



Macarena Sacristán-Díaz'

Universidad de Sevilla
✉ macarena-sd@us.es

La implantación de *lean production* en los proveedores del sector aeronáutico: ¿dependencia o compromiso?

Lean production implementation in the suppliers of the aeronautical sector: dependence or commitment?

32



Pedro Garrido-Vega

Universidad de Sevilla
✉ pgarrido@us.es



Antonio García-Ortega

Airbus Military
✉ antonio.o.garcia@military.airbus.com

I. IMPLANTACIÓN DE *LEAN PRODUCTION* EN EL SECTOR AUXILIAR AERONÁUTICO: DEPENDENCIA RESPECTO DE LA TRACTORA Y COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN

La producción ligera o *lean production* (LP) ha revolucionado los métodos de organización interna y externa de las empresas y desde hace algunos años su implantación está generalizándose a numerosos sectores, entre ellos el aeronáutico (Murman et al., 2002; Mathaisel, 2005; Bhuiyan et al., 2006; Giddens, 2007; Fortuny-Santos et al., 2008). A la hora de implantar completamente LP, la logística y la gestión de las relaciones externas se encuentran entre los factores críticos, siendo aconsejable extender su implantación a los proveedores y clientes para conseguir todos sus beneficios potenciales (Sanderlands, 1994; Alfalla-Luque y Medina-López, 2009; Moyano-Fuentes y Sacristán-Díaz, 2012). En esta línea, en el sector

CÓDIGOS JEL:
M10, M11, L23, L93

Fecha de recepción y acuse de recibo: 13 de julio de 2012. Fecha inicio proceso de evaluación: 16 de julio de 2012.
Fecha primera evaluación: 11 de agosto de 2012. Fecha de aceptación: 24 de noviembre de 2012.

RESUMEN DEL ARTÍCULO

La implantación de la producción ligera o *lean production* (LP) en la industria aeronáutica ha sido algo tardía. De hecho, son muchos los agentes de la cadena de suministro que aún no la han iniciado o que están en proceso. Sin embargo, el éxito de LP en el sector depende en gran medida de la extensión de su aplicación a lo largo de la cadena de suministro. Una cuestión clave es conocer qué motiva a las empresas a decidirse por su implantación. Este trabajo se centra en dos factores que pueden ser especialmente relevantes en el sector: el compromiso de la dirección y la dependencia de los proveedores respecto de la empresa tractora. Para analizar esta cuestión, se ha llevado a cabo un estudio de casos exploratorio sobre cuatro empresas auxiliares del sector aeronáutico que participan en el proyecto de optimización de la cadena de suministro bajo metodología *lean* de *Airbus Military*. Los resultados muestran que la implantación parece estar relacionada con el compromiso, pero no así con la dependencia y que, por tanto, tal compromiso no puede ser impuesto externamente.

EXECUTIVE SUMMARY

The implementation of lean production (LP) in the aeronautics industry has been rather slow in coming: it has not begun or is still ongoing in many agents in the supply chain. However, the success of LP in this sector largely depends upon the extent of its application along the supply chain. A key issue is knowing what influence management commitment and supplier dependence on the driving organisation have on its implementation. This study presents an exploratory case study of four ancillary companies in the aeronautics sector involved in the Airbus Military supply chain Optimisation Project that uses lean methodology. The findings show that implementation seems to be related to commitment, but not to dependence, and that commitment cannot therefore be imposed from outside.

aeronáutico se está produciendo la implantación de LP a lo largo de todos los niveles de la cadena de suministro (Alfalla-Luque et al., 2012), y no solo en áreas de fabricación (Crute et al., 2003), sino también en procesos de servicios como la postventa y en procesos de mantenimiento, reparación y revisión (Martínez-Jurado y Moyano-Fuentes, 2011). En este sector, la cadena de suministro juega un papel fundamental, dado que los productos son tecnológicamente muy complejos y requieren el concurso de muchos proveedores con distintos tipos y grados de especialización (Sanz-Marcos y López-Fernández, 2010). Así pues, puede afirmarse que el éxito de LP en este sector depende en gran medida de su extensión a los agentes de la cadena de suministro.

