



Investigaciones Europeas de Dirección y
Economía de la Empresa

ISSN: 1135-2523

iedee@aedem-virtual.com

Academia Europea de Dirección y Economía
de la Empresa
España

Martínez Jurado, Pedro José; Moyano Fuentes, José
LEAN PRODUCTION Y GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA INDUSTRIA
AERONÁUTICA

Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, vol. 17, núm. 1, enero-abril, 2011,
pp. 137-157

Academia Europea de Dirección y Economía de la Empresa
Vigo, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274119499006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

LEAN PRODUCTION Y GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA INDUSTRIA AERONÁUTICA

Martínez Jurado, Pedro José*

Moyano Fuentes, José**

Universidad de Jaén

Recibido: 13 de mayo de 2010

Aceptado: 21 de octubre de 2010

RESUMEN: En este trabajo se evalúa el estado actual de la investigación sobre Lean Production y Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica con dos objetivos básicos: 1) identificar el conjunto de líneas de investigación desarrolladas, aportando un criterio de clasificación de la literatura, 2) discutir sobre la evidencia empírica, intentando proporcionar orientaciones para la investigación futura. Para el logro de estos objetivos se ha empleado una metodología de investigación consistente en la identificación y revisión de la literatura. El análisis sistemático posterior de ésta ha sido de naturaleza cualitativa. Este análisis ha permitido identificar tres líneas de investigación en torno a Lean Production y otras tres relacionadas con la Gestión de la Cadena de Suministro. Por último, se identifican nuevas oportunidades y retos a los que se enfrenta la investigación en un futuro.

PALABRAS CLAVE: Industria Aeronáutica, Lean Production, Gestión de la Cadena de Suministro, Revisión de la Literatura.

CLASIFICACIÓN JEL: M11, L23.

LEAN PRODUCTION AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN THE AERONAUTIC INDUSTRY

ABSTRACT: In this paper we asses the current state of research on Lean Production and Supply Chain Management in the aeronautic industry, with two basic aims: 1) identify all lines of research developed, providing a classification criterion of literature, 2) discuss the empirical evidence and try to provide guidance for future research. To achieve these objectives, it has employed a research methodology involving the identification and review of the literature. The subsequent systematic analysis of literature has been qualitative. This analysis has identified three lines of research on Lean Production and three on Supply Chain Management. Finally, we identify new opportunities and challenges facing future research.

KEY WORDS: Aeronautic Industry, Lean Production, Supply Chain Management, Literature Review.

JEL CLASSIFICATION: M11, L23.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria aeronáutica mundial se está viendo sometida a una creciente competencia global y al desafío que supone la adaptación a los cambios tecnológicos. Asimismo, el proceso de desintegración vertical que está afectando a los integrantes de la cadena de valor está produciendo un proceso de reconstrucción de esta industria (Williams et al., 2002; Bales et al., 2004).

En este sentido, la fiabilidad en las entregas se está convirtiendo en un factor capacitador para poder competir en esta industria. Junto a este factor, existen otras prioridades competitivas relacionadas con la mejora de los plazos de entrega, la reducción de inventarios, el aumento de la productividad, la mejora de la calidad de la producción y la disminución de los costes operativos (James-Moore y Gibbons, 1997; Smith y Tranfield, 2005).

Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior de Linares, Departamento de Organización de Empresas, Marketing y Sociología, C/Alfonso X El Sabio, nº 28, A-23700 Linares (Jaén)

*E-mail: pmjurado@ujaen.es

**E-mail: jmoyano@ujaen.es



Así, la incapacidad para responder a cambios imprevistos en la demanda y los grandes retrasos en los plazos de entrega en esta industria, requieren de una mayor flexibilidad y adaptación a las necesidades del cliente, asegurar la máxima capacitación del personal y mejorar la gestión de la cadena de suministro (James-Moore y Gibbons, 1997; Crute et al., 2003).

Por tanto, la competitividad de esta industria depende, en gran medida, del grado de flexibilidad interno de las empresas y de los esfuerzos realizados para que se produzca la integración de clientes y proveedores a lo largo de la cadena de suministro.

Esta necesidad de mejorar el nivel de eficiencia, tanto interno como externo, de la industria aeronáutica se puede lograr mediante la implantación de filosofías de gestión, tales como Lean Production y la Gestión de la Cadena de Suministro (Lamming, 1993; Womack y Jones, 1996; Smith y Trantfield, 2005). En efecto, James-Moore y Gibbons (1997) señalan que Lean Production es adecuado en la industria aeronáutica caracterizada por productos con alta diferenciación, bajo volumen de producción y repetibilidad baja.

Lean Production afecta no sólo al interior de las empresas, sino también a su organización externa (Shah y Ward, 2007), suponiendo una nueva concepción de las relaciones tanto con proveedores como con clientes basadas en acuerdos de colaboración a largo plazo (Jones et al., 1997).

En este sentido, uno de los retos de esta industria es mejorar la integración de la cadena de suministro (European commission, 2001). De este modo, en esta industria es especialmente relevante la implantación de Lean Production con un enfoque holístico (Murman et al., 2002; Crute et al., 2003; Mathaisel, 2005).

Basándonos en algunas preocupaciones respecto a la aplicación de estas estrategias en la industria aeronáutica y a que son claves para permitir mejorar su nivel de competitividad, en este estudio realizamos un análisis de la literatura sobre Lean Production y la Gestión de la Cadena de Suministro en esta industria, desde un enfoque integrado.

Así, este trabajo presenta un análisis cualitativo de la investigación sobre estas estrategias de gestión en la industria aeronáutica, con dos objetivos básicos: 1) Identificar el conjunto de tópicos estudiados, aportando un criterio de clasificación de la literatura. 2) Discutir sobre la evidencia empírica e intentar proporcionar orientaciones para la investigación futura.

Se han identificado tres líneas de investigación fundamentales desarrolladas en torno a Lean Production y tres líneas en referencia a la Gestión de la Cadena de Suministro. El análisis de cada una de estas líneas de investigación conforman los bloques que estructuran el trabajo, tras el segundo apartado que presenta la metodología de investigación empleada. Así, el tercer apartado presenta los antecedentes de Lean Production y se subdivide en tres subapartados, correspondientes a su aplicabilidad en la industria aeronáutica, su implantación y los resultados logrados. A continuación, en el cuarto apartado se muestran los antecedentes de la Gestión de la Cadena de Suministro, subdividiéndose en tres subapartado, correspondientes a los cambios estructurales, las prácticas de integración y resultados, y al impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Por último, en el quinto apartado se exponen las conclusiones junto con las líneas de investigación que se proponen para emprender en un futuro.

2. METODOLOGÍA

La metodología de investigación empleada ha consistido en la identificación y evaluación de la literatura. El análisis sistemático posterior de ésta ha sido de naturaleza cualitativa. Esta metodología se ha empleado con éxito en otros trabajos publicados cuyo objetivo era evaluar el estado de la investigación de determinados sistemas de gestión como la Gestión de la Cadena de Suministro (Gunasekaran y Ngai, 2005), Lean Production (Espejo y Moyano, 2007) o la Integración de la Cadena de Suministro (van der Vaart y van Donk, 2008).

En la revisión efectuada se han incluido libros y artículos publicados relevantes sobre Lean Production y Gestión de la Cadena de Suministro. En aras de la rigurosidad se han excluido libros de texto, documentos de trabajo no publicados, ponencias y comunicaciones. La literatura revisada procede de revistas relevantes en las áreas de Dirección de Operaciones, Investigación de Operaciones, Cadena de Suministro y Gestión en General. Los artículos se identificaron a partir de búsquedas en las principales bases de datos bibliográficas, tales como ABI Inform Global (Proquest Direct), Business Source Premier (EbscoHost), ScienceDirect (Elsevier), Emerald Insight, Anbar International Management Database, Scopus e ISI Web of Knowledge. Por tanto, puede ser que se hayan omitido algunos artículos publicados en revistas no incluidas en estas bases de datos, así como idiomas distintos al inglés.

Las palabras o términos clave que se han empleado en las búsquedas en las distintas bases de datos son aquellas que, frecuentemente, se utilizan en la literatura para describir los principios y prácticas relacionados con Lean Production y la Gestión de la Cadena de Suministro. Las palabras clave que se han considerado más relevantes son: Lean Production, Lean Manufacturing, Lean Management, Toyota Production System (TPS), Just in Time (JIT), Total Quality Management (TQM), Total Productive Maintenance (TPM), Lean Supply, Supply Chain, Value Chain, Supply Chain Management (SCM), Supply Chain Integration (SCI), Supplier Integration, Customer Integration, Supplier Development, Buyer-Supplier relationships, World Class Manufacturing y Time-based Competitive Strategies. Estas palabras se introdujeron junto a las palabras clave de la industria aeronáutica, tales como: Aerospace, Aircraft, Aeroanotic, Aeronautical y Aviation, de modo combinatorio en las búsquedas por título, palabras clave y resumen.

Las búsquedas realizadas en las bases de datos produjeron 137 artículos. A continuación, se realizó un proceso de selección, evaluando el contenido de cada uno de los artículos para determinar si su contribución giraba o no en torno a Lean Production o en torno a la Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica. Dicha selección originó 39 artículos que fueron finalmente analizados en profundidad.

