico; (2) modelos de análisis estocástico; (3) modelos de negocios y (4) modelos de simulación (Beamon, 1998).

1.7. Modelos de análisis determinístico

Williams (1981) presentó siete algoritmos heurísticos para programar las operaciones de producción y distribución en una cadena de suministro de ensamble. Williams (1983) desarrolló un algoritmo de programación dinámica para determinar de manera simultánea el tamaño de los lotes de producción y distribución en cada nodo dentro de la cadena de suministro. El objetivo fue minimizar el costo promedio. Ishii, Takahashi y Muramatsu (1988) desarrollaron un modelo determinístico para determinar los niveles básicos de inventario y los tiempos de entrega asociados con la solución del costo más bajo para una cadena de suministro integrada sobre un horizonte finito.

Cohen y Lee (1989) presentaron un modelo determinístico de programación matemática entera y no lineal con el objetivo de maximizar el beneficio total después de impuestos para las instalaciones de fabricación y los centros de distribución. Cohen y Moon (1990), ampliaron el trabajo de Cohen y Lee (1989) desarrollando un modelo de optimización restringida para investigar los efectos de varios parámetros sobre el costo de la cadena de suministro y determinar cuáles instalaciones de fabricación y centros de distribución deberían de ser abiertos. Newhart, Stott y Vasko (1993) diseñaron una cadena de suministro óptima utilizando un enfoque de dos fases para minimizar el número de distintos tipos de producto mantenidos en inventario a través de toda la cadena de suministro y para determinar la cantidad mínima requerida en el inventario de seguridad.

Arntzen y otros (1995) desarrollaron un modelo de programación entera mixto para acomodar múltiples productos, instalaciones, etapas (escalones), periodos y modos de transporte. Voudouris (1996) desarrolló un modelo matemático diseñado para mejorar la eficiencia y la capacidad de respuesta en una cadena de suministro. Murphy, Trailer y Hill (1996) llevaron a cabo un estudio donde utilizaron 19 indicadores de desempeño principalmente de naturaleza financiera como ingresos netos o retorno sobre la inversión. Li y O'Brien (1999) propusieron un modelo para mejorar la eficiencia y efectividad de la cadena de suministro sobre cuatro criterios, ganancias, desempeño en el tiempo de entrega, prontitud en la entrega y eliminación de residuos.

1.8. Modelos de análisis estocástico

Cohen y Lee (1988) desarrollaron un modelo con base en el costo: control de material, control de la producción, inventario de producto terminado (almacenamiento) y distribución. Minimizando costos. Lee y Billington (1993) desarrollaron un modelo estocástico heurístico para manejar los flujos de material sobre una base de sitio a sitio.

Pyke y Cohen (1993) desarrollaron un modelo de programación matemática para una cadena de suministro integrada, el modelo minimiza el costo total, sujeto a una restricción de nivel de servicio. Tzafestas y Kapsiotis (1994) utilizaron un enfoque de programación matemática determinístico para optimizar una cadena de suministro utilizando la optimización de las instalaciones de fabricación, optimización de la cadena de suministro global y optimización en la descentralización. Towill y Del

Vecchio (1995) consideraron la aplicación de la teoría de la filtración y la simulación para estudiar las cadenas de suministro. Korpela *et al.* (2002), sugieren utilizar tres principales categorías de indicadores para el desempeño: satisfacción del cliente, flexibilidad y eficiencia, y poner atención a los tres principales indicadores como calidad, tiempo y costo en esas categorías principales.

1.9. Modelos de negocios

Existen diferentes modelos que pueden incorporar múltiples indicadores de desempeño en un sistema de medición. Algunos de los más conocidos son el modelo SCOR del *Supply Chain Council* (SCC), el *Balanced Scorecard* (BSC), Análisis Multi-Criterio (MCA), Análisis Envolvente de Datos (DEA), Análisis del Ciclo de Vida (LCA) y el Costeo Basado en Actividades, (ABC).

El modelo Supply Chain Operations Reference (SCOR) del *Supply Chain Council* es un modelo estándar que provee una estructura única que conecta el proceso de negocios, mediciones, buenas prácticas y tecnología en una estructura unificada para apoyar la comunicación entre todos los miembros o socios de la cadena de suministro y mejorar la efectividad en la administración de la cadena de suministro y actividades relacionadas con la misma (Supply-Chain Council, 2012). Este modelo también indica los tipos de mediciones que los tomadores de decisiones pueden utilizar para desarrollar un enfoque equilibrado para la medición del desempeño de una cadena de suministro entera. El modelo SCOR recomienda un conjunto de indicadores del desempeño de la cadena de suministro como una combinación de: mediciones de confiabilidad (por ejemplo, tasa de abastecimiento, perfección en el cumplimiento de la orden); mediciones de costo (por ejemplo, costo de los productos vendidos); mediciones de la capacidad de respuesta (por ejemplo, cumplimiento de la orden en tiempo); mediciones de los activos (por ejemplo, inventarios) (Poluha, 2007).

Lai, Ngai y Cheng (2002) utilizaron el modelo SCOR para evaluar el desempeño de la cadena de suministro en la logística del transporte, identificaron tres dimensiones de la cadena, las cuales fueron efectividad en el servicio de los transportistas, eficiencias operativa y eficiencia en el servicio de los consignatarios. Wang (2003) relacionó las características del producto con la estrategia de la cadena de suministro para analizar la selección de una cadena de suministro orientada al producto y adoptó las mediciones señaladas por el modelo SCOR como los criterios de decisión para la elección del proveedor. Santana y Granillo (2012), realizaron un estudio sobre el

sistema producto cebada de la región del estado de Hidalgo, México. Aplicando la metodología que sugiere el modelo SCOR, lograron identificar los componentes del sistema producto cebada, las variables fueron: eficiencia, flexibilidad, respuesta, calidad del alimento y confiabilidad.