Una de las peculiaridades del sector aeronáutico es el hecho de que las empresas tractoras son muy pocas y están participadas y controladas por los gobiernos

La implementación de LP es un proceso complicado y son muchas las empresas que fracasan en el intento (Fortuny-Santos et al., 2008). Un aspecto clave en la implantación de cualquier cambio en la gestión empresarial es la motivación y el compromiso de la alta dirección. De hecho, el liderazgo comprometido es uno de los indicadores más importantes de la aplicación de las prácticas avanzadas de producción (Luján-García et al., 2012). La falta del mismo es una de las causas más habituales de fracaso en la implantación de nuevas técnicas y prácticas de gestión. Teniendo en cuenta que LP constituye una filosofía de gestión o un sistema socio-técnico integrado (Shah y Ward, 2007), que encierra un diverso conjunto de prácticas individuales de gestión, no es extraño que el compromiso de la dirección sea una dificultad habitualmente identificada en los estudios sobre la implantación de LP (Gunasekaran, 2002; Crute et al., 2003; Kumar y Ozdamar, 2011). Por otro lado, la dependencia respecto de la empresa clave en la cadena de suministro es uno de los factores condicionantes de la implantación de numerosos sistemas de gestión (Kwon y Suh, 2005). En este sentido, una de las peculiaridades del sector aeronáutico es el hecho de que las empresas claves, las tractoras¹, son muy pocas y están participadas y controladas por los gobiernos. Esto redundaría en que las empresas auxiliares tengan, en general, un alto grado de dependencia respecto de ellas. Las grandes empresas aeronáuticas mundiales como Boeing o EADS han apostado tanto por la implantación interna de LP como por su extensión a lo largo de sus cadenas de suministro, estableciendo relaciones de cooperación con los proveedores. Comprometidos totalmente con LP y conscientes

de la importancia de su implantación en su cadena de suministro, la división *Airbus Military* (AM) de EADS inició en 2010 el proyecto “Optimización de la Cadena de Suministro bajo Metodología *Lean*” (*Airbus Military*, 2010)², cuya planificación se ilustra en la **Figura 1**. Las principales variables consideradas en este trabajo son, por tanto, tres: grado de implantación de LP (en adelante, *implantación*), grado de compromiso de la dirección (*compromiso*) y grado de dependencia respecto de la tractora (*dependencia*).

El *grado de implantación de LP* es una variable complicada de medir, ya que se trata de un modelo de gestión complejo y son muchas las prácticas y herramientas que incluye. En nuestro caso, se han incluido aquellas prácticas con mayor probabilidad teórica de ser implantadas -entre ellas, VSM, 5S o TPM- teniendo en cuenta las características particulares del sector (largos procesos de desarrollo y fabricación de productos, máquinas y utillajes poco flexibles o grandes inversiones en la industrialización de las plantas).

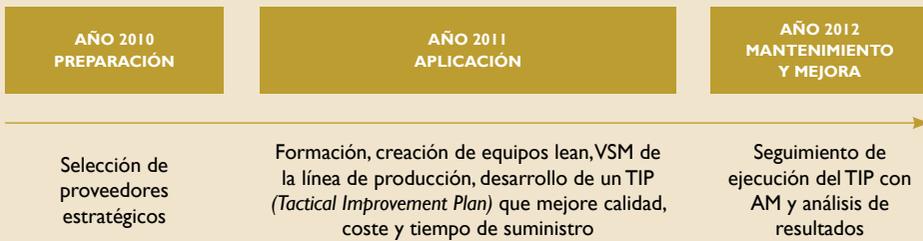
PALABRAS CLAVE

Producción ligera, Sector aeronáutico, Proveedores, Compromiso dirección, Dependencia

KEY WORDS

Lean Production, Aeronautical sector, Suppliers, Management commitment, Dependence

Figura 1. Planificación de la implantación de LP en los subcontratistas de AM



Fuente: A partir de Airbus Military (2010).

En cuanto al *grado de compromiso de la dirección*, no basta con que la dirección acepte la implantación de LP, sino que este compromiso se ha de ver reflejado en acciones concretas, tales como inversiones o esfuerzos de comunicación y documentación.

