

Lean para la Sostenibilidad en la Cadena de Suministro

Lorenzo González¹, Jaime Beltrán¹

¹ Dpto. de Tecnologías de Gestión. Instituto Andaluz de Tecnología. C/ Leonardo da Vinci, 2. 41092 Sevilla.
lgonzalez@iat.es, beltran@iat.es

Resumen

Este trabajo de investigación pretende desarrollar una metodología que fundamente el estudio de la Sostenibilidad de la Cadena de Suministro (Sostenible Supply Chain, SSC), mediante la aplicación de técnicas Lean Manufacturing especializadas en la cadena de suministro (Lean Supply Chain, LSC). Según el estudio del estado del arte realizado, ambas áreas de conocimiento han sido tratadas por la literatura científica de forma independiente, suponiendo esta investigación un elemento integrador entre estos dos campos científicos. Asimismo, este trabajo recoge los recientes avances conseguidos en la aplicación de las primeras etapas de esta metodología en el sector cárnico de aves.

Keywords: Lean, Sostenibilidad, Cadena de Suministro, Gestión Logística, Sostenible Supply Chain, Lean Supply Chain.

1. Introducción

La gestión de la cadena de suministro es una de las principales actividades de cualquier sector económico, que abarca desde la producción en origen hasta la llegada al consumidor final, estudiando todos los procesos asociados al ciclo de vida del producto (tanto internos de cada organización como los externos que se interrelacionan).

Por otro lado, la mayor parte de la bibliografía destaca la necesidad de considerar la sostenibilidad como una categoría conceptual formada por tres dimensiones: ambiental y energética, económica y social.

De este modo, el concepto de sostenibilidad debería plantearse como un factor clave en la gestión de la cadena de suministro en todos los sectores económicos. Ésta es la principal conclusión del informe “Future Supply Chain 2016: Serving Consumers in a Sustainable Way,” publicado por la Global Commerce Initiative en 2008. Este informe concluye que los futuros modelos de logística y gestión de la cadena de suministro, especialmente en productos de consumo, deben integrar parámetros de sostenibilidad, tales como, reducción de emisiones de CO₂, consumo de energía reducido, mejor trazabilidad y menor congestión de tráfico, así como medidas tradicionales, tales como, disponibilidad de existencias, reducción de costes y rendimiento financiero.

En este entorno, surge la necesidad de promover una cadena de suministro más integrada, eficiente y respetuosa con el entorno, en definitiva, más sostenible. Esta necesidad viene siendo identificada de manera continua por IAT con su actividad en el CPLA (Centro para la Promoción de la Logística en Andalucía), en el que participa conjuntamente con el Grupo de Ingeniería de Organización de AICIA (Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla).

CPLA ha venido desarrollando diversos proyectos de I+D en logística y gestión de la cadena de suministro tanto en aspectos relacionados con elementos concretos dentro de la cadena de

suministro (por ejemplo, en optimización de rutas de transporte), como en modelos de relación entre dos o más elementos de la cadena de suministro (como por ejemplo la gestión de almacenes con distribución y transporte), integrando ya en todos los casos, indicadores y resultados relacionados con el impacto ambiental, energético y social de los procesos logísticos, que complementan a los resultados en materia de eficacia y eficiencia operacional y económica.

Todas las experiencias acumuladas en las investigaciones previas, han permitido al CPLA integrar los procesos de la cadena de suministro en un modelo propio de sistema de gestión logística (Muñuzuri et al (2009)), utilizando la propia base de un sistema de gestión de calidad ISO 9001, que ha sido transferido a más de 50 empresas actualmente.

Las experiencias acumuladas en esta trayectoria investigadora y de transferencia a empresas, acompañadas del repaso bibliográfico realizado en esta materia, llevan necesariamente a la conclusión de que las mejoras energéticas y ambientales en la cadena de suministro de la industria pasan necesariamente por el incremento de la eficiencia en los procesos involucrados, ya que no es posible plantear en los productos reducciones de calidad o de prestaciones. Se trata, por tanto, de observar el impacto de estos procesos, de forma global, a través de todo el ciclo de vida del producto. A todo esto, se le denomina en este trabajo: Sostenibilidad de la Cadena de Suministro (Sostenable Supply Chain, SSC).