La necesidad de contar con un sistema de medición del desempeño a diferentes niveles en la toma de decisión, ya sea en el contexto industrial o de servicios, no es nuevo (Bititici, Cavalieri y Cieminski, 2005). Kaplan y Norton (1992) propusieron el Balanced Scorecard (BSC), como un medio para evaluar el desempeño corporativo desde cuatro perspectivas diferentes: financiera, procesos internos del negocio, el cliente y aprendizaje y crecimiento. El concepto del BSC refleja un intento por mantener un balance entre los objetivos de corto y largo plazo, entre las mediciones financieras y no financieras, entre los indicadores principales y entre las perspectivas internas y externas. La primera imagen del BSC sirve al presidente ejecutivo de la empresa como un panel de control que incluye mecanismos para alterar el curso de las acciones en la empresa (Malmi, 2001).

Diversas compañías han adoptado al BSC como el fundamento para su sistema de administración estratégica. Algunos directivos lo han utilizado para alinear sus negocios con las nuevas estrategias, moviéndose hacia la reducción de costos y al crecimiento de oportunidades con base en los servicios y productos de valor agregado y más a petición del cliente (Martinsons, Davidson y Tse, 1999; Bhagwat y Sharma, 2007). El Balanced Scorecard está orientado a las actividades tácticas, en comparación al modelo SCOR, el cual está orientado a las actividades operativas (Balanced Scorecard Institute, 2012). Aramyan (2007) realizó un estudio (utilizando el BSC y el SCOR) sobre el desempeño de la cadena de suministro del tomate que se comercializa entre Holanda y Alemania, intentando formular un sistema de medición del desempeño para este cultivo. Utiliza cuatro variables que considera importantes para medir el desempeño de la cadena de suministro: eficiencia, flexibilidad, capacidad de respuesta y calidad del producto. Arana (2010) realizó un estudio acerca de las prácticas y el desempeño organizacional que existe en la cadena de suministro del aguacate mexicano, tomando en cuenta las siguientes variables: eficiencia-costo, calidad en el producto, calidad en el proceso, asignación y localización de la planta y relación cliente-proveedor. Farias y Csillag (2004) llevaron a cabo una investigación para conocer sobre la existencia de un sistema para evaluar el desempeño de la cadena de suministro de los productos derivados de la carne de ave industrializados en Brasil.

Para lo anterior utilizaron tres variables: costos, capacidad de respuesta al cliente y calidad en el proceso.

El método de la Actividad Basada en el Costeo (ABC) se fundamenta en métodos de contabilidad e involucra actividades separadas en tareas individuales o factores de costeo para estimar los recursos necesarios para cada uno. Este enfoque permite mejorar la evaluación de la productividad y los costos en todo el proceso de la cadena de suministro. La comparación entre las cantidades de *input* y *output* (insumos y productos) permite llegar a conclusiones con respecto a la productividad de la cadena de procesos y su eficiencia y efectividad. El enfoque también tiene como objetivo hacer disponible la información necesaria para la implementación del modelo, desde el punto de vista del análisis cuantitativo del desempeño de la cadena de suministro. Estas estructuras de cantidades y tiempo son de vital importancia en el campo de los indicadores de medición y sus factores (Preissner, 2003).

Los costos representan la evaluación del consumo de los factores de producción para la provisión y mercadeo del desempeño del negocio, además del mantenimiento de las operaciones (Wöhe, 1984). Las etapas que deben ser implementadas exitosamente para asegurar la medición exacta de los costos de la cadena de suministro son: la estructura de costos de la cadena de suministro debe ser lo más cercana a la realidad; y el sistema para la medición y reporte de los costos debe estar bien diseñado (Kuglin, 1998). Una de las primeras áreas en donde el ABC ganó terreno fue en el costeo del producto en las operaciones de manufactura (Cooper, 1988). Por eso, la mayoría de los sistemas convencionales basados en el costeo del volumen gradualmente van evolucionando hacia el ABC (Cooper y Kaplan, 1991). El ABC, más que asignar costos a las unidades de manera individual, identifica las actividades que consumen recursos, combinando los costos al nivel de tales actividades (Themido *et al.*, 2000; Lapede, 2000). El ABC también puede mejorar la administración y el control de los gastos generales determinando los factores importantes que lo propician (Pohlen y La Londe, 1994).