Por último, el *grado de dependencia respecto de la tractora*, esto es, del proveedor respecto de AM, se refleja fundamentalmente en el peso que tiene esta empresa como cliente en el volumen de ventas total de aquél. Pero también viene dado por otras cuestiones, como la participación en proyectos conjuntos o la disponibilidad de documentación y recursos propios.

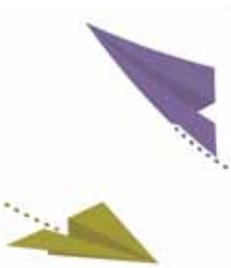
Los estudios sobre LP en aeronáutica son relativamente escasos (Martínez-Jurado y Moyano-Fuentes, 2011), especialmente aquellos que tengan por objeto específico de estudio la influencia que el compromiso de la gerencia y la dependencia de los proveedores con respecto a la empresa tractora tienen sobre su implantación. En principio, cabe suponer que la implantación tendrá más éxito si está motivada por el compromiso de la dirección y no simplemente por imposición de la tractora. El presente trabajo pretende contribuir al conocimiento en relación con la implementación de LP en el sector aeronáutico a través de dos objetivos: 1) analizar el grado de implantación de LP alcanzado por las empresas auxiliares; y 2) explorar las relaciones entre el grado de implantación de LP, el nivel de compromiso de la gerencia y la dependencia de los proveedores de AM.

2. LA INDUSTRIA AUXILIAR DEL SECTOR AERONÁUTICO: SELECCIÓN DE EMPRESAS PARA EL ESTUDIO

La industria aeronáutica española representa el 3,2% de la facturación (y el 5,2% del empleo) de la industria europea que, a su vez, acapara el 33% de la industria a nivel mundial. Dentro de España, a Andalucía corresponde el 24,1% del sector, siendo la segunda región tras Madrid, con el 53,7% (IDEA, 2010).

La población objeto de estudio está constituida por el conjunto de las 123 empresas del sector auxiliar de aeronáutica en Andalucía (Fundación Hélice, 2010, p. 23). El 90% de las empresas se ubican en las provincias de Sevilla y Cádiz, siendo las actividades predominantes las de montaje, mecanizado y utillaje, desarrolladas por el 42% de la población. Estas empresas facturaron 555,1 millones de euros (4,51 millones de promedio) en 2010 y dieron empleo a 7.461 personas (unos 61 empleados de promedio). En torno a un 80% de su facturación depende de Airbus.

A partir del listado de la población, se llevó a cabo una selección de plantas para su análisis sobre la base de tres criterios: participación en el proyecto de optimización de AM; nivel de proveedor en la cadena (solo primero y segundo); y tamaño de la empresa. Con el primero nos asegurábamos de que las empresas hubieran emprendido el camino hacia la implantación de LP. Las empresas participantes en el proyecto son 15, seleccionadas por AM de manera que fueran representativas de las diferentes tecnologías. De ellas, aproximadamente tres cuartas partes (11) son proveedores de se-



gundo nivel y el resto (4), de primer nivel. Su facturación promedio es de 4,79 millones de euros y el número promedio de empleados es de 82. El nivel promedio de facturación dependiente de AM de estas empresas es del 73%. El segundo criterio buscaba asegurar que hubiera representación de proveedores de primer y segundo nivel aproximadamente en la misma proporción que las participantes en el proyecto. Por último, dado que LP es una práctica compleja y su implantación requiere una cierta dimensión mínima de la empresa, establecimos como criterio adicional que las empresas tuviesen un tamaño mínimo de unos 75 empleados. Asimismo, en la medida de lo posible, se procuró que fuese similar en todas ellas para evitar el posible efecto que las diferencias de dimensión pudiesen tener en el nivel de implantación de LP.

Las 11 empresas auxiliares que cumplían con los criterios de selección fueron contactadas telefónicamente para concertar cita con su gerente o director y explicarle el trabajo de investigación. Cuatro mostraron su interés por participar y conocer los resultados de la investigación para que les ayudaran en la resolución de problemas relativos a la gestión e implantación de LP. La **Tabla 1** recoge la caracterización de tales empresas, que son las que integran la muestra, y a las que identificaremos como AUX1, AUX2, AUX3 y AUX4.