A continuación y para clasificar estos trabajos en líneas de investigación se utilizó el siguiente procedimiento: 1) se analizó la cuestión de investigación de cada trabajo identificando el o los aspectos clave relacionados con la gestión y/o el desarrollo de Lean Production o de la gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica y 2) se agruparon los aspectos clave con una naturaleza similar o relacionada en líneas de investigación representativas de la gestión y/o el desarrollo de Lean Production o de la Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica.

De este modo, se detectaron tres líneas de investigación representativas sobre Lean Production centradas en: a) La aplicabilidad de este sistema de gestión en esta industria; b) Implantación de Lean; y c) Resultados derivados de su implantación.

Respecto a la Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica se identificaron tres líneas de investigación representativas centradas en: a) Cambios estructurales en la cadena de suministro; b) Prácticas de Integración y resultados; y c) Impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

3. LEAN PRODUCTION

Lean Production desciende directamente del Sistema de Producción de Toyota (*Toyota Production System*, TPS), que a su vez evolucionó de los experimentos e iniciativas de Taiichi Ohno, en la década de los cincuenta en la empresa *Toyota Motor Company*, ante la necesidad de atender mercados de volúmenes bajos con una mayor variedad de vehículos, lo que requería una mayor flexibilidad en la producción (Womack et al., 1990; Womack y Jones, 1996; Holweg, 2007).

El término Lean Production fue acuñado por el investigador John Krafcik (1988) del Programa Internacional de Vehículos de Motor, llevado a cabo por el Instituto Tecnológico de Massachusetts en la década de 1980, para describir este enfoque que era opuesto al enfoque de la producción en masa común, en aquel momento, en Estados Unidos y Europa (Womack et al., 1990).

Lean Production ha estado evolucionando a lo largo de un largo periodo de tiempo y seguirá haciéndolo (Womack y Jones, 1996; Hopp y Spearman, 2004; Hines et al., 2004; Holweg, 2007). Así, desde la publicación de la obra de la “Máquina que cambió el mundo” (Womack et al., 1990) se ha detectado una clara tendencia hacia la adopción de sus principios, que afectan no sólo al interior de las empresas, sino también a su organización externa (Shah y Ward, 2007).

Lean Production ha sido, en general, descrito desde dos perspectivas, una más filosófica y vinculada a los principios rectores y objetivos generales, o desde un perspectiva más práctica que incluye un conjunto de prácticas de gestión, herramientas o técnicas (Shah y Ward, 2007). Así, el objetivo principal de este sistema de gestión es conseguir la máxima eficiencia, desarrollando las operaciones a un coste mínimo y con cero despilfarros. Para ello, pretende actuar sobre las causas de variabilidad o pérdidas (esto es, todo aquello que no aumenta el valor tal y como lo percibe el cliente) y sobre las causas de la inflexibilidad (es decir, todo lo que no se adapta a las exigencias del cliente) para conseguir mejoras en los costes, plazos, tiempos y en la calidad (Womack et al., 1990).

Los principios de Lean Production se traducen en una serie de prácticas sinérgicas, que se refuerzan mutuamente, y que sirven para lograr los objetivos del sistema en su conjunto (Shah y Ward, 2003; 2007). Existe un elevado nivel de consenso en identificar, entre sus prácticas más características a las siguientes: (1) *Just in Time* (JIT); (2) *Total Productive Maintenance* (TPM); (3) *Total Quality Management* (TQM); (4) Prácticas avanzadas de Recursos Humanos y (5) Prácticas externas relacionadas con el grado de integración con proveedores y clientes (McLachlin, 1997; Shah y Ward, 2003; Cagliano et al., 2006; Shah y Ward, 2007).

Mediante este sistema las empresas adoptan una filosofía de gestión basada en la mejora continua (Bhasin y Burcher, 2006), que ofrece la posibilidad de mejorar los resultados y que implica a todos los niveles de la organización, y que se extiende hacia los agentes de la cadena de suministro (Womack y Jones, 1996; Shah y Ward, 2007).

La adopción de Lean Production ha experimentado una evolución y expansión significativas, más allá de sus orígenes en la industria del automóvil. Sin embargo, en cuanto a la aplicabilidad de Lean a otros sectores industriales y de servicios, algunos autores han señalado que Lean no es universalmente aplicable (Cooney, 2002), mientras que otros afirman que sí lo es, pero hay que atender y evaluar la situación inicial de la empresa y su contexto (Burcher et al., 1996; Abdulmalek et al., 2006; Abdulmalek y Rajgopal, 2007; Fortuny et al., 2008).

Así, en la literatura existen trabajos centrados en la adopción de este sistema de gestión en diferentes sectores industriales y de servicios (Womack y Jones, 1996; Hines et al., 2004). Junto a la industria del automóvil, existen otras donde se ha investigado la adopción y el impacto de este sistema de gestión, como es la industria aeronáutica.

Atendiendo al procedimiento explicado en el apartado de metodología se han identificado tres líneas de investigación en torno a Lean Production en esta industria, que se desarrollan a continuación.

3.1. Aplicabilidad de Lean Production

En la industria aeronáutica, Lean Production se ha comenzado a implantar a lo largo de todos los niveles de la cadena de suministro. Esta implantación no se ha limitado exclusivamente a entornos de fabricación. Así, Lean se ha implantado en procesos de servicios, tales como, postventa y en procesos de mantenimiento, reparación y revisión, debido a la importancia de gestionar el ciclo de vida total del producto en esta industria (Farris et al., 2005). Asimismo, Lean Production se ha extendido a otros procesos organizativos y, especialmente, al diseño y desarrollo de nuevos productos, que en esta industria representa una parte importante del tiempo total de ciclo del producto y de los costes totales (Mathaisel y Comm, 2000; Crute et al., 2003).

Debido a las grandes oportunidades de implantar Lean Production en la industria aeronáutica, en 1993 se inició un estudio para determinar si los conceptos Lean, procedentes del Programa Internacional de Vehículos de Motor, eran aplicables a esta industria. Tras una respuesta positiva, el estudio precursor definió el alcance, estructura y plan para un programa de investigación denominado *Lean Aircraft Initiative* (Murman et al., 2002).

Sin embargo, una de las barreras generales en la implantación de Lean Production en la industria aeronáutica, que aún se mantiene, es la creencia de que su aplicación está limitada a entornos de alto volumen de producción. Así, existe la percepción de que Lean es, hasta cierto punto, una “idea de la industria del automóvil” y difícil de transferir a la industria aeronáutica (Crute et al., 2003).

En este sentido, James-Moore y Gibbons (1997), tras un estudio de casos de la implantación de Lean Production en varios niveles de la cadena de suministro de la industria aeronáutica, determinan que Lean es adecuado en esta industria, caracterizada por productos con alta diferenciación, bajo volumen de producción y repetibilidad baja.

De hecho, Crute et al. (2003) señalan que la adopción de Lean no está limitada a entornos de alto volumen de producción. En efecto, los bajos volúmenes, especialmente en los proveedores de primer nivel y empresas auxiliares de la industria aeronáutica, están más estrechamente relacionados al ideal Lean del flujo de una sola pieza que en otras industrias, tales como la del automóvil. Además, estos autores encuentran que las dificultades que surgen

en la implantación de Lean están más relacionadas con el contexto de cada planta y la dirección que con factores específicos de cada sector.

Por su parte, Murman et al. (2002) plantean si Lean Production podría funcionar realmente en el contexto de la industria aeronáutica, caracterizada por bajos volúmenes de producción, productos altamente complejos y fuentes significativas de variabilidad. Estos autores señalan que los principios y prácticas Lean son aplicables a esta industria, sin embargo, existe la necesidad de enfocar la implantación de Lean hacia la creación eficiente de valor a lo largo de toda la empresa y a sus grupos de interés. Este enfoque a nivel de empresa es significativo en esta industria debido, principalmente, a la vital importancia que desempeñan el desarrollo de nuevos productos, la integración de la cadena de suministro y la gestión del ciclo de vida del producto, en comparación con las operaciones de fabricación.

3.2. Implantación

En cuanto a la implantación de Lean Production en la industria aeronáutica se han identificado una serie de trabajos que enfatizan en el desarrollo de modelos de implantación y otros trabajos cuyo enfoque se centra en el análisis de estudios de casos de la implantación de Lean. Estos dos grupos de trabajos se analizan en los siguientes subepígrafes.

3.2.1. Modelos de Implantación

Debido a la necesidad de implantación de Lean Production a nivel de empresa (Michaels, 1999; Crute et al., 2003), Murman et al. (2002) señalan que la deficiencia común en las empresas es la incapacidad para implantar los principios y prácticas Lean a lo largo de la cadena de valor completa.

En este sentido, la Iniciativa para el Avance Empresarial Lean (*Lean Advancement Initiative*, LAI), del Instituto Tecnológico de Massachusetts, desarrolla un modelo de implantación de Lean Production a lo largo de toda la empresa, para evitar la creación de islas de mejora. Este modelo es un marco sistemático que abarca los principios de Lean, métricas, prácticas globales y prácticas que permiten a las organizaciones iniciar, mantener y mejorar continuamente la transformación Lean. Dicho modelo enfatiza en cuestiones estratégicas y en las relaciones internas y externas con los grupos de interés clave (Murman et al., 2002).

En esta línea, Mathaisel (2005) diseña un modelo de implantación, desde una perspectiva de empresa, estructurado en las etapas del ciclo de vida de la transformación del producto. El modelo considera las cuestiones estratégicas, relaciones internas y externas con los grupos de interés clave, y las cuestiones estructurales que deben ser abordadas antes y durante la iniciativa de implantación.