El Análisis Multi-Criterio (MCA) con énfasis en el proceso de análisis jerárquico (AHP), establece preferencias entre las opciones por referencia para un conjunto de objetivos explícitos que el tomador de decisiones ha identificado y para lo cual ha establecido criterios de medición para evaluar en la medida en que los objetivos han sido alcanzados. Este método se diseñó para apoyar a los tomadores de decisiones

para enfrentar problemas complejos y multidimensionales. Es apropiado para problemas donde los valores monetarios de los efectos no están fácilmente disponibles. Por otro lado, aunque el MCA no necesariamente requiere datos monetarios o cuantitativos, los requerimientos de información para derivar los pesos pueden ser significativos. También, a pesar del uso de pesos explícitos en este método, el analista podría involuntariamente introducir pesos implícitos durante el proceso de evaluación que puede llevar a resultados que no pueden ser explicados (Romero y Rehman, 2003). Talluri y Baker (2002) propusieron un enfoque de programación matemática multifase para el diseño efectivo de una cadena de suministro. Desarrollaron una combinación de modelos de eficiencia multicriterio con base en los conceptos de la teoría de juegos y los métodos de programación lineal entera

El Análisis del Ciclo de Vida (LCA) involucra mediciones detalladas del uso de insumos (*inputs*) y residuos medioambientales durante la producción de un bien, desde la extracción de materias primas utilizadas en su producción y distribución, a través de su uso, la posibilidad de reciclaje y su disposición final. El LCA se ha centrado en la carga ambiental que un producto posee en toda su ciclo de vida (Hagelaar y Van der Vorst, 2002). Carlsson-Kanyama, Pipping Ekström y Shanahan (2003) utilizaron este método y con ello lograron integrar información de costos económicos y medioambientales en una estructura LCA y evaluar el costo y los efectos medioambientales asociados con el ciclo de vida de un producto o un proceso. El LCA permite el establecimiento de líneas de base completas de la información de los requerimientos del producto o del proceso. También, permite identificar áreas dentro de un ciclo de vida del producto donde la reducción más grande de cargas ambientales puede ser alcanzada. Eppen (1979) analizó el efecto de la variedad de productos en el desempeño de la cadena de suministro, medida en términos del tiempo de entrega esperado y el costo esperado a nivel del minorista en un modelo simple de un fabricante y varios minoristas.

En Análisis Envolvente de Datos (DEA) mide la eficiencia de una firma (cadena) con respecto a la eficiencia de los competidores. Las contribuciones de Zhu (2003) en este campo son un primer paso hacia la medición de la eficiencia en la cadena de suministro. El DEA permite la inclusión de varias dimensiones, por ejemplo desempeño económico y del medio ambiente. El DEA toma un enfoque de sistemas, lo que significa que se debe tomar en cuenta la relación entre todos los *inputs* y *outputs* simultáneamente. El DEA genera información detallada acerca de la cadena de

Determinantes y modelos para medir el desempeño de una cadena de suministro agroalimentaria: una revisión de la literatura

suministro eficiente dentro de una muestra y qué cadenas de suministro pueden utilizarse para realizar un *benchmarking*. El DEA no requiere una especificación paramétrica de una forma funcional para construir la frontera.

Tabla 1

Ventajas y desventajas de los métodos utilizados para la evaluación del desempeño de una cadena de suministro

Método	Ventajas	Desventajas
Actividad Basada en el Costeo (ABC).	Brinda más información además de la financiera. Identifica el comportamiento en el cambio de los costos para diferentes actividades.	Recolección de datos altamente costosa. Presenta dificultades en la recolección de datos al inicio. Es difícil determinar apropiadamente los costos principales.
Balanced Scorecard (BSC).	Realiza una visión equilibrada sobre el desempeño. Toma en cuenta factores financieros y no financieros.	La implementación completa requiere ser por etapas.
Análisis Multi-Criterio (MCA).	Permite la participación activa para la toma de decisiones. Permite al tomador de decisiones aprender más acerca del problema.	Requiere bastante información para asignar los pesos.
Análisis del Ciclo de Vida (LCA).	Permite identificar las áreas para reducir los efectos al medio ambiente. Es posible evaluar los costos y efectos al medio ambiente asociados al ciclo de vida de un producto o un proceso.	Requiere una metodología intensiva en la recolección de datos. No existe seguridad en la metodología.
Análisis Envoltante de Datos (DEA).	Es posible incluir todos los <i>inputs</i> y <i>outputs</i> en el análisis. No requiere de una especificación paramétrica de una forma funcional.	Es un enfoque determinístico. Es un enfoque intensivo en la recolección de datos.
Modelo SCOR	Toma en cuenta el desempeño de toda la cadena de suministro. Es posible analizar el desempeño de la cadena de suministro en múltiples dimensiones.	No describe cada una de las actividades o procesos del negocio. No dice lo que se debe hacer, de manera explícita, sobre el entrenamiento, la calidad, las tecnologías de la información y la administración.

Fuente: Aramyan y otros (2006).

Talluri, Baker y Sarkis (1999) estudiaron la importancia del proceso de selección de un socio diseñando cadenas de valor eficientes. Propusieron una estructura de dos etapas, donde la primera etapa involucra la identificación de candidatos eficientes para cada tipo de negocio (fabricación, distribución, etc.) utilizando el DEA y la segunda etapa abarca un modelo de programación entera de metas para seleccionar una combinación efectiva de los procesos de negocio eficientes. La eficiencia y la

efectividad también fueron utilizadas en la investigación de Lai, Ngai y Cheng (2002) para evaluar el desempeño de la cadena de suministro en la logística de transporte. Ellos identificaron tres dimensiones, las cuales son efectividad en el servicio de embarque, eficiencia operativa y efectividad en el servicio de consignatarios. Dentro de esas dimensiones se identificaron cuatro indicadores de desempeño como capacidad de respuesta, confiabilidad, costos y activos. Voltolini, Pinheiro y Gouvea (2016), revisaron la literatura de diferentes sectores para medir el desempeño de una cadena de suministro, encontrando que los factores más importantes fueron capacidad de respuesta y flexibilidad. En la tabla 1 se establecen algunas ventajas y desventajas en el uso de los modelos mencionados para la evaluación del desempeño de una cadena de suministro.