Tabla 1. Caracterización de los casos analizados

EMPRESA	AUX1	AUX2	AUX3	AUX4
Nivel en la cadena	Proveedor 2º nivel	Proveedor 1º nivel	Proveedor 2º nivel	Proveedor 2º nivel
Actividades principales	Montajes-Montaje de Aeroestructuras	Transformaciones Mecánicas-Mecanizado	Procesos finales-Tratamientos superficiales	Transformaciones Mecánicas-Utillaje Ingeniería/Servicios
Tipo de organización	Burocratizada	Funcional y plana	Funcional y plana	Jerarquizada
Niveles en la organización	4	4	4	5
Plantilla año 2010	95	100	90	104
Certificaciones	ISO9001, EN9100 y NADCA	UNE/EN9100:2003	ISO9001, EN9001 y PRI-NADCA	ISO9001 y EN9100
Facturación año 2010	6 M de €	7 M de €	5,9 M de €	9,3 M de €

La muestra presenta la variedad necesaria en cuanto a estructura del producto, procesos de fabricación y diseño del sistema productivo, que permita asegurar la generalización de las conclusiones del estudio.

En cada una de ellas, se realizaron *entrevistas personales semiestructuradas* a los gerentes, directores o personas delegadas en su caso (director general en AUX1 y AUX3; director de operaciones en AUX2; y responsable de calidad y de implantación de LP en AUX4). Las entrevistas tuvieron lugar en las instalaciones de las plantas analizadas y su duración media fue de 35 minutos.

Por otra parte, se utilizó un *cuestionario estructurado* con preguntas de respuesta dicotómica de tipo sí/no, preguntas cerradas de tipo cuantitativo y preguntas abiertas. El diseño del cuestionario siguió un proceso sistematizado que incluyó un diseño inicial que se sometió a una prueba piloto en una de las auxiliares seleccionadas, dando lugar al diseño definitivo.

Finalmente, los datos fueron contrastados mediante charlas informales y entrevistas con otros trabajadores y directivos, así como con documentación de la compañía y la observación directa en visitas a todas las instalaciones. El tiempo medio total de duración de las visitas a cada planta se mantuvo en torno a las 2 horas.

La **Tabla 2** resume el contenido de las diferentes cuestiones planteadas sobre implantación, dependencia y compromiso, así como el número de cuestiones totales en cada caso.

Tabla 2. Aspectos analizados para cada variable

VARIABLE	CUESTIONES	ASPECTOS ANALIZADOS
Implantación	41	Planificación de la implantación <i>lean</i> ; estandarización y polivalencia; cultura operativa (participación de los empleados); calidad; gestión visual; VSM; 5S; TPM
Compromiso	21	Cambios en la organización del trabajo; registro del <i>layout</i> ; documentación de la cadena de producción; inversiones; comunicación; existencia de un responsable o facilitador de LP; cultura; política de RRHH
Dependencia	18 (más facturación)	Existencia de otros clientes y proveedores; departamentos y medios; participación en proyectos; logística propia; documentación técnica propia

En cada una de las cuestiones recogidas en el cuestionario, el gerente encuestado sólo debía indicar si existía o no en su plan-

ta, obteniéndose una puntuación final en función del porcentaje de respuestas favorables en relación con la variable. Las visitas y las charlas con otros trabajadores y directivos permitieron corroborar la exactitud de las respuestas recabadas. Esta forma de medición es la utilizada por Gunasekaran et al. (2002) en su estudio sobre el desempeño lean en la empresa *GEC-Marconi Aerospace Ltd.*

3. ¿QUÉ MUEVE A LAS EMPRESAS AUXILIARES AERONÁUTICAS A IMPLANTAR LEAN PRODUCTION?

3.1. Implantación - dependencia - compromiso: situación de las empresas analizadas

En la **Tabla 3** se muestran las puntuaciones obtenidas por cada empresa, así como un resumen de la situación observada en relación con cada variable analizada. Dado que el número de ítems en cada variable es elevado, sólo se han incluido en ella algunos de los aspectos más relevantes.