Por su parte, Crabill et al. (2000), en el ámbito de producción, desarrollan un modelo de implantación de Lean compuesto por ocho fases principales. No obstante, debido al enfoque de implantación a nivel de empresa en esta industria, las fases de implantación en producción se encuentran interconectadas con otros procesos, tanto internos como externos a la empresa.

Bhuiyan et al. (2006) diseñan un modelo de mejora continua, basado en un enfoque híbrido que validan en un estudio de caso. Estos autores emplean una metodología Lean-Six Sigma, junto con el empleo de otras herramientas, tales como las destinadas al control y seguimiento del proceso de desarrollo de productos, y a la identificación de defectos y cuellos

de botella, con el objetivo de lograr una mejora sostenible en el tiempo. Además, indican los factores de éxito en la implantación de este modelo.

Por otro lado, en el ámbito del sector público de la economía, Comm y Mathaisel (2000) y Mathaisel y Comm (2000) describen un modelo de implantación de ocho etapas que se ha empleado en el desarrollo de “iniciativas Lean” y su implantación en el sector de defensa y espacial de EE.UU.

Es destacable que en la implantación de Lean Production no existen recetas infalibles. Por ello, es vital que la empresa evalúe su propia situación, teniendo en cuenta su estrategia de negocio, posición actual, cultura y otros factores que pueden influir en la adopción de Lean (Murman et al., 2002).

En este sentido, es importante que las empresas sean capaces de conocer en qué estado se encuentran en la implantación Lean. Así, Nightingale y Mize (2002) desarrollan una herramienta de autoevaluación (*Lean Enterprise Self Assessment Tool*, LESAT) basada en un modelo de madurez, para medir el grado de adopción de Lean. La herramienta es probada en veinte casos, mostrando su utilidad, eficacia y facilidad de uso. De este modo, el proceso de evaluación permite conocer las fortalezas, debilidades y oportunidades de la empresa respecto a la implantación de Lean Production, sirviendo de guía para avanzar en su adopción.

3.2.2. Casos de Implantación

En cuanto a los trabajos que analizan los casos de implantación de Lean Production, Crute et al. (2003) realizan un estudio de la implantación de Lean en dos plantas de una misma empresa y encuentran diferencias existentes en los resultados alcanzados entre ambas plantas. Estos autores identifican una serie de factores que influyen en el grado de adopción de Lean: 1) Estrategias de cambio; 2) Cultura de la planta; 3) Enfoque en el producto; 4) Compromiso de la alta dirección y coherencia con el enfoque Lean; 5) Tiempo para la mejora de los resultados. Asimismo, estos autores enfatizan en que una implantación exitosa de Lean en la industria aeronáutica debe contar con el compromiso de la alta dirección con la iniciativa y debe realizarse mediante un enfoque holístico o integral en lugar aplicar técnicas aisladas.

James-Moore y Gibbons (1997) estudian el grado de implantación de Lean Production en varias empresas pertenecientes a diferentes niveles de la cadena de suministro e identifican una serie de prácticas de Lean que han sido poco implantadas, aportando razones a la escasa adopción de las mismas. Estas prácticas están relacionadas con: 1) Mejora de nuevos productos para la fabricación; 2) Ventas y marketing; 3) Capacidad para predecir y controlar los costes; 4) Dirección de Operaciones.

Otros trabajos, en lugar de estudiar la implantación de Lean Production de modo global, analizan casos de implantación de prácticas o metodologías relacionadas con Lean Production. En este sentido, Parry y Turner (2006) estudian la implantación de herramientas de gestión visual, no sólo en el ámbito de producción, sino también en procesos intra e interorganizativos. Así, estos autores señalan cómo se han implantado estas herramientas en entornos Lean, en diversos procesos empresariales a lo largo de toda la organización, señalando las directrices para su implantación e identificando los factores de éxito para una implantación eficaz.

Asimismo, ellos señalan que la implantación de estas herramientas de gestión visual, tales como los “*tableros andon*”, facilitaron la visualización de las medidas de rendimiento clave (*Key Performance Indicators*, KPIs), permitiendo el control y seguimiento de los procesos y la mejora significativa de la comunicación entre los diferentes procesos intraorganizativos. Además, ellos

encuentran que cuando se involucró a los proveedores y clientes en el proceso, se aumentó la visibilidad de los procesos interorganizativos y mejoraron los beneficios globales.

En este línea, Chakravorty (2009) estudia el caso de implantación de los informes A3, herramientas de gestión visual para impulsar la mejora de procesos y la comunicación en un entorno Lean, describiendo el enfoque sistemático seguido en la implantación y la documentación de los informes A3, y señala los factores de éxito en su implantación.

Por su parte, Modarress et al. (2005) estudian la implantación de la metodología de costes Kaizen (*Kaizen Costing*), encontrando que el empleo de ésta favoreció la implantación de Lean Production. Así, ellos desarrollan la metodología empleada, los factores de éxito y los indicadores operativos y financieros desplegados para un adecuado seguimiento y control de la implantación Lean.

3.3. Resultados

En cuanto a los resultados derivados de la implantación de Lean Production, Womack y Jones (1996) llevan a cabo un estudio de casos pionero en la implantación de Lean en esta industria. Los resultados logrados tras la implantación de Lean consistieron en una reducción de los desechos de producción, del espacio en la planta, del tamaño del lote, del inventario, del tiempo de ciclo, del tiempo de cambio de herramientas y de los costes.

Greenwood et al. (2002) encuentran que la implantación de Lean logró reducir los plazos de entrega, los tiempos de ciclo, los niveles de inventario, un aumento de la rotación del inventario, una reducción de costes, un incremento de la flexibilidad y de la productividad, una mejora de la calidad a la primera y una mejora de los resultados financieros.

Por su parte, Giddens (2007) señala que mediante Lean se alcanzaron mejoras en la calidad, en la fiabilidad de las entregas, una reducción de los plazos de entrega, del espacio en planta, de los costes y un incremento de la productividad. Asimismo, tras la implantación de Lean, la empresa logró la certificación en las normas ISO 9100 y 9110, señalando la complementariedad entre Lean Production y los Sistemas de Gestión de la Calidad.

Por último, Browning y Heath (2009) analizan cómo los factores contingentes de la organización pueden afectar a la relación entre la implantación de Lean y la reducción de los costes de producción. En concreto, ellos exploran cómo la innovación, la complejidad, la inestabilidad y los amortiguadores de inventario moderan la relación entre la implantación de Lean y la reducción de los costes de producción. Estos autores muestran que incluso esta relación puede ser potencialmente de modo inverso. Así, los factores contingentes pueden ayudar a explicar los resultados desiguales logrados con la implantación Lean en diversas organizaciones y señalan que la implantación de Lean no es sencilla y que, por tanto, es vital atender a los factores del entorno y contingentes de la organización.

En la Tabla 1 se muestran los trabajos en torno a Lean Production en la industria aeronáutica, clasificados cronológicamente de acuerdo a la cuestión investigada. Hay que tener presente que cada uno de los artículos analizados dio diferentes pesos a la cobertura de las líneas de investigación desarrolladas en el trabajo. Esto es, tras el análisis de cada uno de los artículos se evalúo y ponderó cuál era su principal contribución en referencia a las líneas de investigación. Ahora bien, se observó que algunos trabajos habían enfatizado en varias líneas identificadas, es decir, un artículo puede que haya enfatizado en la implantación de Lean

Production, pero que a su vez haya analizado también los resultados derivados de la aplicación de Lean, por lo que puede aparecer en una o más líneas de investigación.

Tabla 1. Artículos de Lean Production en la industria aeronáutica

Línea de Investigación	Principales Artículos
Aplicabilidad	James-Moore y Gibbons (1997); Murman et al. (2002); Crute et al. (2003)
Implantación	Modelos de implantación Comm y Mathaisel (2000); Crabill et al. (2000); Mathaisel y Comm (2000); Murman et al. (2002); Nightingale y Mize (2002); Mathaisel (2005); Bhuiyan et al. (2006)
	Casos de implantación James-Moore y Gibbons (1997); Crute et al. (2003); Modarress et al. (2005); Parry y Turner (2006); Chakravorty (2009)
Resultados	Womack y Jones (1996); Greenwood et al. (2002); Giddens (2007); Browning y Heath (2009)

Fuente: elaboración propia

4. GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

La cadena de valor de las industrias manufactureras con una gran concentración vertical de actividades ha pasado a un nuevo modelo en el que se externaliza gran parte de la producción de los componentes (Prizinsky, 2001), centrándose la empresa fabricante en su actividad principal o competencias centrales (Prahalad y Hamel, 1990). De hecho, debido al mayor nivel de externalización y al dinamismo del entorno, las empresas ya no pueden permitirse el lujo de competir como entidades individuales, sino que más bien necesitan competir como cadenas de valor completas (Frohlich y Westbrook, 2001). Por tanto, la creación de valor tiene que descansar en un enfoque integrador (Amit y Zott, 2001). Así, las empresas están incrementando la búsqueda del éxito competitivo, no sólo a través de la integración de procesos empresariales internos y la alineación estratégica de las funciones internas, sino también a través de la integración y la alineación de los procesos entre empresas (Cagliano et al., 2006). Así que la mayoría de los competidores no puedan imitar fácilmente (Lummus et al., 1998).