A pesar de esta evidente necesidad, en la revisión bibliográfica realizada ha podido confirmarse la inexistencia de estudios publicados sobre modelos que integren la sostenibilidad en la gestión y toma de decisiones sobre la cadena de suministro, y que incorporen en su diseño y estructura un enfoque de análisis y mejora basado en técnicas fundamentadas y publicadas en artículos científicos, como la aplicación del Lean Manufacturing a los procesos de la cadena de suministro (Lean Supply Chain, LSM), así como que utilicen modelos estructurados para analizar los costes asociados a estos procesos desde la óptica ambiental y energética, económica y social.

Este estudio persigue, por tanto, diseñar un modelo que integre los elementos necesarios para crear una gestión sostenible de la cadena de suministro (SSC), a través de metodologías científicas de análisis avanzadas (LSM), que permitan caracterizar, evaluar y mejorar estos procesos.

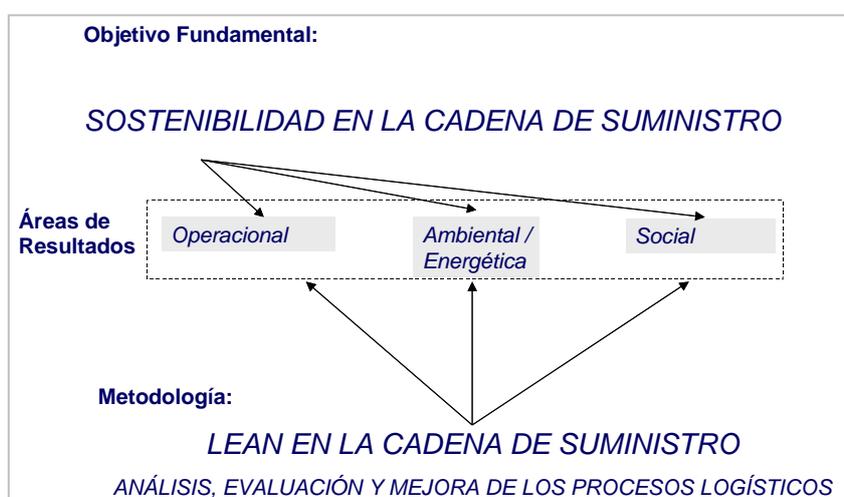


Figura 1. Enfoque y estrategia de la investigación

2. Estado del Arte

El estudio del estado del arte es una de las etapas principales de este trabajo, ya que permite que la metodología a desarrollar se soporte en principios y avances científicos ya publicados y reconocidos.

Como se ha comentado anteriormente, no se han encontrado trabajos que traten conjuntamente las dos principales áreas de conocimiento que deben ser integradas en el desarrollo de la metodología, por lo que este estudio se ha dividido en estas dos áreas.

Por otro lado, debido a que en uno de los campos donde se ha iniciado la aplicación de la metodología es el sector cárnico de aves, se ha observado conveniente completar el repaso bibliográfico introduciendo este componente.

2.1. Sostenibilidad de la Cadena de Suministro (SSC)

La gestión de la cadena de suministro es entendida por Muñozuri et al (2009) como el conjunto de procesos logísticos operativos de cualquier industria, que incluyen servicio al cliente (ventas), planificación de la producción, aprovisionamientos y gestión de proveedores, gestión de almacenes, gestión de inventarios, transporte y distribución y logística inversa, que aparecen así como eslabones de la cadena de suministro de cualquier empresa industrial.

Es evidente que existe un interés social creciente acerca de las oportunidades que ofrece la sostenibilidad de la gestión de la cadena de suministro para mejorar la calidad de vida global (Timmermans, 2006), pudiendo enfocarse a través de la consideración de los procesos logísticos operativos anteriormente mencionados.

Este interés queda reflejado en el repaso bibliográfico realizado por Seuring y Müller (2008), donde se apunta a que desde el año 1994 hasta 2007 existían 194 referencias que tratan la sostenibilidad de la cadena de suministro. No obstante, estos autores destacan que en todas ellas el concepto de sostenibilidad aparece casi exclusivamente unido al concepto medioambiental, y en algunos casos integrando eficiencia económica de las operaciones, no contemplando así los demás aspectos que conlleva el concepto de sostenibilidad, como los aspectos energéticos, entre otros.