En todos los casos se ha comenzado a implantar LP, aunque los caminos recorridos difieren. AUX2 comenzó la implantación dos años y medio atrás, mientras que AUX1, AUX3 y AUX4 lo habían hecho hacía poco más de un año y medio. Hay una serie de elementos que están presentes en todas las empresas. Por ejemplo, todas han documentado el *takt-time*, tienen operarios multifuncionales, cuentan con sistemas *poka-yoke*, y han realizado el VSM de algún proceso. En resumen, podemos decir que AUX2 lleva un buen nivel de implantación, mientras que AUX1 y AUX3 tienen un nivel medio/bajo que han de mejorar. En AUX4, el nivel de implantación es muy bajo, casi inexistente a nivel de planta.

Aunque todas las empresas tienen una persona que les guía en la implantación -que, salvo en el caso de AUX4, en el es un responsable del departamento de calidad, suele ser una persona externa a la organización-, se ha observado que el grado de compromiso de los gerentes y directores de las empresas proveedoras hacia LP es desigual en los cuatro casos analizados. AUX2 está realizando los cambios organizativos necesarios, aportando recursos económicos -es la única que ha destinado una partida económica para la implantación de LP- y destinando medios personales e industriales a la implantación. Por su parte, AUX3 está comprometida con la implantación, pero ha de dotar medios que afiancen lo conseguido y para que pueda avanzar hasta conseguir un nivel aceptable. Los directivos de AUX4 y, especialmente, AUX1 aún deben apostar en

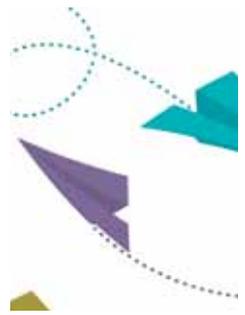


Tabla 3. Resumen de situación por variable

VARIABLE	ASPECTOS	AUX1	AUX2	AUX3	AUX4
Implantación (41 ítems)	Planificación <i>lean</i>	Sí	Sí	Sí	No
	Estandarización	De producto	De procesos	No	No
	Estudio de movimientos	Sí	No	Sí	No
	Participación operarios en diseño de proceso	No	No (sí en producto)	Sí	Sí
	Paneles de gestión	No	Sólo de falta de piezas	No	No
	Señalización de planta	Poco clara	Clara	Clara	Poco clara
	Calidad delegada	No	Sí	Sí	No
	5S	No	2ª S	1ª S	1ª S
	TPM	No	Sí	Sí	No
	Puntuación	0,61	0,83	0,71	0,44
Compromiso (21 ítems)	Adaptación de la organización	No	Sí	Sí	No
	Layout	Claro	Confuso	Claro	Claro
	Registro cadena producción	No	Sí	Sí	No
	Registro cadena logística	Sí	No	Sí	Sí
	Partida económica	No	Sí	No	No
	Responsable LP	Externo	Externo	Externo	Interno (responsable calidad)
	Equipo de desarrollo	No	Sí	Sí	No
	Reuniones de mejora	No	Estandarizadas	No estandarizadas	No
	Plan de formación	Sí	Sí	Sí	No
	Políticas de motivación e incentivos	Sí	No	Sí	No
Puntuación	0,67	0,86	0,81	0,48	
Dependencia (18 ítems más facturación)	Nivel de facturación a AM	Muy alto (92%)	Medio (41%)	Alto (71%)	Alto (63%)
	Departamentos	Ingeniería de producción; Compras; Calidad	Diseño; Compras; Ingeniería de producción; Planificación; Calidad	Ingeniería de producción; Compras; Calidad	Diseño; Compras; Ingeniería de producción; Planificación; Calidad
	Fabricación piezas propias	No	Sí	No	Sí
	Participación proyectos conjuntos con AM	No	Sí	No	No
	Almacenes propios	Sí	Sí	Sí	Sí
	Transporte propio	Sí	Sí (y de AM)	No (de AM)	Sí
	Documentación	Proporcionada por el cliente	Propia	Proporcionada por el cliente	Propia
	Puntuación	0,71	0,29	0,58	0,37