1.10. Modelos de simulación

Towill, Naim y Wikner (1992) utilizaron técnicas de simulación para evaluar los efectos de diversas estrategias sobre la amplificación de la demanda en una cadena de suministro. Wikner, Towill y Naim (1991) examinaron cinco estrategias para el mejoramiento de la cadena de suministro, luego las implementaron en un modelo de referencia de tres etapas en la cadena de suministro. Berry y Naim (1996) destacaron que la eficiencia de las cadenas de suministro puede ser mejorada reduciendo el número de etapas en la fabricación, reduciendo los tiempos de entrega, trabajando de manera interactiva más que independiente entre las fases y acelerando el flujo de información.

En la investigación de Gunasekaran, Patel y McGaughey (2004) desarrollan un modelo conceptual del desempeño de una cadena de suministro en tres niveles: estratégico, táctico y operacional. Beamon (1999), sugirió un sistema de tres dimensiones: recursos, salida o producto, y flexibilidad. Persson y Olhager (2002) complementaron este sistema de tres dimensiones. Con base en los resultados de un modelo de simulación concluyeron que una buena calidad y un tiempo de entrega corto en las cadenas de suministro integradas y sincronizadas conducen a un desempeño superior.

Debido a esos múltiples problemas en la medición del desempeño de las cadenas de suministro agroalimentarias, y los diversos cambios profundos que han tenido estas cadenas en los últimos años (por ejemplo, asuntos de seguridad alimentaria, regulaciones al medio ambiente, globalización de los mercados), queda claro que

Determinantes y modelos para medir el desempeño de una cadena de suministro agroalimentaria: una revisión de la literatura

existe una necesidad de contar con más investigaciones en esta área. En la tabla 2 se puede observar un resumen de las variables que han utilizado diversos autores, en diferentes sectores y en donde se han realizado mediciones del desempeño de las cadenas de suministro.

Tabla 2
Resumen de los modelos y variables de decisión para medir el desempeño de la cadena de suministro

Autor(es)	Sector	Tipo de modelo				Variables de decisión para medir el desempeño								
		Determinístico	Estocástico	Negocios	Simulación	Eficiencia-costo	Capacidad de respuesta al cliente	Flexibilidad	Tiempo de actividad	Calidad del alimento	Calidad en el proceso	Asignación y localización del cliente	Asignación y localización de la planta	Relaciones cliente-proveedor
Eppen (1979)	Manufacturero		X			X								
Lee y Billington (1992)	Manufacturero			X		X								
Berry y Naim (1996)	Manufacturero				X		X	X						
Murphy <i>et al.</i> (1996)	Manufacturero	X				X				X				
Beamon (1998)	Manufacturero			X		X	X	X		X				
Beamon (1999)	Manufacturero			X		X	X	X		X				
Li y O'Brien (1999)	Manufacturero	X				X	X	X		X	X			
Talluri <i>et al.</i> (1999)	Manufacturero		X			X	X			X				
Van der Vorst (2000)	Alimenticio			X		X	X	X		X	X			
Gunasekaran (2001)	No especificado			X		X	X	X		X	X			
Hannus (1991)	Manufacturero		X			X		X						
Thonemann y Bradley (2002)	Manufacturero		X			X	X							
Korpela <i>et al.</i> (2002)	No especificado		X											
Lai <i>et al.</i> (2002)	Transportes			X		X	X	X		X				
Talluri y Baker (2002)	Manufacturero			X		X	X	X		X				
Persson y Olhager (2002)	Manufacturero			X		X	X	X		X	X			
Claro <i>et al.</i> (2003)	Hortofrutícola			X		X		X						
Gunasekaran <i>et al.</i> (2004)	Manufacturero			X		X	X	X		X	X			
Wang (2003)	No especificado			X		X								
Arntzen <i>et al.</i> (1995)	Manufacturero	X				X			X	X	X	X	X	
Christy y Grout (1994)	No especificado			X		X	X							X

Cohen y Lee (1988)	Manufacturero		X			X				X				
Cohen y Lee (1989)	Manufacturero	X				X				X	X			
Cohen y Moon (1990)	Transportes	X				X					X			
Ishii <i>et al.</i> (1988)	Manufacturero	X				X	X			X	X			
Lee y Billington (1993)	Manufacturero	X					X			X				
Pyke y Cohen (1993)	Manufacturero		X			X				X				
Newhart <i>et al.</i> (1993)	Manufacturero	X				X	X			X				
Towill <i>et al.</i> (1992)	No especificado					X	X	X			X	X		
Towill y Del Vecchio (1994)	Manufacturero	X					X			X				
Tzafestas y Kapsiotis (1994)	Manufacturero	X				X				X				
Vondouris (1996)	Manufacturero	X						X		X	X			
Williams (1981)	Manufacturero	X						X			X			
Williams (1983)	Manufacturero	X						X			X			
Wikner <i>et al.</i> (1991)	Manufacturero					X	X	X			X	X		
Aramyan (2007)	Agroalimentario			X		X	X	X	X	X	X			
Farias y Csillag (2004)	Alimenticio			X		X	X				X			
Arana (2010)	Agroalimentario			X		X				X	X		X	X
Santana y Granillo (2012)	Agroalimentario			X		X	X	X		X				
Voltolini, Pinheiro y Gouvea (2016)	Varios			X			X	X						
Frecuencia		13	7	19	3	36	24	19	2	24	18	1	2	2

Fuente: elaboración propia con base en la revisión literaria.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