Así, desde la era de Taylor a Toyota se observa un énfasis en la integración de la cadena de suministro como forma de competir. Nishiguchi (1987) sostiene que el modelo de integración de la cadena de suministro se basa en la evolución de las relaciones de subcontratación japonesas y el cambio total de las políticas de cadena de suministro adversarias hacia patrones de integración de Lean Production. En este sentido, Troyer y Cooper (1995) afirman que para hacer realidad todo el potencial de la gestión de la cadena de suministro es necesario integrar a las empresas, y que iniciativas como Lean Production inciden en la integración de la cadena de suministro.

La integración de la cadena de suministro es un concepto amplio que abarca diversos aspectos tales como, asociación, colaboración, cooperación, interacción y la coordinación entre los agentes de la cadena (Akkermans et al., 1999; Ellinger et al., 2000; Frohlich y Westbrook, 2001; Pagell, 2004).

La integración de la cadena de suministro se considera de importancia estratégica así como de importancia operativa (Lambert et al., 1998; Frohlich y Westbrook, 2001). Ahora bien, para que la integración de la cadena de suministro tenga éxito se requiere llevar a cabo tanto la integración de los procesos internos en la propia empresa como de los procesos externos que implican a proveedores y clientes (Frohlich y Westbrook, 2001; Romano, 2003). Y es que tanto la integración interna como la externa están estrechamente relacionadas y ambas son esenciales si se quiere lograr una mejora en los resultados (Stank et al., 2001; Giménez y Ventura, 2005). Además, la integración de la cadena de suministro requiere un gran esfuerzo de gestión en la vinculación y coordinación de los procesos de la cadena de suministro en términos de flujos de información y flujos físicos (Frohlich y Westbrook, 2001; Romano, 2003; Cagliano et al., 2006).

De la revisión de la literatura se ha observado que hay una importante cantidad de trabajos centrados en analizar la gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. Del análisis de esta literatura y siguiendo el procedimiento especificado en el apartado de metodología hemos identificado tres líneas de investigación que desarrollamos a continuación.

4.1. Cambios estructurales

La década de 1990 marcó el inicio de un nuevo entorno competitivo en la industria aeronáutica mundial en donde la reducción del gasto público en programas aeronáuticos, el incremento de las presiones competitivas y una creciente competencia global originaron una amplia reestructuración de esta industria (Anderson, 1995; Stundza, 1999; Bales et al., 2004).

Así, mientras que en el pasado las prioridades competitivas en esta industria estuvieron basadas en la diferenciación y cuestiones técnicas, durante las dos últimas décadas, cuestiones adicionales de costes y valor se han convertido en cruciales. De este modo, los nuevos criterios competitivos incluyen la fiabilidad en las entregas, la mejora de los plazos de entrega, el incremento de la flexibilidad y de la productividad, la reducción de inventarios, la mejora de la calidad, el aumento de la velocidad para introducir nuevos productos en el mercado y la reducción de los costes operativos, entre otros (James-Moore y Gibbons, 1997; Michaels, 1999; Smith y Tranfield, 2005).

Este nuevo entorno ha originado que los contratistas principales se estén centrando, cada vez más, en sus competencias centrales y externalicen un mayor número de actividades de fabricación y diseño. En efecto, el impacto de la externalización es especialmente importante en esta industria en la que los proveedores fabrican un gran porcentaje de la aeronave (Williams et al., 2002). De este modo, estas tendencias están cambiando la industria aeronáutica, produciéndose un proceso de desintegración vertical que está afectando a todos los integrantes de la cadena de valor (Bales et al., 2004).

Esto, unido a la multitud de componentes, subsistemas y sistemas necesarios para la fabricación de una aeronave, al suministro mundial, socios de fabricación y diseño en múltiples países (Lefèvre y Lefèvre, 1998), el número de proveedores que pueden operar en varios niveles de la cadena de suministro y las relaciones no lineales entre los diferentes niveles de la cadena (Laframboise y Reyes, 2007) hacen que nuevos sistemas organizativos, estructuras y procesos estén emergiendo para transformar los modelos aceptados de estrategia y operaciones de la industria aeronáutica (Williams et al., 2002).

Por tanto, las empresas están prestando especial atención a mejorar la gestión de la cadena de suministro para mantener su posición competitiva (Williams et al., 2002; Bales et al.,

2004; Smith y Tranfield, 2005). De este modo, los contratistas principales están realizando grandes esfuerzos estratégicos para consolidar su base de suministro y estrechar relaciones a largo plazo, integrar a los proveedores clave en el desarrollo de nuevos productos, y en la adopción de Lean Production y su despliegue a la base de suministro (Stundza, 1999).

En efecto, los contratistas principales están reduciendo el tamaño de su cadena de suministro y están introduciendo acuerdos a largo plazo con sus proveedores de primer nivel. Así, se observa una tendencia hacia la compra de sistemas y subsistemas como módulos, más que compras individuales de componentes y una mayor implicación de los proveedores en las primeras etapas de los nuevos proyectos, mediante la formación de equipos cliente-proveedor estrechamente unidos (Paliwoda y Bonaccorsi, 1994; Moore et al., 2001). La creación de estos equipos ha facilitado la temprana integración con los proveedores en el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos, frecuentes intercambios de información y de personal, y mayores niveles de innovación conjunta (Bozdogan et al., 1998).

Este cambio desde las relaciones tradicionales hacia relaciones colaborativas, con un alto grado de cooperación entre el contratista principal y sus proveedores de primer nivel ha permitido que los proveedores de primer nivel se estén centrando en sus competencias centrales, con un alto grado de especialización y subcontraten servicios auxiliares (Giunta, 2000). En muchos casos, el contratista principal ha empleado estrategias de desarrollo de proveedores, ampliando sus competencias, capacidades y grado de innovación (Frear y Metcalf, 1995).

Estos cambios, también están afectando a los proveedores aguas arriba de la cadena de suministro. Giunta (2000) señala que los proveedores de primer nivel han adoptado nuevos acuerdos de aprovisionamiento con sus proveedores, mediante Lean Supply, lo que ha originado que sus proveedores adquieran mayores capacidades técnicas y de gestión.

Todos estos cambios han originado una racionalización de la cadena de suministro con una reducción del número de proveedores, mayor tamaño de éstos y mayores capacidades. En algunos casos, esto se ha logrado mediante fusiones, adquisiciones, consorcios o asociaciones de riesgo compartido (O'Neill y Sackett, 1994; Stundza, 1999). En concreto, las asociaciones de riesgo compartido han sido, principalmente, llevadas a cabo entre los contratistas principales y sus proveedores de primer nivel, los cuales tienen capacidad financiera para invertir en nuevas prácticas, tecnologías y productos (Rose-Anderssen et al., 2009a).

Asimismo, el desarrollo de estrategias Lean, especialmente con los proveedores de primer nivel ha originado que éstos asuman crecientes responsabilidades tecnológicas y de innovación, de integración de subsistemas y sistemas y de responsabilidades sobre la gestión de su propia cadena de suministro (Smith y Tranfield, 2005).

Todos estos cambios en la cadena de suministro aeronáutica han originado un especial énfasis en la mejora de su eficiencia. Así, se han identificado una serie de estudios que enfatizan en las prácticas llevadas a cabo en la cadena de suministro para mejorar su integración y que se desarrollan en el siguiente subepígrafe.

4.2. Prácticas de integración y resultados

Grant (2003) estudia las prácticas colaborativas en el desarrollo de nuevos productos. Este autor encuentra que la integración con los proveedores clave en las etapas tempranas del proceso de diseño, especialmente en componentes y sistemas complejos o donde tecnologías

nuevas y complejas se están aplicando, ha logrado mejoras significativas en los resultados del proyecto en las áreas de calidad, costes y en los tiempos de desarrollo.

Por su parte, Smith y Tranfield (2005) indican que bajo las prácticas de desarrollo de proveedores Lean, los proveedores de primer nivel han logrado una mayor capacidad de innovación, especialmente, en procesos de valor. No obstante, señalan que esta mayor capacidad de innovación sólo se encontró en algunos de los proveedores de la base de suministro del contratista principal. En este sentido, Reed y Walsh (2002) encuentran que los procesos formales de desarrollo de proveedores tuvieron poco impacto directo en la capacidad tecnológica del proveedor, pero han tenido un importante efecto indirecto, principalmente a través del fortalecimiento de los canales de comunicación relevantes, al facilitar los procesos de innovación y la anticipación tecnológica.

En este sentido, Michaels (1999) encuentra una serie de beneficios tras extender los principios de Lean Production a los proveedores de segundo y tercer nivel, desde una iniciativa del proveedor de primer nivel mediante una estrategia de desarrollo de proveedores. Sin embargo, este autor halla una serie de barreras a superar en la aplicación de los principios Lean en los proveedores de segundo y tercer nivel para poder alcanzar los mejores resultados. Por su parte, Emiliani (2004) halla que la resolución de problemas colaborativos y la creación de redes Lean en donde se comparten conocimientos ofrecen reducciones de costes e incrementan la competitividad de la cadena de suministro a largo plazo, respecto a las prácticas de aprovisionamiento mundiales de negociación basadas en el poder.