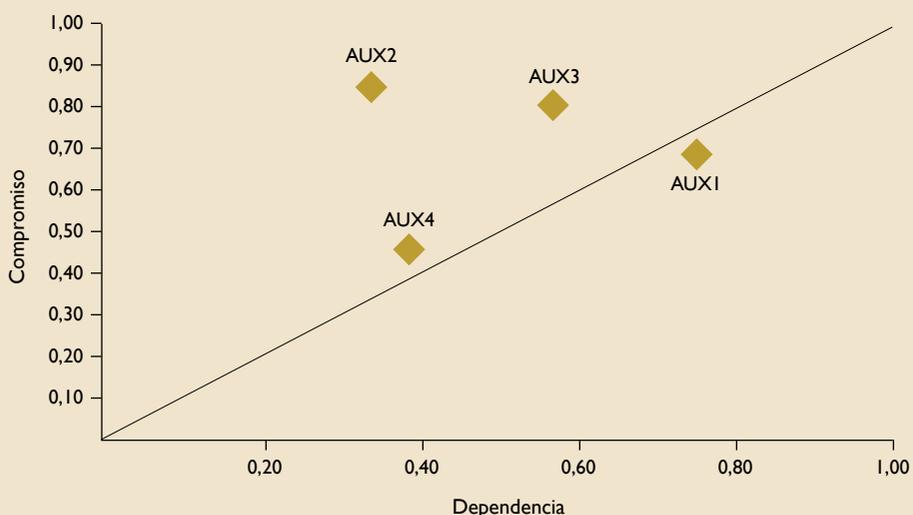
mayor medida por esta filosofía, aportando recursos económicos y medios humanos y materiales, formando al personal e implantando políticas e incentivos que motiven al personal.

Por lo que respecta al grado de dependencia de las empresas proveedoras respecto de la tractora AM, ésta está muy condicionada por el nivel de facturación de estas empresas a la tractora. Se ha observado que es bastante alta en AUX1, cuya facturación depende casi en exclusiva de AM. También es alta en AUX3, pero es más baja en AUX4 y sobre todo en AUX2. Por otra parte, aunque todas ellas cuentan con ingeniería de producción, departamentos de calidad, de compras y sus propios almacenes, la situación difiere en cuanto a la existencia de otros clientes y proveedores, o en cuanto al diseño, planificación, documentación de producción o medios de transporte propios, entre otros. AUX1 es la más dependiente, mientras que AUX2 y AUX4 son las que tienen menos dependencia.

3.2. Implantación - dependencia - compromiso: relaciones observadas

En primer lugar, la **Figura 2** muestra la relación entre compromiso y dependencia. Una primera conclusión a la vista de los resultados es que el grado de compromiso suele estar por encima del grado

Figura 2. Relación dependencia de la tractora/compromiso de la dirección

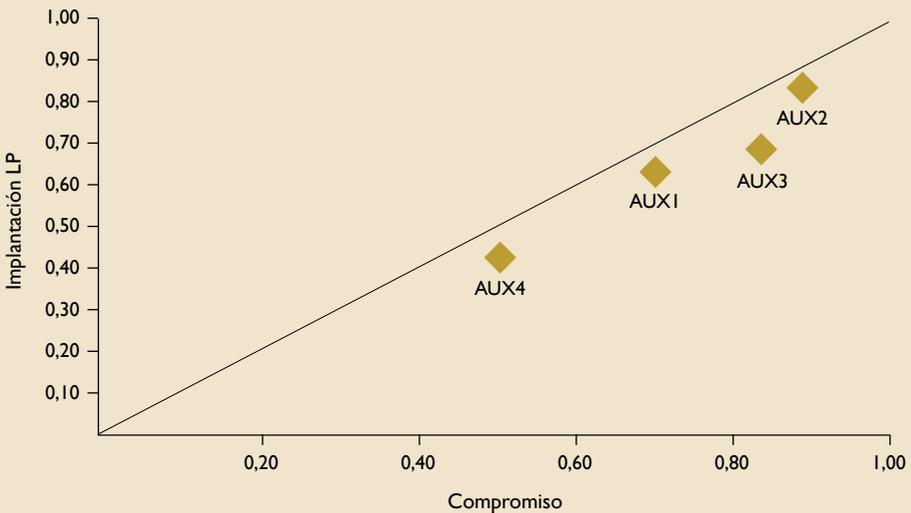


de dependencia y en algún caso, como el de AUX2, muy por encima. Este resultado es interesante, ya que contradice la idea inicial de que el nivel de compromiso estaría relacionado directamente con el grado de dependencia. Parece, pues, que el compromiso de la dirección no puede ser impuesto, sino que responde principalmente a motivaciones intrínsecas.