En este sentido, en 2008, Tiwari defiende que la energía debe ser considerada como un coste empresarial similar a los otros costes empresariales, incluyendo las materias primas y la mano de obra. El esfuerzo necesario para administrar eficazmente la energía depende del tamaño de la empresa, de la intensidad de la energía (costo de la energía, expresado como porcentaje de los costes totales de la empresa) y del nivel actual de eficiencia.

Por tanto, de la revisión bibliográfica realizada, se observa que el concepto de sostenibilidad de la cadena de suministro, tal como lo entendemos en esta investigación, surge por primera vez en la literatura científica nombrado por Pagell, M. y Wu, Z. (2009), que detectan, mediante un estudio experimental en 10 empresas, la necesidad de que los aspectos ambientales y energéticos, de eficiencia económica y de responsabilidad social de la logística, se integren en el concepto de sostenibilidad de la cadena de suministro. No obstante, no proponen ningún modelo para lograr este fin, siendo el principal objetivo de esta investigación.

2.2. Lean en la cadena de suministro (LSC)

Este trabajo supone además un nuevo avance científico gracias a las herramientas empleadas tanto para su planteamiento como para su desarrollo.

Desde el punto de vista del planteamiento, esta investigación supone un nuevo avance científico, gracias al empleo de un enfoque lean aplicado a la gestión global de la logística y

de la cadena de suministro (lean supply chain), avanzando de esta forma en los trabajos previos publicados por Robert J. y Trent J.(2008). Por otro lado, se amplía el alcance de los estudios de Wee et al (2009) y Taylor (2009) con una batería de indicadores que reflejan, en una primera aproximación, el impacto sobre la sostenibilidad de las actividades de la organización implicadas en el alcance de este proyecto y, en segundo lugar, el efecto que supondría las oportunidades de mejora identificadas.

2.3. Aspectos clave de la sostenibilidad en el sector cárnico de aves

Como una de las aplicaciones ya iniciadas para la validación de la metodología Lean para la Sostenibilidad de la Cadena de Suministro, objeto de este trabajo, se ha seleccionado el sector cárnico de aves, por lo que también se ha realizado un estudio del estado del arte de aspectos clave de este sector que puedan afectar a esta investigación.

Reich-Weisser (2008), avanza en que los factores fundamentales que afectan a la sostenibilidad de la cadena de suministro son:

- Modo de Transporte
- Localización de la Fábrica
- Medio ambiente y Salud
- Tiempo de entrega
- Niveles de inventario

Por otro lado, N. Pelletier (2008) realiza un importante estudio del impacto ambiental de la producción de pollos de corral a los causados por las entradas de materia y energía, y las emisiones a lo largo de la cadena de suministro. Se encuentran interesantes resultados como que el suministro de alimento es responsable del 80% del uso de energía en la cadena de suministro, el 82% emisiones de gases de efecto invernadero, 98% emisiones de ozono reducido, 96% de emisiones acidificadas, y 97% de emisiones eutróficas asociadas a todo el proceso de producción de los pollos domésticos. Frente a este dato, las entradas y las emisiones, en gran parte relacionadas con la calefacción y la ventilación, contribuyen sólo con el 9% de estos impactos.

V. Narayanaswamy (2003) muestra la aplicación de los recursos (materiales y energía) en el análisis de flujo para la cadena de producción, que permitirá perfilar las cargas medioambientales. Los objetivos principales del estudio son evaluar y mejorar el funcionamiento tanto ambiental como económicamente, con especial referencia al consumo de energía y la reducción de aguas residuales. Los esfuerzos se centran en obtener una producción más limpia para reducir el impacto ambiental global en la cadena de producción y mejorar el rendimiento económico. El análisis del flujo de recursos (AFR) a través de una cadena de producción es una herramienta emergente para cuantificar y analizar el impacto económico y ambiental de los flujos de masa y energía de un producto cuando se mueve “de la cuna a la tumba”.