Algunos estudios recientes se han centrado en el estudio de asociaciones de riesgo compartido en la cadena de suministro aeronáutica. Así, Rose-Anderssen et al. (2008) muestran las ventajas de este tipo de asociaciones en relación a la innovación. Ellos indican que el cambio de las prácticas de colaboración hacia las prácticas colectivas de las asociaciones de riesgo compartido conlleva la creación de efectos sinérgicos que pueden permitir el logro de una mejora en las innovaciones, especialmente las radicales. En este sentido, Rose-Anderssen et al. (2009b) estudian diferentes niveles de aprendizaje para la transformación del conocimiento y para la mejora de las innovaciones. Ellos encuentran que el aprendizaje expansivo puede proporcionar el potencial para lograr una ventaja competitiva en la cadena de suministro.

Por otro lado, otros estudios se han centrado en la gestión del riesgo a lo largo de la cadena de suministro. En este sentido, Zsidisin y Smith (2005) señalan que además de los beneficios asociados con la adopción de la participación temprana del proveedor en el diseño de productos, se puede conseguir la reducción del riesgo en el suministro de los proveedores.

En esta línea, Gordon (2006) señala que la gestión de los proveedores a lo largo de toda la cadena de suministro aeronáutica es muy compleja, y que cuando surgen problemas de calidad en algún punto de la cadena se originan importantes interrupciones y pérdidas económicas. Así, desarrollan una metodología para el control de proveedores que podría servir para mitigar los problemas relacionados con la calidad a lo largo de la cadena. Asimismo, Sinha et al. (2004) desarrollan una metodología para mitigar los riesgos sobre el proveedor cuando éstos compiten en negocios con múltiples clientes.

4.3. Impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) pueden desempeñar un papel fundamental, sobre todo tras la irrupción de Internet (Hausman y Stock, 2003), para

permitir la integración de los flujos de información de los socios comerciales de la cadena de suministro y aumentar la eficiencia operativa (Porter, 2001). Así, los avances en TIC han derribado las barreras de la organización y han cambiado las prácticas empresariales, facilitando la colaboración e integración entre los socios comerciales de la cadena de suministro (Narasimhan y Kim, 2001; Sanders y Premus, 2002).

Determinadas TIC, como las tecnologías Web y el comercio electrónico, han sido abundantemente analizadas en su relación con la integración en la cadena de suministro, siendo ampliamente reconocido su efecto positivo sobre dicha integración (Frohlich, 2002; Devaraj et al., 2007).

No obstante, las TIC, consideradas de forma aislada, no constituyen un elemento capaz de generar ventaja competitiva sostenible, intrínsecamente, debido principalmente a su carácter imititable (Carr, 2004). Sin embargo, es en conjunción con otros recursos y capacidades empresariales complementarios a las TIC (Barney, 1991), como son los recursos humanos y empresariales, cuando las TIC se muestran como una poderosa herramienta para lograr ventaja competitiva sostenible (Powell y Dent-Micallef, 1997).

En el contexto de la industria aeronáutica, el movimiento hacia la integración electrónica de la cadena de suministro no es un fenómeno nuevo (Laframboise y Reyes, 2007). Sin embargo, el avance de las tecnologías basadas en Internet ha hecho posible superar muchos de los inconvenientes de las anteriores y está permitiendo una evolución en la integración de la cadena de suministro de esta industria (Williams et al., 2002).

Así, se encuentran múltiples beneficios tras la implantación de TIC, tales como los sistemas ERP a través de la Web, que han permitido la mejora de las capacidades y de los beneficios de comercio electrónico (Russell y Hoag, 2004) y una mejora de la capacidad y eficiencia en el diseño y desarrollo colaborativo de nuevos productos con los socios comerciales (Russell y Hoag, 2004; Laframboise y Reyes, 2007).

En este sentido, O'Sullivan (2003) destaca los beneficios de los equipos virtuales para el desarrollo conjunto de nuevos productos entre socios comerciales de diferentes ámbitos geográficos, encontrando que se logró un acceso rápido y amplio a los diferentes participantes en el proyecto, una reducción de costes y una mayor flexibilidad en los términos bajo los cuales fueron compartidos los riesgos de desarrollo.

Sin embargo, a pesar de los beneficios derivados de las TIC en la gestión de la cadena de suministro aeronáutica se han detectado una serie de limitaciones en su grado de adopción. La causa radica en la creciente complejidad, tanto técnica como en factores sociales y organizativos, que implica la implantación de las TIC (Russell y Hoag, 2004).

En cuanto a las limitaciones relacionadas con los factores sociales y organizativos, Russell y Hoag (2004) estudian cómo estos factores impactan en la aceptación y difusión de las innovaciones en TIC. Sus hallazgos destacan la importancia de gestionar eficazmente varios factores relacionados con las percepciones de los usuarios sobre la innovación, la cultura de la empresa, los canales de comunicación utilizados para difundir el conocimiento de la innovación y factores de liderazgo que pueden ayudar a mitigar los riesgos de implantación de las TIC y lograr un mayor grado de adopción.

O'Sullivan (2003) señala que los desafíos para el logro del éxito en los equipos virtuales son importantes y enfatiza en la gestión de las interdependencias múltiples entre los equipos, incluyendo la estandarización para el contenido del trabajo y la planificación, la sincronización y el diseño conjunto de sistemas. Además, este autor destaca la importancia del entendimiento compartido entre los equipos, tanto en aspectos técnicos como sociales.

Laframboise y Reyes (2007) hallan que la alineación e integración de los procesos interorganizativos, los programas de Gestión de la Calidad Total y las relaciones estrechas con los socios comerciales permitieron lograr mejores resultados a través de la integración electrónica de la cadena de suministro. Sus hallazgos ponen de relieve la necesidad de apalancar los esfuerzos de implantación de las TIC con los recursos existentes de la empresa, lo que permite liberar todas las ventajas de la integración electrónica con los socios comerciales.

Por su parte, Emiliany (2004) encuentra que el empleo de las subastas electrónicas inversas para el aprovisionamiento de componentes en la cadena de suministro aeronáutica no ha cumplido con las expectativas de suministro global y de reducción de costes en la cadena de suministro. Este autor indica que, incluso, su empleo podría perjudicar el rendimiento a largo plazo del comprador al crear desconfianza entre sus proveedores. Asimismo, señala que los factores clave de la reducción de la utilización de estas subastas no se encuentran relacionados con cuestiones técnicas, sino con las negociaciones basadas en el poder, al no ofrecer beneficios reales ni a los compradores ni a los vendedores.

En esta línea, Gulledge (2002) señala que las transacciones en los mercados electrónicos B2B que se enfocan, principalmente en la reducción de costes de la cadena de suministro, generan dificultades para la participación de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) en estas iniciativas. Esto se debe, principalmente, a que este enfoque representa, para los proveedores que suministran menor valor añadido, una amenaza directa de sustitución por otro competidor en el mercado electrónico y a que, normalmente, se traduce en la reducción de los márgenes de beneficio de los proveedores. Por tanto, este autor señala que un nuevo enfoque debe potenciar la gestión de las relaciones con los proveedores para proporcionar beneficios, tanto para el comprador como para el vendedor, lo que facilitará la participación de las Pymes en estas iniciativas.

Por otro lado, existen otras limitaciones relacionadas con cuestiones tecnológicas ya que los proveedores se están enfrentando a presiones de participación en diferentes iniciativas de integración electrónica, frecuentemente con múltiples soluciones tecnológicas, en las cadenas de suministro en las que participan. Así, los proveedores se enfrentan a un exceso de tecnologías y estándares de transferencia de información, por lo que desde un punto técnico, a menudo, su participación es difícil. Este problema es especialmente relevante en las Pymes ya que algunas soluciones tecnológicas quedan fuera del alcance de sus capacidades (Gulledge, 2002; Ho et al., 2004).

En este sentido, Ho et al. (2004) diseñan e implementan un prototipo de arquitectura de Hub, basada en XML y en tecnologías Web, en un proveedor de primer nivel con sus principales clientes y proveedores. La solución adoptada que permite la representación, conversión, intercambio e integración de los documentos con múltiples formatos XML permite, además, la integración con los sistemas TIC heredados, por lo que proporciona un incentivo a las Pymes para participar en las iniciativas de integración electrónica de la cadena de suministro.

No obstante, nuevos avances en las TIC empleadas en la industria aeronáutica, tales como las plataformas electrónicas colaborativas basadas en tecnologías Web (p.ej. *Exostar*²), que permiten la interconexión de múltiples empresas de la industria, están derribando las limitaciones técnicas de anteriores tecnologías. Estas plataformas facilitan las actividades de comercio electrónico y la colaboración entre los socios comerciales en redes abiertas y seguras, y permiten la integración con los sistemas *backend ERP* de las empresas, por lo que pueden proporcionar una mejor integración de la cadena de suministro (Tannock et al., 2007; Zuckerman, 2007).

Por otro lado, otros estudios, debido a la complejidad y variabilidad de la cadena de suministro aeronáutica, se han centrado en el desarrollo de modelos de simulación que verifican y validan en casos de cadenas de suministro electrónicas (MacDonnell y Clegg, 2007; Tannock et al., 2007). Mediante estos modelos, estos trabajos evalúan el rendimiento dinámico de la cadena de suministro, permitiendo la posibilidad de mejora del diseño y eficiencia de ésta.