En esta investigación se utilizó un enfoque de investigación documental-exploratoria, en donde se revisaron diversos trabajos de investigación teóricos y empíricos sobre la medición del desempeño de una cadena de suministro de diferentes sectores, así como la exploración de los factores determinantes y modelos que con mayor frecuencia se utilizan para la medición del desempeño de una cadena de suministro. De acuerdo Hernández, Fernández y Baptista (2010), los estudios exploratorios se realizan cuando el objeto consiste en examinar un tema poco estudiado. La presente investigación se desarrolló en el año de 2016, realizando una revisión literaria a profundidad de artículos de investigación y libros situados en diversos repositorios. Esta investigación

se limitó a la revisión de literatura sobre fuentes secundarias. No obstante, el alcance de dicha revisión es útil como una base teórica para aquellos investigadores que deseen emprender un análisis sobre la temática en mención.

3. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta investigación es identificar, a través de una revisión de la literatura, los factores determinantes y modelos que se utilizan con mayor frecuencia para medir el desempeño de la cadena de suministro agroalimentaria. Derivado de la investigación exhaustiva en diversos artículos científicos, capítulos de libro y libros, fue posible desarrollar un cuadro de frecuencias (cuadro 2), que permite observar con claridad al(los) autor(es), sector, modelos y factores (variables) que más fueron utilizados para medir el desempeño de una cadena de suministro. Los modelos determinísticos, estocásticos y de simulación son los menos utilizados muy probablemente debido a que son modelos que se crean a partir de las necesidades de las empresas, en términos generales, se desarrollan a la medida. Por otro lado, los modelos de negocios fueron desarrollados de manera genérica, aunque se generaron para una empresa o sector en particular, pero pueden replicarse prácticamente para cualquier empresa o sector. Es por ello, que los modelos de negocios son más utilizados para medir el desempeño de una cadena de suministro. De los modelos de negocios identificados en esta investigación se observa que los relacionados con el aspecto financiero (costos) y de eficiencia son los de mayor relevancia con respecto a los modelos de negocios sobre el análisis de las operaciones. Debido a lo anterior, los factores determinantes identificados que con mayor frecuencia son utilizados para medir el desempeño se relacionan con la eficiencia y los costos. Pero es importante señalar que la combinación de diversos factores como: flexibilidad, calidad en el proceso, capacidad de respuesta al cliente, relaciones cliente-proveedor, entre otros, permiten realizar un análisis más determinante en la medición del desempeño de una cadena de suministro.

Es de suma importancia que las empresas desarrollen sus propios modelos para la medición del desempeño; sin embargo, es complicado a la vez que esto se lleve a cabo, debido al posible consumo de diversos recursos (por ejemplo, humanos y/o financieros), y que la empresa no cuente con ellos. Por otro lado, se considera relevante que con base en los modelos de negocios genéricos las empresas los ajusten

a su medida con la finalidad de lograr con mayor precisión la medición del desempeño.

CONCLUSIONES

Esta investigación presenta una revisión de la literatura sobre el uso con mayor frecuencia de las variables y los modelos para medir el desempeño de una cadena de suministro, haciendo especial énfasis en el sector agroalimentario, el cual es de gran importancia para algunas naciones como nuestro país México. Gran parte del estudio de la medición de una cadena de suministro se enfoca en el sector manufacturero, ya que en este sector nace el concepto de cadena de suministro; sin embargo, en la actualidad las cadenas de suministro se analizan desde diferentes disciplinas y con diversos enfoques. Es así como, en el sector agroalimentario, comienzan a aparecer algunos estudios acerca de las cadenas de suministro. Es importante revisar los estudios realizados en otros sectores y conocer las variables y modelos que ayuden a las empresas de manera individual y a toda la cadena a medir su desempeño para con ello incrementar su competitividad.

Las variables que aparecieron con mayor frecuencia y que se sugiere sean las que se tomen en cuenta para llevar a cabo la medición del desempeño, obviamente en la medida de lo posible son: eficiencia/costo, capacidad de respuesta al cliente, flexibilidad, calidad del alimento y calidad en el proceso. Mientras que los modelos más utilizados para medir el desempeño de la cadena de suministro son: modelos determinísticos y de negocios. La aplicación de un modelo depende en gran medida de lo que la cadena de suministro desee conocer, así los modelos se pueden apreciar desde el enfoque operativo, táctico y estratégico. Los modelos determinísticos, estocásticos y de simulación se utilizan más para situaciones operativas, y los modelos de negocios se usan más para situaciones tácticas y estratégicas.

REFERENCIAS

Apaiiah, R. (2006). Designing food supply chains- a structured methodology: A case on novel protein foods. Wageningen: University of Wageningen, PhD Thesis.