D. Ljungberg (2006) en su tesis doctoral señala el transporte como uno de los puntos principales para mejorar tanto el rendimiento económico como el medioambiental. El transporte es un vínculo clave en la cadena de suministro alimenticia y agrícola, que suponen una prestación de servicios esenciales para la sociedad. Sin embargo, es al mismo tiempo, un importante contribuyente a los efectos medioambientales negativos. El objetivo estratégico de la investigación es promover sistemas de transporte eficaces en las cadenas de suministro alimenticia y agrícola, para mejorar la economía, el medio ambiente y la calidad.

En un estudio realizado en 2006, Tsoulfas analiza los impactos ambientales de la cadena de suministro y considera que la implantación de un sistema de gestión de la calidad es fundamental para su tratamiento y optimización.

Qinghua Zhu (2007) defiende la gestión verde de la cadena de suministro como una vía para su mejora cuando las presiones legislativas, de reglamentación interna y de competitividad del mercado inciden sobre cualquier tipo de industria. En estas situaciones, la gestión global de la cadena de suministro (GSCM) se revela insuficiente para la mejora sustancial del rendimiento económico y medioambiental de las empresas.

Yakovleva (2004) indaga en la innovación de la cadena de suministro. El sistema alimenticio moderno se caracteriza por ser un sistema complicado con procesos altamente industrializados. Los métodos se han internacionalizado. Esta globalización de los mercados alimenticios y la reducción de fronteras han hecho que se alcance una competitividad total en todas las fases de la cadena de suministro alimenticia.

3. Metodología

La metodología desarrollada que se muestra a continuación, incluye herramientas de investigación innovadoras en todas sus etapas, desde su concepción utilizando el enfoque lean supply chain aplicado a la gestión global de la logística y de la cadena de suministro, hasta la aplicación de herramientas propias de la operación logística, pasando por otras herramientas de investigación y análisis horizontales a lo largo del estudio: Métodos de Jerarquías Analíticas para la toma de decisiones, Análisis de Costes mediante técnicas ABC, Modelos de optimización con enfoques multicriterio. Todas ellas están encaminadas a ofrecer un mapa de soluciones tecnológicas y de toma de decisiones que contribuyan al objetivo ulterior de la investigación: aumentar la sostenibilidad de la cadena de suministro.

3.1. Identificación, Análisis y Evaluación de Procesos

Esta etapa conlleva el análisis del estado tecnológico actual de los diferentes procesos y flujos interprocesos asociados a la logística integral y gestión de la cadena de suministro. Para ello, es necesario realizar visitas técnicas a los distintos agentes de la cadena de suministro del sector a analizar, con las siguientes metas:

- Evaluación, priorización y definición del alcance de los aspectos que son significativos en la sostenibilidad de la cadena de suministro. Para ello, se seguirá la siguiente metodología:
 - Definición de actividades: estudio del flujo (Beltrán et al, 2009)
 - Definición de indicadores logísticos (Muñuzuri et al, 2009; UNE-CR 13908:2002)
 - Cálculo de los valores de los indicadores
 - Establecimiento de indicadores energéticos: UNE 216501:2009
 - Análisis de todos los indicadores
- Análisis global de la cadena de suministro. Con el enfoque Lean Supply Chain establecido y el planteamiento del Value Stream Mapping (VSM) global, se consigue, por un lado, la identificación de la secuencia de procesos y el flujo de información asociado en toda la cadena de suministro, y por otro lado permite un avance de la situación objetivo deseada para la gestión de la cadena de suministro tras la eliminación de las pérdidas detectadas.
- Caracterización del VSM global de la cadena de suministro. Para ello se emplean diversas herramientas que aportan información a los indicadores establecidos previamente; entre estas herramientas, destacan:

- Análisis de costes basado en la metodología ABC orientando la estrategia de asignación de costes a todas las actividades de la cadena de suministro. Se utilizará una herramienta de desarrollo propio específicamente diseñada para cubrir los requisitos de este nuevo enfoque de la metodología ABC de costes. Evaluación de la eficiencia de los procesos logísticos operativos, teniendo en cuenta para ello la definición de indicadores de desempeño logístico, avanzando así en los trabajos planteados por Huan et al (2004).
- Análisis de los principales aspectos ambientales de la cadena de suministro. Se utilizarán herramientas propias del análisis del ciclo de vida de los productos (GABI, por ejemplo) y se tendrán en cuenta los trabajos publicados por Aitken et al (2003).
- Cuantificación energética de los procesos. Con el fin de buscar una unidad de medida global y contrastada, se recurre a la extendida metodología de cálculo de la huella ecológica (Wackernagel, 1998). Su utilidad se basa en que permite computar y comparar conceptos muy diferentes, resultando inmediato relacionar entre sí los consumos de energía asociados al transporte de larga distancia, a la distribución urbana, a la logística inversa, o a cualquier otro tipo de proceso logístico.
- Análisis de la logística interna de empresas integrantes de la cadena de suministro, a través del análisis y evaluación inicial de los procesos de:
 - Previsión de la Demanda
 - Planificación de la Producción
 - Aprovisionamientos y gestión de proveedores
 - Almacenaje, operaciones de entrada y salida, picking, crossdocking, gestión de trazabilidad
 - Gestión de inventarios
 - Transporte a larga distancia, gestión de envíos de carga completa desde productores hasta centros de distribución
 - Distribución final / Transporte capilar: envíos de carga completa o fraccionada de los centros de distribución hasta los clientes finales, incluyendo la problemática asociada al reparto en zonas urbanas.
 - Logística inversa: devoluciones, rechazos, recuperación de embalajes, ...

Para este análisis se utiliza la propuesta de indicadores y procesos realizada por Muñuzuri et al (2009).

3.2. Diseño de nuevas metodologías para la mejora de la sostenibilidad de los procesos logísticos

Como resultado de la etapa anterior, se obtiene un amplio conjunto de datos y evidencias que afectan a la sostenibilidad de los procesos logísticos y su integración en la cadena de suministro. Las actuaciones de esta etapa están encaminadas a establecer y priorizar las principales áreas de mejora y avance en la sostenibilidad de la cadena de suministro a través del estudio sistemático de los diferentes procesos que conlleven a mejoras del tipo:

- Mejora de los flujos de información y de materiales en toda la cadena de suministro.
- Mejora de los procesos de almacén: buscando eliminar redundancias, agilizar la rotación, disminuir la necesidad de recursos.
- Optimización de inventarios en todos los nodos de la cadena de suministro

- Optimización de rutas de larga distancia: diseño de rutas, enlace de la producción con el almacenamiento y el transporte, análisis de retornos.
- Diseño de la “última milla” de las rutas de distribución: reingeniería de rutas, análisis de factores de carga, efecto de restricciones de acceso o ventanas temporales.
- Introducción de la logística inversa en la planificación global: reintroducción en la cadena, gestión de desechos, reducción de costes.
- Mejoras en eficiencias energéticas

3.3. Evaluación de la nueva situación alcanzada

Esta actividad se plantea con el objetivo de diseñar y obtener una herramienta de evaluación del nivel de madurez de la sostenibilidad en cualquier cadena de suministro, que pondere, en función de la importancia relativa según las estrategias propias de cada sector de actividad, todas las variables que configuran el propio modelo diseñado en la etapa anterior. De esta forma, tanto el modelo como su herramienta de evaluación configuran un par coherente que apoyarán la mejora de la sostenibilidad de la cadena de suministro tanto en el sector cárnico de aves como en cualquier otra cadena de suministro. Para apoyar esta evaluación, se realizará un VSM final para analizar la evolución respecto a la situación de partida.

4. Avance de resultados de la aplicación en el sector cárnico de aves

La validación de esta metodología se está realizando en dos sectores, el sector cárnico de aves y en el sector aeronáutico, si bien el primer sector presenta un mayor grado de avance que justifica exponer los primeros resultados en este apartado.

Concretamente, ya se ha realizado la etapa 3.1 de la metodología para este sector, que se ha revelado como esencial para poder afrontar las siguientes etapas de la metodología. Se ha realizado el VSM inicial en todas las etapas de la cadena de suministro: Matadero, Transformación y Producción, Almacenaje y Transporte y Distribución.