En la Tabla 2 se muestran los trabajos en torno a la Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica, clasificados cronológicamente de acuerdo a las líneas de investigación identificadas. De igual modo que en la clasificación anterior de Lean Production, un artículo puede que haya enfatizado en las prácticas de integración, pero que a su vez haya analizado también los cambios estructurales en la cadena de suministro, por lo que puede aparecer en una o más líneas de investigación.

Tabla 2. Artículos de Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica

Línea de Investigación	Principales Artículos
Cambios estructurales	O'Neill y Sackett (1994); Paliwoda y Bonaccorsi (1994); Anderson (1995); Frear y Metcalf (1995); Bozdogan et al. (1998); Lefèvre y Lefèvre (1998); Stundza (1999); Giunta (2000); Moore et al. (2001); Williams et al. (2002); Bales et al. (2004); Smith y Tranfield (2005); Rose-Anderssen et al. (2009a)
Prácticas de Integración y Resultados	Michaels (1999); Reed y Walsh (2002); Grant (2003); Emiliani (2004); Sinha et al. (2004); Smith y Tranfield (2005); Zsidisin y Smith (2005); Gordon (2006); Rose-Anderssen et al. (2008); Rose-Anderssen et al. (2009b)
Impacto de las TIC	Gulledge (2002); Williams et al. (2002); O'Sullivan (2003); Emiliani (2004); Ho et al. (2004); Russell y Hoag (2004); Laframboise y Reyes (2007); MacDonnell y Clegg (2007); Tannock et al. (2007); Zuckerman (2007)

Fuente: elaboración propia

5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Con este trabajo se ha pretendido realizar una evaluación sobre el estado actual de la investigación en relación a Lean Production y a la Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica, agrupando los trabajos existentes en líneas de investigación con objeto de ayudar a comprender dicho estado y facilitar la labor a los nuevos estudios que quieran iniciarse en este ámbito.

Tras dicha evaluación, discutimos sobre la evidencia empírica disponible mostrando las relaciones existentes y lagunas de la literatura. Así, se identifica la falta de evidencia empírica en una serie de aspectos específicos, señalándose nuevas oportunidades y retos a los que se

enfrenta la investigación, pretendiendo proporcionar una base a partir de la cual se puedan desarrollar futuras investigaciones.

En este sentido, en torno a Lean Production se observa que en cuanto a su aplicabilidad, la evidencia empírica muestra que los problemas para implantar Lean en la industria aeronáutica no son, necesariamente, más difíciles que en otros sectores industriales. Los retos son diferentes, pero no más difíciles. No obstante, los desafíos de su implantación son reales y resultan difíciles para muchas empresas, por lo que existe la necesidad de atender a las necesidades únicas de las organizaciones cuando deciden implantar Lean (James-Moore y Gibbons, 1997; Greenwood et al., 2002; Murman et al., 2002; Crute et al., 2003).

Respecto a la implantación de Lean se observa que la investigación ha desarrollado una serie de modelos de implantación, enfatizando en su aplicación a nivel de empresa (Crabill et al., 2000; Murman et al., 2002; Bhuiyan et al., 2006; Mathaisel, 2005). Sin embargo, los estudios de casos de implantación de Lean Production no siguen el enfoque de implantación holístico, predominando los estudios que tratan la implantación con un enfoque exclusivo en el entorno de producción o estudiando herramientas y prácticas aisladas.

En cuanto a los resultados logrados con la implantación de Lean predominan las historias de éxito (Greenwood et al., 2002; Giddens, 2007). Además, se destaca el predominio de evidencia en torno a los resultados operativos, mientras que existe una falta de evidencia en relación a los resultados financieros.

En general, se resalta que existe una escasez de estudios empíricos que analicen Lean Production en la industria aeronáutica. Así, se destaca una falta de evidencia empírica en las prácticas principales de Lean, tales como el papel de las personas en la implantación eficaz de Lean y una escasez de estudios que analicen la difusión de los principios y prácticas más allá del ámbito de la empresa.

Por tanto, se requiere una mayor investigación en una serie de líneas que podrían constituir una base para futuras investigaciones. De este modo, se propone una mayor investigación en la aplicabilidad de Lean en esta industria, enfatizando en los diferentes segmentos que la integran, tales como motores, sistemas o fuselajes. En este sentido, se deberían desarrollar estudios que analizasen las causas por las cuales no se aplican determinados principios, prácticas o herramientas asociadas a Lean Production a lo largo de cada uno de los niveles de la cadena de suministro de la industria.

Asimismo, se considera que se deberían desarrollar futuros estudios, considerando a Lean Production como un sistema integrado a lo largo de toda la empresa y su relación respecto a la integración con proveedores y clientes. De este modo, se podrán conocer las áreas críticas y los factores de éxito relacionados con la implantación de los principios y prácticas de Lean a lo largo de la cadena de suministro.

De igual modo, se propone el desarrollo de estudios que investiguen cómo el papel de las personas influye en el nivel de implantación de Lean Production y en el nivel de flexibilidad en esta industria.

Además, sería necesario desarrollar estudios que analicen el impacto de Lean tanto en los resultados financieros y operativos, y cómo los sistemas de contabilidad Lean pueden favorecer la mejora de los resultados financieros en la línea de trabajo de Fullerton y Wempe

(2009). Asimismo, sería conveniente conocer qué factores permiten la generación de resultados duraderos a lo largo del tiempo.

Por último, se considera que en futuras investigaciones es imperante la consideración de factores contingentes en los estudios. Especialmente, en la relación entre la implantación de Lean Production y resultados, para conocer qué factores pueden inhibir o facilitar el logro de mejores resultados. Por último, sería útil identificar y elaborar una metodología en la industria aeronáutica para examinar el impacto de Lean Production en los resultados.

Por otro lado, respecto a la investigación sobre la Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica, se observa que la línea identificada en torno a los cambios estructurales acaecidos en esta industria se encuentra en su fase de madurez al haber identificado ampliamente estos cambios que están afectando a todos los integrantes de la cadena de valor.

Respecto al estudio de las prácticas de integración, se han identificado una serie de carencias tales como, que la investigación se encuentra focalizada en el estudio de relaciones diádicas, principalmente en las relaciones contratista principal y proveedor de primer nivel. Asimismo, se observa un enfoque estrecho centrado en procesos interorganizativos, tales como el diseño y desarrollo de nuevos productos. Además, existe una escasez de evidencia empírica sobre la extensión de los principios y prácticas de Lean Production a lo largo de la cadena de suministro (Michaels, 1999).

En cuanto al papel de las TIC en la integración de la cadena de suministro, las tecnologías basadas en Internet han posibilitado la consecución de mejoras en la integración de procesos interorganizativos, tales como el diseño y desarrollo de nuevos productos entre los socios comerciales (O'Sullivan, 2003; Russell y Hoag, 2004; Laframboise y Reyes, 2007). Sin embargo, de igual modo que con las prácticas de integración, se observa que la investigación respecto al impacto de las TIC en otros procesos interorganizativos se ha obviado. Asimismo, se han detectado una serie de limitaciones en el grado de adopción de las TIC, tanto en aspectos técnicos como en factores sociales y organizativos (Emiliani, 2004; Russell y Hoag, 2004). No obstante, respecto a los aspectos técnicos, los nuevos avances en las TIC basadas en Internet están permitiendo superar las limitaciones de anteriores tecnologías (Zuckerman, 2007).

Se plantean una serie de líneas futuras en torno a la Gestión de la Cadena de Suministro en esta industria. Así, respecto a las prácticas de integración parece lógico que éstas se hayan centrado en analizar el diseño y desarrollo de nuevos productos y cuestiones relacionadas con la innovación, puesto que representan un peso importante en los costes totales del producto final (Crute et al., 2003). Sin embargo, no es la única área para mejorar la gestión de la cadena de suministro. Por tanto, se propone una mayor investigación en otros procesos interorganizativos tales como, los procesos de planificación y control de la producción o la logística entre los socios comerciales. Asimismo, sería conveniente el estudio de prácticas de integración con los proveedores de segundo y tercer nivel debido a las posibilidades de avance que suponen estos niveles para la mejora de la eficiencia de toda la gestión de la cadena de suministro. De igual modo, serían convenientes estudios más amplios que no sólo consideren relaciones diádicas.

Respecto a las TIC, de igual modo, se propone un mayor estudio respecto al impacto de éstas en la integración de otros procesos interorganizativos, más allá del diseño y desarrollo de productos colaborativos. Además, sería relevante conocer qué papel juegan las TIC basadas en

Internet en la difusión y aplicación de las prácticas de Lean Production a lo largo de la cadena de suministro y qué elementos de Lean son los más beneficiados. De igual modo, se propone el estudio sobre cómo Lean Production se puede mostrar como un recurso complementario a las TIC y puede permitir el logro de ventajas competitivas en las empresas. Además, debido a la gran complejidad de la cadena de suministro aeronáutica sería conveniente una mayor investigación en procesos de simulación que permitan conocer el rendimiento dinámico de ésta, en aspectos tales como, costes de mantenimiento de inventario, plazos y fiabilidad de las entregas, que pueden proporcionar una base para la mejora de su diseño y eficiencia.

En general, se destaca que a pesar de los avances logrados en la gestión de la cadena de suministro aeronáutica, los largos tiempos de desarrollo de nuevos productos, la incapacidad para responder a cambios imprevistos en la demanda, con la consecuente falta de fiabilidad y grandes retrasos en las entregas, hacen necesario una mayor investigación sobre el diseño y la eficiencia continua de la gestión de la cadena de suministro.