- Aramyan, L. (2007). Measuring supply chain performance in the agri-food sector. Wageningen: Wageningen University, PhD Thesis.
- Aramyan, L., Ondersteijn, C., Van Kooten, O., & Lansink, A. (2006). Performance Indicators in Agri-food Production Chains. En C. Ondersteijn, J. Wijnands, R. Huirne, & O. Van Kooten, *Quantifying the Agri-food Supply Chain* (págs. 47-64). Wageningen: Springer.
- Arana, J. (2010). Supply chain practices, performance and organizational configuration in the Mexican avocado industry. Wageningen: Wageningen University, PhD Thesis .
- Armistead, C., & Mapes, J. (1993). The impact of supply chain integration on operatin performance. *Logistics Information Management*, 9-14.
- Arntzen, B., Brown, G., Harrison, P., & Trafton, L. (1995). Global supply chain management at digital equipment corporation. *Interfaces*, 69-93.
- Beamon, B. (1998). Supply chain design and analysis: models and methods. *International Journal of Production Economics*, 281-294.
- Beamon, B. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 275-292.
- Berry, D., & Naim, M. M. (1996). Quantifying the relative improvements of redesign strategies in P.C. supply chain. *International Journal of Production Economics* , 181-196.
- Bhagwat, R., & Sharma, M. (2007). Performance measurement of supply chain management: A balanced scorecard approach. *Computers and Industrial Engineering*, 43-62.
- Bijman, J. (2002). Essays on agricultural co-operatives, governance structure in fruit and vegetables chains . Rotterdam: Erasmus University, PhD Thesis.
- Bititici, U., Cavalieri, S., & Cieminski, G. (2005). Implementation of Performance Measurement Systems: Private and Public Sectors. *Production Planning and Control*, 99-100.
- Borges, J. (2004). Measuring performance in supply chain: A framework. *Information Systems Journal*, 1-6.
- Bowersox, D., & Closs, D. (1996). *Logistical management: the integrated supply chain process*. New York: McGraw-Hill.
- Bowersox, D., & Daugherty, P. (1995). Logistics paradigms: the impact of information technology. *Journal of Business Logistics*, 65-79.
- Brewer, P., & Speh, T. (2000). Using the Balanced Scorecard to measure supply chain performance. *Journal of Business Logistics*, 21(1), 75-93.

- Carlsson-Kanyama, A., Pipping Ekström, M., & Shanahan, H. (2003). Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. *Ecological Economics*, 293-307.
- Castañeda, T., Boucher, F., Sánchez, E., & Espinoza, A. (2009). La concentración de agroindustrias rurales de producción de quesos en el noroeste del Estado de México: un estudio de caracterización. *Estudios Sociales (online)*, 73-109.
- Chaowarut, W., Wanitwattanakosol, J., & Sopadang, A. (2009). A framework for performance measurement of supply chains in frozen food industries. *Thai Researchers Consortium of Value Chain Management and Logistics Conference 2009* (págs. 98-108). Chiang Mai: VCML.
- Collins, A., Henchion, M., & O'Reilly, P. (2001). Logistics customer service: performance of irish food exporters. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 6-15.
- Coelli, T., Prasada Rao, D., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. New York: Springer.
- Cohen, M., & Lee, H. (1988). Strategic analysis of integrated production-distribution systems: models and methods. *Operations Research*, 216-228.
- Cohen, M., & Lee, H. (1989). Resource deployment analysis of global manufacturing and distribution networks. *Journal of Manufacturing and Operations Management*, 81-104.
- Cohen, M., & Moon, S. (1990). Impact of production scale economies, manufacturing complexity and transportation costs on supply chain facility networks. *Journal of Manufacturing and Operations Management*, 269-292.
- Cooper, R. (1988). The rise of Activity-Based Costing Part One: What is an Activity-Based Cost system? *Journal of Cost Management*, 45-54.
- Cooper, R., & Kaplan, R. (1991). Profit Priorities from Activiy-Based Costing. *Harvard Business Review*, 130-135.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2001). *Supply chain management: strategy, planning and operation*. Nueva York: Prentice Hall.
- Council, S. (2012). SCC, Supply-Chain Council. Recuperado el 20 de junio de 2012, de <http://supply-chain.org/>
- Cox, A. (1999). Power, value and supply chain management. *Supply Chain Management*, 167-175.
- Christopher, M. (1998). *Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services*. London: Pitman Publishing.

- Christy, D., & Grout, J. (1994). Safeguarding supply chain relationships. *International Journal of Production Economics*, 233-242.
- Claro, D., Hagelaar, G., & Omta, O. (2003). The determinants of relational governance and performance: how to manage business relationships? *Industrial Marketing Management*, 703-716.
- CLM. (2000). *What It's All About*. Chicago: Council of Logistics Management.
- Davenport, T. (1993). *Process innovation, reengineering work through information technology*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Eppen, G. (1979). Effects of centralization on expected costs in a multi-location newsboy problem. *Management Science*, 498-501.
- Evans, R., & Danks, A. (1999). Strategic supply chain management. Creating shareholder value by aligning supply chain strategies with business strategies. En J. Gottorna, *Strategic Supply Chain Alignment: Best Practice in supply Chain Management* (pág. 671). Vermont: Gower Publishing, Ltd.
- FAO. (2013). *Agroindustrias para el desarrollo*. Roma: FAO.
- Farias, S., & Csillag, J. (2004). Performance measurement systems: considerations of an agrifood supply chain in Brazil. *Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference*, (págs. 1-32). Cancún .
- Fawcett, S., & Magnan, G. (2001). *Achieving World-Class Supply Chain Alignment: Benefits, Barriers and Bridges*. Tempe: Center for Advanced Purchasing Studies.
- Fearne, A. (1998). The evaluation of partnership in the meat supply chain: insights from the British beef industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, 214-231.
- FIRA (2001). *Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México*. México, DF: Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura.
- Frohlich, L., & Westbrook, R. (2001). Arcs of integration: an international study of supply chain strategies. *Journal of Operation Management*, 185-200.
- Goldratt, E., & Fox, R. (1996). *La Meta. Un proceso de mejora continua*. México, DF: Ediciones Castillo, 2da. edición.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 333-347.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & Tirtiroglu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations and Production Management*, 71-77.