La **Figura 3** muestra la relación observada entre el compromiso de la dirección y el nivel de implantación de LP. En este caso, y como se postulaba, parece apreciarse una relación directa entre el compromiso de la dirección y el nivel de implantación LP, de manera que a mayor nivel de compromiso, mayor nivel de implantación. Además, el nivel de compromiso está siempre ligeramente por encima del nivel de implantación.

42

Figura 3. Relación compromiso de la dirección/implantación de LP



Por su parte, la **Figura 4** contiene la relación observada entre el nivel de dependencia y el nivel de implantación de LP. Dada la fuerte relación entre compromiso e implantación, no resulta extraña la gran similitud de esta figura con la Figura 4. Cabe destacar que el grado de implantación suele estar por encima del grado de dependencia. Especialmente en el caso de AUX2, que, con una dependencia bastante baja, tiene un elevado grado de implantación.

Figura 4. Relación dependencia de la tractora/implantación de LP

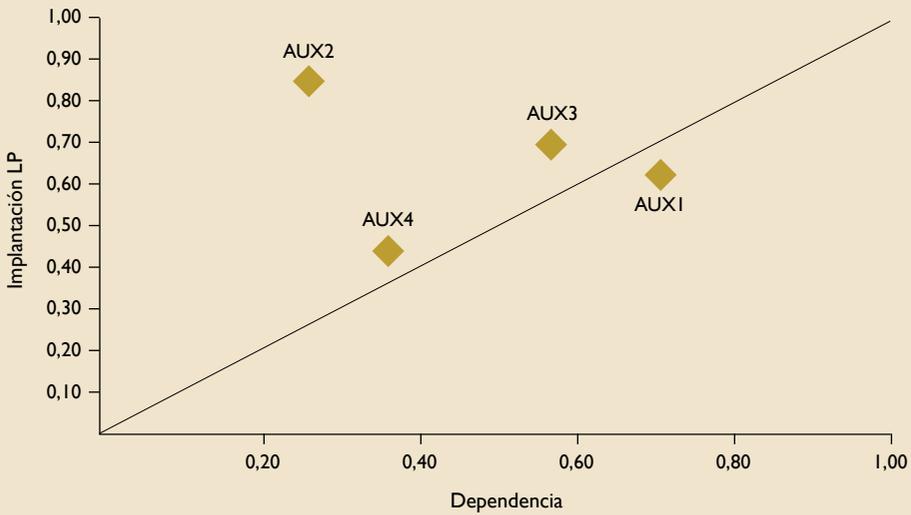
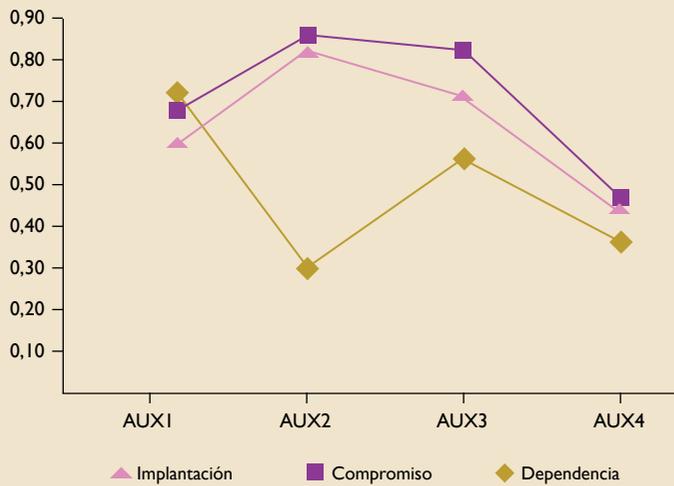