Por último, es destacable que la investigación tanto en Lean Production como en la Gestión de la Cadena de Suministro se encuentra focalizada, principalmente, en dos ámbitos geográficos: Gran Bretaña y EE.UU. Por tanto, sería conveniente llevar a cabo una mayor investigación en otros ámbitos geográficos, distintos a los ya estudiados, para aportar una mayor evidencia empírica sobre estas estrategias de gestión en la industria aeronáutica. De igual modo, debido a la cadena de suministro global de la industria aeronáutica sería interesante desarrollar un mayor número de estudios que contemplen este nivel de análisis e investigar cómo las tecnologías basadas en Internet están favoreciendo la integración de procesos interorganizativos entre empresas de diferentes ámbitos geográficos.

NOTAS

¹ Este trabajo ha recibido el apoyo financiero de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía a través del Proyecto de Investigación de Excelencia P08-SEJ3607.

² www.exostar.com.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDULMALEK, F.A.; RAJGOPAL, J. y LASCOLA, K. (2006): "A Classification Scheme for the Process Industry to Guide the Implementation of Lean", *Engineering Management Journal*, Vol. 18, Nº 2, pp. 15-25.
- ABDULMALEK, F.A. y RAJGOPAL, J. (2007): "Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation. A process sector case study", *International Journal of Production Economics*, Vol. 107, Nº 1, pp. 223-236.
- AKKERMANS, H.; BOGERD, P. y VOS, B. (1999): "Virtuous and vicious cycles on the road towards international supply chain management", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19, Nº 5/6, pp. 565-581.
- AMIT, R. y ZOTT, C. (2001): "Value creation in e-business", *Strategic Management Journal*, Vol. 22, Nº 5/6, pp. 493-520.
- ANDERSON, M. (1995): "The role of collaborative integration in industrial organization: observations from the Canadian aerospace industry", *Economic Geography*, Vol. 71, Nº 1, pp. 55-78.
- BALES, R.R.; MAULL, R.S. y RADNOR, Z. (2004): "The development of supply chain management within the aerospace manufacturing sector", *Supply Chain Management*, Vol. 9, Nº 3, pp. 250-255.
- BARNEY, J.B. (1991): "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, Vol. 17, Nº 1, pp. 99-120.
- BHASIN, S. y BURCHER, P. (2006): "Lean viewed as a philosophy", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17, Nº 1/2, pp. 56-72.

- BHUIYAN, N.; BAGHEL, A. y WILSON, J. (2006): "A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 55, Nº 8, pp. 671-687.
- BOZDOGAN, K.; DEYST, J.; HOULT, D. y LUCAS, M. (1998): "Architectural innovation in product development through early supplier integration", *R&D Management*, Vol. 28, Nº 3, pp. 163-173.
- BROWNING, T.R. y HEATH, R.D. (2009): "Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program", *Journal of Operations Management*, Vol. 27, Nº 1, pp. 23-44.
- BURCHER, P.; DUPERNEX, S. y GEOFFREY, R. (1996): "The road to lean repetitive batch manufacturing: modelling planning system performance", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 16, Nº 2, pp. 210-221.
- CAGLIANO, R.; CANIATO, F. y SPINA, G. (2006): "The linkage between supply chain integration and manufacturing improvement programmes", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 26, Nº 3, pp. 282-299.
- CARR, N.G. (2004): *Does IT matter? Information technology and the corrosion of competitive advantage*, Harvard Business School Press, Boston.
- CHAKRAVORTY, S.S. (2009): "Process Improvement: Using Toyota's A3 Reports", *The Quality Management Journal*, Vol. 16, Nº 4, pp. 7-26.
- COMM, C.L. y MATHAISEL, D.F.X. (2000): "A paradigm for benchmarking lean initiatives for quality improvement", *Benchmarking*, Vol. 7, Nº 2, pp. 118-128.
- COONEY, R. (2002): "Is lean a universal production system? Batch production in the automotive industry", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 22, Nº 9/10, pp. 1130-1147.
- CRABILL, J.; HARMON, E.; MEADOWS, D.; MILAUSKAS, R.; MILLER, C.; NIGHTINGALE, D.; SCHWARTZ, B.; SHIELDS, T. y TORRANI, B. (2000): *Production operations level transition-to-lean description manual*, Center for Technology, Policy, and Industrial Development. Massachusetts Institute of Technology.
- CRUTE, V.; WARD, Y.; BROWN, S. y GRAVES, A. (2003): "Implementing Lean in aerospace—challenging the assumptions and understanding the challenges", *Technovation*, Vol. 23, Nº 12, pp. 917-928.
- DEVARAJ, S.; KRAJEWSKI, L. y WEI, J.C. (2007): "Impact of e-Business technologies on operational performance: the role of production information integration in the supply chain", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, Nº 6, pp. 1199-1216.
- ELLINGER, A.E.; DAUGHERTY, P.J. y KELLER, S.B. (2000): "The relationship between marketing/logistics interdepartmental integration and performance in US manufacturing firms: an empirical study", *Journal of Business Logistics*, Vol. 21, Nº 1, pp. 1-21.
- EMILIANI, M.L. (2004): "Sourcing in the global aerospace supply chain using online reverse auctions", *Industrial Marketing Management*, Vol. 33, Nº 1, pp. 65-72.
- ESPEJO, M. y MOYANO, J. (2007): "Lean Production: estado actual y desafíos futuros de la investigación", *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 13, Nº 2, pp. 179-202.
- EUROPEAN COMMISSION (2001): European Aeronautics: A vision for 2020. Meeting society's needs and winning global leadership. Documento disponible en: http://ec.europa.eu/research/growth/aeronautics2020/pdf/aeronautics2020_en.pdf
- FARRIS, M.T.; WITTMANN, C.M. y HASTY, R. (2005): "Aftermarket support and the supply chain: Exemplars and implications from the aerospace industry", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 35, Nº 1, pp. 6-19.
- FORTUNY, J.; CUATRECASAS, L.; CUATRECASAS, O. y OLIVELLA, J. (2008): "Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales", *Universia Business Review*, Vol. 20, Nº 4, pp. 28-41.
- FREAR, C.R. y METCALF, L.E. (1995): "Strategic alliances and technology networks: a study of a cast-products supplier in the aircraft industry", *International Marketing Management*, Vol. 24, Nº 5, pp. 379-390.
- FROHLICH, M.T. y WESTBROOK, R. (2001): "Arcs of integration: an international study of supply chain strategies", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, Nº 2, pp. 185-200.
- FROHLICH, M.T. (2002): "e-Integration in the supply chain: barriers and performance", *Decision Sciences*, Vol. 33, Nº 4, pp. 537-556.
- FULLERTON, R. y WEMPE, W.F. (2009): "Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 29, Nº 3, pp. 214-240.
- GIDDENS, J. (2007): "Army Aviation Depot Does an About-Face", *Quality Progress*, Vol. 40, Nº 9, pp. 21-25.
- GIMÉNEZ, C. y VENTURA, E. (2005): "Logistics-production, logistics-marketing and external integration: Their impact on performance", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 25, Nº 1, pp. 20-38.
- GIUNTA, A. (2000): "Large firms and subcontracting relations in the commercial aircraft industry: a case study of Campania in Southern Italy". En: Giunta, A., Lagendijk, A. and Pike, A. (eds), *Restructuring Industry and Regions: The Experience of Europe's Regions*, London: The Stationery Office, pp. 37-56.
- GORDON, D.K. (2006): "Supply Chain Management Remains Aerospace Challenge", *Quality Progress*, Vol. 39, Nº 7, pp. 83-85.
- GRANT, S.B. (2003): "Early supplier involvement in new product development within the UK aerospace industry", *International Journal of Electronic Business*, Vol. 1, Nº 4, pp. 329-346.