- Hagelaar, G., & Van der Vorst, J. (2002). Environmental supply chain management: Using life cycle assessment to structure supply chains. *International Food and Agribusiness Management Review*, 399-412.
- Hammel, T., & Kopczak, L. (1993). Tightening the supply chain. *Production and Inventory Management Journal*, 63-70.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hobbs, J., & Young, L. (2000). Closer vertical co-ordination in agri-food supply chains: a conceptual framework and some preliminary evidence. *Supply Chain Management: An International Journal*, 131-143.
- Institute, B. S. (2012). *Balanced Scorecard Institute*. Recuperado el 23 de junio de 2012, de <http://www.balancedscorecard.org>
- Ishii, K., Takahashi, K., & Muramatsu, R. (1988). Integrated production, inventory and distribution systems. *International Journal of Production Research*, 473-482.
- Ittner, C., & Larcker, D. (2003). Coming up short on nonfinancial performance measurement. *Harvard Business Review*, 88-95.
- Jiménez, J., & Hernández, S. (2002). *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*. Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- Johnson, J. (1999). Strategis integration in distribution channels: managing the interfirm relationship as a strategic asset. *Journal of Academy of Marketing*, 4-18.
- Jones, T., & Riley, D. (1985). Using inventory for competitive advantage through supply chain management. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 16-26.
- Kajüter, P. (2002). Proactive cost management in supply chains. En S. Seuring, & M. Goldbach, *Cost Management in Supply Chains* (págs. 31-52). Heidelberg: Springer.
- Kaplan, R., & Norton, D. (1992). *The balanced scorecard-measures that drive performance*. Boston: Harvard Business Review.
- King, R., & Venturini, L. (2005). Demand for quality drives changes in food supply chains. En A. Regmi, & M. Gehlhar, *New directions in global food markets* (págs. 1-81). Washington, DC: USDA.
- Korpela, J., Kyläheiko, K., Lehmusvaara, A., & Tuominen, M. (2002). An analytical approach to production capacity allocation and supply chain design. *International Journal of Production Economics*, 187-195.

- Kuglin, F. A. (1998). *Customer-Centered Supply Chain Management: A Link-by-Link Guide*. New York: American Management Association.
- Lai, K., Ngai, E., & Cheg, T. (2002). Measures for evaluating supply chain performance in transport logistics. *Transportation Research*, 439-456.
- Lambert, D., Cooper, M., & Pagh, J. (1998). Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, 1-19.
- Lambert, D., & Cooper, M. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 65-83.
- Lambert, D., & Pholen, T. (2001). Supply chain metrics. *The International Journal of Logistics Management*, 1-19.
- Lapide, L. (2000). What about measuring supply chain performance? Recuperado el 23 de junio de 2012, de White paper: <http://lapide.ASCET.com>
- Le Heron, R. (2003). Creating food futures: reflecting on food governance issues in New Zealand's agri-food sector. *Journal of Rural Studies*, 111-125.
- Lee, H., & Billington, C. (1992). Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. *MIT Sloan Management Review*, 65-73.
- Lee, H., & Billington, C. (1993). Material management in decentralized supply chains. *Operations Research*, 835-847.
- Li, D., & O'Brien, C. (1999). Integrated decision modelling of supply chain efficiency. *International Journal of Production Economics*, 147-157.
- Lysiak, E. (2000). Teorías y política sobre las exportaciones. Recuperado el 08 de junio de 2012, de Facultad de ciencias económicas, Universidad Nacional de Córdoba: <http://www.econlink.com.ar/economia/exportaciones/exportaciones.shtml>
- Malmi, T. (2001). Balanced scorecards in Finnish companies: A research note. *Management Accounting Research*, 207-220.
- Martinsons, M., Davison, R., & Tse, D. (1999). The balanced scorecard: A foundation for the strategic management of information systems. *Decision Support Systems*, 71-88.
- Mentzer, J., De Witt, W., Kleeber, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., & Zacharia, Z. (2011). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 1-25.
- Murphy, G., Trailer, J., & Hill, R. (1996). Measuring performance in entrepreneurship research. *Journal of Business Research*, 15.23.

- Narasimhan, R., & Kim, S. (2002). Effect of supply chain integration on the relationship between diversification and performance: evidence from Japanese and Korean firms. *Journal of Operations Management*, 303-323.
- Narasimhan, R., & Jayaram, J. (1998). Causal linkages in supply chain management: an exploratory study of North American manufacturing firms. *Decision Sciences*, 579-605.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). Performance measurement system design. *International Journal of Operations and Production Management*, 1228-1263.
- Neely, A., Mills, J., Platts, K., Gregory, M., & Richards, H. (1994). Realizing strategy through measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 140-152.
- Newhart, D., Stott, K., & Vasko, F. (1993). Consolidating product sizes to minimize inventory levels for a multi-stage production and distribution systems. *Journal of the Operational Research Society*, 637-644.
- Nicoll, A. (1994). Integrating logistics strategies. *Annual International Conference Proceedings- American Production and Inventory Control Society*, (págs. 590-594). Sydney.
- Ploos, R., & D'hert, G. (1996). Performance indicators in distribution. *The International Journal of Logistics Management*, 73-82.
- Persson, F., & Olhager, J. (2002). Performance simulation of supply chain design. *International Journal of Production Economics*, 231-245.
- Poluha, R. (2007). *Application of the SCOR Model in supply Chain Management*. New York: Cambria Press.
- Pohlen, T., & La Londe, B. (1994). Implementing activity-based costing (ABC) in logistics. *Journal of Business Logistics*, 11-12.
- Porter, M. (2000). *Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior*. DF: Continental, 19va. impresión.
- Preissner, A. (2003). *Practical Knowledge for Controlling: Basics, Tools, Applications*. München: Springer-Verlag.
- Pyke, D., & Cohen, M. (1993). Performance characteristics of stochastic integrated production-distribution systems. *European Journal of Operational Research*, 23-48.
- Roedel, J., Willems, S., & Boselie, D. (2002). *Agri-supply chain management (To stimulate cross-border trade in developing countries and emerging economies)*. 's-Hertogenbosch, Netherlands: World Bank.