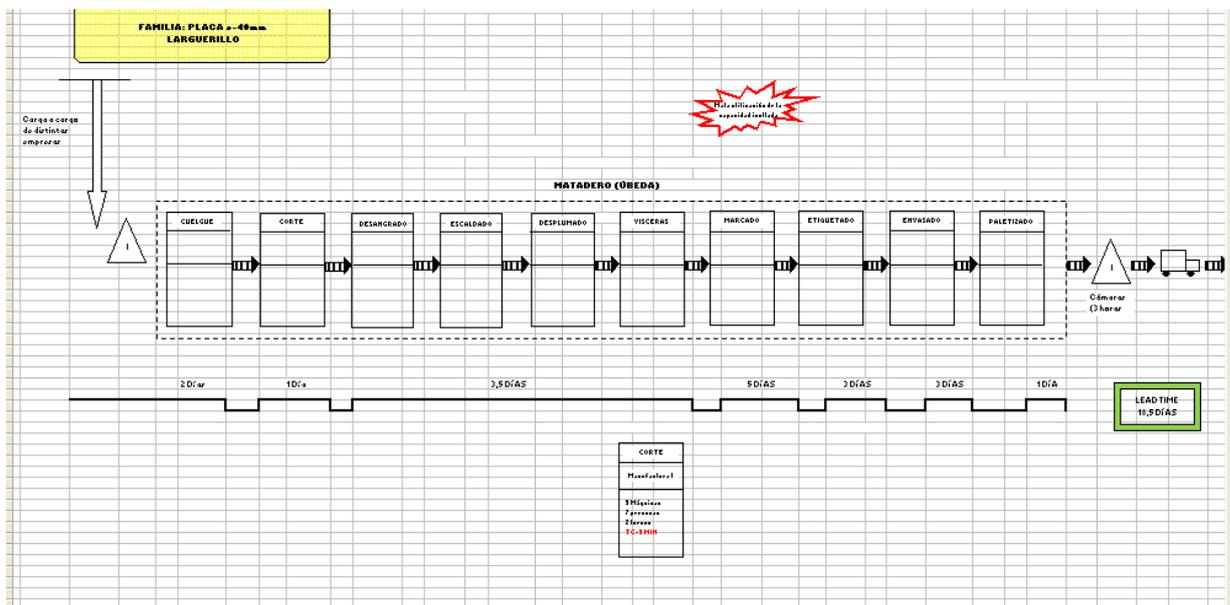


Figura 2. Parte del VSM inicial a modo de ejemplo: Etapa de Matadero

Asimismo, ya se han definido los indicadores que representa las principales áreas de resultados de la sostenibilidad de la cadena de suministro: eficiencia, ambientales y energéticos y sociales, estando actualmente en fase de medición de los mismos.

5. Conclusiones

Con esta metodología propuesta en la presente investigación, que se encuentra en fase de validación en dos sectores: cárnico de aves y aeronáutico, se obtendrá un modelo que engloba los aspectos fundamentales para la gestión de la sostenibilidad en la cadena de suministro, así como una batería de indicadores capaz de reflejar el impacto que las actuaciones de mejora acometidas en cualquier proceso de la cadena de suministro tienen sobre la sostenibilidad de la misma. Los avances conseguidos hasta ahora en la validación, reflejan que los primeros pasos de la metodología son totalmente aplicables y ofrecen los resultados esperados.

6. Desarrollos futuros

Se pretende continuar con la línea de investigación abierta, ampliando en primer lugar la transferencia tecnológica a empresas de diferentes sectores, que complementen el aeronáutico y el sector cárnico de aves, potenciando de esta forma la retroalimentación permanente de mejoras a la metodología planteada de tal manera que garantice el éxito de implantación en cualquier cadena de suministro.

Una vez definido y validado el modelo resultante de la aplicación de esta metodología, los siguientes avances pueden estar orientados al establecimiento de un indicador único, que permita evaluar el grado de madurez de la gestión de la sostenibilidad en la cadena de suministro. Para la definición de este indicador, habría previamente que hacer un análisis de las correlaciones y ponderar los distintos indicadores resultantes de esta primera etapa.

En coherencia con esta última línea, se podría plantear el desarrollo de una herramienta que permitiera la evaluación y cuantificación de este indicador, al tiempo que supusiera un elemento de benchmarking para las cadenas de suministros.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen tanto al Instituto Andaluz de Tecnología como al Grupo de Ingeniería de Organización de la Universidad de Sevilla, el apoyo ofrecido para avanzar en los resultados de este proyecto.