- GREENWOOD, T.; BRADFORD, M. y GREENE, B. (2002): "Becoming a lean enterprise: A tale of two firms", *Strategic Finance*, Vol. 84, Nº 5, pp. 32-39.
- GULLEDGE, T. (2002): "B2B eMarketplaces and small-and medium-sized enterprises", *Computers in Industry*, Vol. 49, Nº 1, pp. 47-58.
- GUNASEKARAN, A. y NGAI, E.W.T. (2005): "Build-to-order supply chain management: a literature review and framework for development", *Journal of Operations Management*, Vol. 23, Nº 5, pp. 423-451.
- HAUSMAN, A. y STOCK, J.R. (2003): "Adoption and implementation of technological innovations within long-term relationship", *Journal of Business Research*, Vol. 8, Nº 56, pp. 681-686.
- HINES, P.; HOLWEG, M. y RICH, N. (2004): "Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 24, Nº 10, pp. 994-1011.
- HO, P.; TRAPPEY, A.J.C. y TRAPPEY, C.V. (2004): "Data interchange services: use of XML hub approach for the aerospace supply chain", *International Journal of Technology Management*, Vol. 28, Nº 2, pp. 227-242.
- HOLWEG, M. (2007): "The genealogy of lean production", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, Nº 2, pp. 420-437.
- HOPP, W.J. y SPEARMAN, M.L. (2004): "To pull or not to pull: what is the question?", *Manufacturing and Service Operations Management*, Vol. 6, Nº 2, pp. 133-148.
- JAMES-MOORE, S.M. y GIBBONS, A. (1997): "Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 17, Nº 9, pp. 899-911.
- JONES, D.T.; HINES, P. y RICH, N. (1997): "Lean Logistics", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 27, Nº 4, pp. 153-173.
- KRAFCIK, J.F. (1988): "Triumph of the lean production system", *Sloan Management Review*, Vol. 30, Nº 1, pp. 41-52.
- LAFRAMBOISE, K. y REYES, F. (2007): "The digitization of an aerospace supply network", *International Journal of Enterprise Information Systems*, Vol. 3, Nº 2, pp. 68-89.
- LAMBERT, D.; COOPER, M. y PUGH, J. (1998): "Supply Chain Management", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 9, Nº 2, pp. 1-19.
- LAMMING, R. (1993): *Beyond Partnership: Strategies for Innovation and Lean Supply*, Prentice-Hall, Hemel Hempstead.
- LEFÈBVRE, É. y LEFÈBVRE, L. (1998): "Global strategic benchmarking, critical capabilities and performance of aerospace subcontractors", *Technovation*, Vol. 18, Nº 4, pp. 223-234.
- LUMMUS, R.R.; VOKURKA, R.J. y ALBERT, K.L. (1998): "Strategic supply chain planning", *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 39, Nº 3, pp. 49-58.
- MACDONNELL, M. y CLEGG, B. (2007): "Designing a support system for aerospace maintenance supply chains", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 18, Nº 2, pp. 139-152.
- MATHAISEL, D.F.X. y COMM, C.L. (2000): "Developing, implementing and transferring lean quality initiatives from the aerospace industry to all industries", *Managing Service Quality*, Vol. 10, Nº 4, pp. 248-256.
- MATHAISEL, D.F.X. (2005): "A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul (MRO) enterprise", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 54, Nº 8, pp. 623-644.
- MCLACHLIN, R. (1997): "Management initiatives and just-in-time manufacturing", *Journal of Operations Management*, Vol. 15, Nº 4, pp. 271-292.
- MICHAELS, L.M.J. (1999): "The making of a lean aerospace supply chain", *Supply Chain Management*, Vol. 4, Nº 3, pp. 135-144.
- MODARRESS, B.; ANSARI, A. y LOCKWOOD, D.L. (2005): "Kaizen costing for lean manufacturing: a case study", *International Journal of Production Research*, Vol. 43, Nº 9, pp. 1751-1760.
- MOORE, D.M.; NEAL, D.J. y ANTILL, P.D. (2001): "Supply chain management in SMEs within the defence aerospace industry – a case of simplification or increased complexity?", *International Journal of Aerospace Management*, Vol. 1, Nº 1, pp. 35-45.
- MURMAN, E.; ALLEN, T.; BOZDOGAN, K.; CUTCHER-GERSHENFELD, J.; MC MANUS, H.; NIGHTINGALE, D.; REBENTISCH, E.; SHIELDS, T.; STAHL, F.; WALTON, M.; WARMKESSEL, J.; WEISS, S. y WINDNALL, S. (2002): *Lean enterprise value: Insights from MIT'S Lean Aerospace Initiative*, Palgrave, New York.
- NARASIMHAN, R. y KIM, S.W. (2001): "Information system utilization for supply chain integration", *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, Nº 2, pp. 51-75.
- NIGHTINGALE, D.J. y MIZE, J.H. (2002): "Development of a lean enterprise transformation maturity model", *Information, Knowledge, Systems Management*, Vol. 3, Nº 1, pp. 15-30.
- NISHIGUCHI, T. (1987): "Competing systems of automotive components supply: an examination of the Japanese-clustered control-model and the Alps structure". *First Policy Forum IMVP*, pp. 1-26.
- O'NEILL, H. y SACKETT, P. (1994): "The extended manufacturing enterprise paradigm", *Management Decision*, Vol. 32, Nº 8, pp. 42-49.
- O'SULLIVAN, A. (2003): "Dispersed collaboration in a multi-firm, multi-team product-development Project", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 20, Nº 1/2, pp. 93-116.

- PAGELL, M. (2004): "Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics", *Journal of Operations Management*, Vol. 22, Nº 5, pp. 459-487.
- PALIWODA, S.J. y BONACCORSI, A.J. (1994): "Trends in procurement strategies within the European aircraft industry", *Industrial Marketing Management*, Vol. 23, Nº 3, pp. 236-244.
- PARRY, G.C. y TURNER, C.E. (2006): "Application of lean visual process management tools", *Production Planning and Control*, Vol. 17, Nº 1, pp. 77-86.
- PORTER, M. (2001): "Strategy and the Internet", *Harvard Business Review*, Vol. 80, Nº 2, pp. 63-78.
- POWELL, T.C. y DENT-MICALLEF, A. (1997): "Information Technology as competitive advantage: the role of human, business and technology resources", *Strategic Management Journal*, Vol. 18, Nº 5, pp. 375-405.
- PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1990): "The Core Competences of the Corporation", *Harvard Business Review*, Vol. 68, Nº 3, pp. 79-91.
- PRIZINSKY, D. (2001): "Lincoln looks leaner in its manufacturing process", *Crain's Cleveland Business*, Vol. 22, Nº 18, pp. 1-8.
- REED, F.M. y WALSH, K. (2002): "Enhancing Technological Capability Through Supplier Development: A Study of the U.K. Aerospace Industry", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 49, Nº 3, pp. 231-242.
- ROMANO, P. (2003): "Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply markets", *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 9, Nº 3, pp. 119-134.
- ROSE-ANDERSSEN, C.; BALDWIN, J.S.; RIDGWAY, K.; ALLEN, P.M. y VARGA, L. (2008): "Aerospace Supply Chains as Evolutionary Networks of Activities: Innovation via Risk-Sharing Partnerships", *Creativity and Innovation Management*, Vol. 17, Nº 4, pp. 304-318.
- ROSE-ANDERSSEN, C.; BALDWIN, J.S.; RIDGWAY, K.; ALLEN, P.M.; VARGA, L. y STRATHERN, M. (2009a): "A cladistic classification of commercial aerospace supply chain evolution", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 20, Nº 2, pp. 235-257.
- ROSE-ANDERSSEN, C.; BALDWIN, J.S.; RIDGWAY, K.; ALLEN, P.M. y VARGA, L. (2009b): "Knowledge Transformation, Learning and Changes Giving Competitive Advantage in Aerospace Supply Chains", *Emergence: Complexity and Organization*, Vol. 11, Nº 2, pp. 15-29.
- RUSSELL, D.M. y HOAG, A.M. (2004): "People and information technology in the supply chain", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 34, Nº 2, pp. 102-122.
- SANDERS, N.R. y PREMUS, R. (2002): "IT applications in supply chain organization: a link between competitive priorities and organization benefits", *Journal of Business Logistics*, Vol. 23, Nº 1, pp. 65-83.
- SHAH, R. y WARD, P.T. (2003): "Lean manufacturing: context, practice bundles and performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 21, Nº 2, pp. 129-149.
- SHAH, R. y WARD, P.T. (2007): "Defining and developing measures of lean production", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, Nº 4, pp. 785-805.
- SINHA, P.R.; WHITMAN, L.E. y MALZAHN, D. (2004): "Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain", *Supply Chain Management*, Vol. 9, Nº 2, pp. 154-168.
- SMITH, D.J. y TRANFIELD, D. (2005): "Talented Suppliers? Strategic Change and Innovation in the UK Aerospace Industry", *R&D Management*, Vol. 35, Nº 1, pp. 37-49.
- STANK, T.P.; KELLER, S.B. y DAUGHERTY, P.J. (2001): "Supply chain collaboration and logistical service performance", *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, Nº 1, pp. 29-48.
- STUNDZA, T. (1999): "Aerospace purchasing gets overhauled", *Purchasing*, Vol. 126, Nº 9, pp. 66-70.
- TANNOCK, J.; CAO, B.; FARR, R. y BYRNE, M. (2007): "Data-driven simulation of the supply chain: Insights from the aerospace sector", *International Journal of Production Economics*, Vol. 110, Nº 1/2, pp. 70-84.
- TROYER, C. y COOPER, R. (1995): "Smart moves in supply chain integration", *Transportation and Distribution*, Vol. 36, Nº 9, pp. 55-62.
- VAN DER VAART, T. y VAN DONK, D.P. (2008): "A critical review of survey-based research in supply chain integration", *International Journal of Production Economics*, Vol. 111, Nº 1, pp. 42-55.
- WILLIAMS, T.; MAULL, R. y ELLIS, B. (2002): "Demand chain management theory: constraints and development from global aerospace supply webs", *Journal of Operations Management*, Vol. 20, Nº 6, pp. 691-706.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. y ROSS, D. (1990): *The machine that changed the world: The story of Lean Production*, MacMillan/Rawson Associates, New York.
- WOMACK, J.P. y JONES, D.T. (1996): *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your Corporation*, Simon and Schuster, New York.
- ZSIDISIN, G.A. y SMITH, M.E. (2005): "Managing Supply Risk with Early Supplier Involvement: A Case Study and Research Propositions", *The Journal of Supply Chain Management*, Vol. 41, Nº 4, pp. 44-57.
- ZUCKERMAN, A. (2007): "Aerospace-Defense Sector First to Employ Collaborative Supply Chain Platform", *World Trade*, Vol. 20, Nº 1, pp. 52-57.