- Romero, C., & Rehman, T. (2003). *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions*. Oxford: Elsevier Science, Ltd.
- Santana, F., & Granillo, R. (2012). Identificación de atributos para la medición del desempeño del Sistema Producto Cebada del estado de Hidalgo, México. *Científica*, 16(1), 11-23.
- Simmons, D., Francis, M., Bourlakis, M., & Fearn, A. (2003). Identifying the determinants of value in the U.K. red meat industry: a value chain analysis approach. *Chain and Network Science*, 109-121.
- Stephens, S., Gustin, C., & Ayers, J. (2002). Reengineering the supply chain. En J. B. Ayers, *Making Supply Chain Management Work. Design, Implementation, Partnership, Technology and Profits* (págs. 359-366). Boca Raton, FL: Auerbach Publications.
- Talluri, S., & Baker, R. (2002). A multi-phase mathematical programming approach for effective supply chain design. *European Journal of Operational Research*, 544-558.
- Talluri, S., Baker, R., & Sarkis, J. (1999). A framework for designing efficient value chain networks. *International Journal of Production Economics*, 133-144.
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to theory and application of data envelopment analysis*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Themido, I., Arantes, A., Fernandes, C., & Guedes, A. (2000). Logistic costs case study: an ABC approach. *Journal of Operational Research Society*, 1148-1157.
- Thenomman, U., & Bradley, J. (2002). The effect of product variety on supply chain performance. *European Journal of Operational Research*, 548-569.
- Theodoras, D., Laios, L., & Socrates, M. (2005). Improving customer service performance within a food supplier-retailers context. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 353-370.
- Torres, R. (1980). *Teoría del comercio internacional*. DF: Siglo XXI.
- Towill, D., & Del Vecchio, A. (1994). The application of filter theory to the study of supply chains dynamics. *Production Planning and Control*, 82-96.
- Towill, D., Naim, M., & Wikner, J. (1992). Industrial dynamics simulation models in the design of supply chains. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 3-13.
- Tzafestas, S., & Kapsiotis, G. (1994). Coordinated control of manufacturing/supply chains using multi-level techniques. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 206-212.

- Valenzo, M. (2011). La competitividad en la administración de la cadena de suministro en las empresas exportadoras de aguacate del estado de Michoacán. Morelia: Tesis doctoral-ININEE-UMSNH.
- Van der Spiegel, M. (2004). Measuring effectiveness of food quality management. Wageningen: Wageningen University, PhD Thesis.
- Van der Vorst, J. (2000). Effective food supply chains: generating, modeling and evaluating supply chain scenarios. Wageningen: PhD Tesis, Wageningen University.
- Van der Vorst, J. (2005). Performance Measurement in Agri-Food Supply Chain Networks: An overview. En C. J. Ondersteijn, J. H. Wijnands, R. B. Huirne, & O. Van Kooten, Quantifying the Agri-Food Supply Chain (pág. 242). Dordrecht: Springer.
- Van der Vorst, J. (2006). Performance measurement in agrifood supply-chain networks. Logistics and Operations Research Group, 14-24.
- Voltolini, A., Pinheiro, E., & Gouvea, S. (2016). Performance measurement for supply chain management: A systematic literature review. 23rd ISPE Inc. International Conference on Transdisciplinary Engineering (págs. 1093-1102). ParanaCuritiba: Federal University of Technology.
- Voudouris, V. (1996). Mathematical programming techniques to debottleneck the supply chain of fine chemical industries. Computers and Chemical Engineering, 1269-1274.
- Wöhe, G. (1984). Introduction to General Business Economics. München: Springer-Verlag.
- Wang, N. (2003). Measuring transaction costs: an incomplete survey. Conference on transaction costs (págs. 1-14). Chicago: Ronald Coas Institution.
- Williams, J. (1981). Heuristic techniques for simultaneous scheduling of production and distribution in multi-echelon structures: Theory and empirical comparisons. Management Science, 336-352.
- Williams, J. (1983). A hybrid algorithm for simultaneous scheduling of production and distribution in multi-echelon structures. Management Science, 77-92.
- Wikner, J., Towill, D., & Naim, M. (1991). Smoothing supply chain dynamics. International Journal of Production Economics, 231-248.
- Wong, W., & Wong, K. (2007). Supply chain performance measurement system using DEA modeling. Industrial Management & Data Systems, 361-381.
- Yip, G. (1993). Estrategia global total. La gestión hacia la ventaja competitiva mundial. Madrid: Paramón.

Zhu, J. (2003). Quantitative models for performance evaluation and benchmarking. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Ziggers, G., & Trienekens, J. (1999). Quality assurance in food and agribusiness supply chains: developing successful partnerships. *International Journal of Production Economics*, 271-279.