Asimismo, agradecer a la empresa INASUR su inestimable colaboración y dedicación que viene prestando a esta investigación, sin la que no hubiese sido posible avanzar en un modelo que recogiese experiencias prácticas de su aplicación.

Referencias

- Aitken J., Childerhouse P. (2003), The impact of product life cycle on supply chain strategy, *International Journal of Production Economics*, 85 pp. 127–140
- Beltrán, J., Carmona, M.A., Carrasco, R., Rivas, M.A., Tejedor, F. (2009). Guía para una gestión basada en procesos. Fundación IAT
- Beltrán J., Muñuzuri J., Rivas M.A., González C. (2010), Metrological Management Evaluation Based On ISO10012: An Empirical Study In ISO-14001-Certified Spanish Companies, *Energy* 35, pp. 140-147
- Jharkaharia S., Shankar, R. (2007), Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *International Journal of Management Science*, 35, pp 274-289.
- Huan, S.H., Sheroan, S.K. y Wang, G. (2004), A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model. *Supply Chain Management: An International Journal.*, 9:1, 23-29.

- Ljunberg, D. (2006) Effective Transport Systems in Food and Agricultural Supply Chains. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Biometry and Engineering Uppsala.
- Muñuzuri, J., Beltrán, J., Onieva, L., Rivas, M.A. (2009) Logistics management systems: an approach for the evaluation, integration and improvement of logistics processes. *International Journal of Procurement Management*, vol.2 issue 4, pp. 358-376.
- Narayanaswamy, V., Scott, J.A., Ness, J.N y Lochhead, M. (2003) Resource flow and product chain analysis as practical tools to promote cleaner production initiatives. School of Environmental Engineering, Griffith University, Nathan Campus, Brisbane, QLD, Australia, and Centre for Integrated Environmental Protection, Griffith University, Nathan Campus, QLD, Australia, and Queensland Operation Manager, Weston Bioproducts Limited, Fairfield Road, Moorooka, Brisbane, QLD, Australia.
- Pagell, M. y Wu, Z. (2009), Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars, *Journal of Supply Chain Management*, vol. 45, num. 2.
- Pelletier, N. (2008) Environmental performance in the US broiler poultry sector: Life cycle energy use and greenhouse gas, ozone depleting, acidifying and eutrophying emissions. School of Resources and Environmental Studies, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Reich-Weisser, C. y Dornfeld, D. (2008) Environmental decision making: supply-chains considerations. UC Berkeley, Green Manufacturing Group, Laboratory for Manufacturing and Sustainability.
- Robert J., Trent J. (2008), *End-to-End Lean Management : A guide to complete supply chain improvement*, Ross Publishing, Fort Lauderdale, FL, pp 320.
- Seuring, S., Müller, M. (2008), From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, vol 16, pp. 1699-1710.
- Taylor, D. (2009), An application of value stream management to the improvement of a global supply chain: a case study in the footwear industry. *International Journal of Logistics: Research and Applications*. Vol. 12, No.1, pp. 45-62.
- Timmermans, T. (2006) Supply chain management. Documento de trabajo, Wageningen University and Research Centre.
- Tiwari, A.K. y Pandey, A.(2008) Energy Management – A Case Study of Companies in Singrauli Area in India. Dept. Of Business Administration APS University, Rewa (M.P.), India.
- UNE-CR 13908:2002 Indicadores de Gestión Logística, AENOR, 2002.
- UNE 216501:2009 Auditorías Energéticas. Requisitos, AENOR, 2009
- Wee, H.M. y Wu, S. (2009), Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. *Supply Chain Management: An International Journal*. 14/5 pp. 335-341.
- Yakovleva, N. y Flynn, A. (2004) Innovation and the Food Supply Chain: a Case Study of Chicken. The Centre for Business Relationships, Accountability, Sustainability and Society (BRASS), Cardiff University, United Kingdom.
- Yi-fen S., Chyan Y. (2010), A structural equation model for analyzing the impact of ERP on SCM, *International Journal of Expert Systems with Applications*, 37, pp. 456-469.

Zhu, Q., Sarkis, J. y Lai, K. (2007) Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. Institute for Eco-planning and Development, Dalian University of Technology, Dalian, China.