Figura 5. Relación compromiso/dependencia/implantación



Finalmente, se presenta la **Figura 5**, donde se muestran las tres variables conjuntamente y se puede observar claramente el tipo de relación que guardan entre sí, pudiendo afirmarse que la dependencia de los proveedores respecto de AM no muestra una relación

clara con las otras dos variables. Por tanto, la dependencia no es el factor determinante a tener en cuenta en la implantación de LP en el sector, aunque pueda influir en algún caso. En cambio, el grado de compromiso de la dirección sí parece estar claramente relacionado de manera directa con el nivel de implantación de LP.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

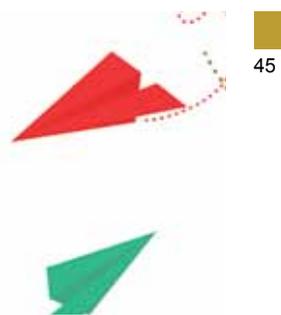
En términos generales, las empresas analizadas han sabido reconocer que el cambio a LP es un paso importante para ser cada vez más competitivas y son conscientes de la importancia que tiene a nivel de gestión y de cultura empresarial. Cada empresa, independientemente del producto que fabrica y del proceso productivo que utiliza, adopta ciertas prácticas y herramientas de LP para mantener o aumentar su ventaja competitiva, y se ha observado que, aún en los casos de menor implantación, el nivel suele estar por encima de los niveles de dependencia respecto de la tractora. No obstante, en términos generales, se aprecia que aún queda mucho camino por recorrer para la implantación de LP en la industria auxiliar.

Por lo que se refiere a las motivaciones de las empresas para la adopción de LP, este estudio ha revelado que la dependencia de la tractora es menos determinante en la implantación de LP que el nivel de compromiso. El grado de dependencia del proveedor respecto de la tractora no muestra una relación positiva tan clara con el grado de implantación y desarrollo de LP. En cambio, hemos podido comprobar cómo la implantación está mucho más fielmente relacionada con el nivel de compromiso de la dirección. En el sector aeronáutico, en el que la facturación de los proveedores llega a ser tan dependiente de su cliente principal, se esperaba que la implantación de LP fuese casi impuesta, e incluso que el nivel de implantación fuese acorde con su grado de dependencia. Esto no es así, y tiene implicaciones claras para la propia AM y su proyecto de extensión de LP a través de su cadena de suministro. Parece claro que la empresa ha de incidir más en fomentar el conocimiento y convencimiento de las bondades del sistema LP, que en la imposición del mismo, aun cuando su posición dominante le permitiría hacerlo.

Por otro lado, para las propias empresas auxiliares, la adopción de LP es aconsejable y puede proporcionarles importantes beneficios. El sistema LP se ha demostrado válido en el sector y proporciona numerosas herramientas y técnicas de gestión que pueden

ayudarles a ser más competitivas. También deberían aprovechar la implantación de LP para aumentar su flexibilidad, lo que unido a una mayor competitividad, les permitiría adentrarse en la senda de la diversificación y la internacionalización. Junto con la consecución de un mayor nivel de independencia, el aumento del grado de internacionalización y del tamaño son cuestiones claves para las auxiliares del sector. Hemos podido comprobar cómo algunas de estas empresas necesitan diversificar sus clientes y proveedores y desarrollar capacidades y medios (en diseño, planificación, calidad o logística) para asegurar su supervivencia y desarrollo futuros, lo que está en línea con los retos que afronta la empresa industrial española en general (Camisón Zornoza, 2007).

Este estudio plantea la necesidad de seguir investigando sobre la implantación de LP en la cadena de suministro del sector aeronáutico. Dado que la implantación está aún en fase muy temprana, queda mucho por conocer. Sería interesante, por ejemplo, conocer los resultados de la implantación de LP para las empresas en particular y para la cadena de suministro globalmente considerada. También sería conveniente analizar más casos y ver la evolución de la implantación en el tiempo.



BIBLIOGRAFÍA

- Alfalla-Luque, R.; Medina-López, C. (2009) "Supply Chain Management: Unheard of in the 1970s, core to today's company", *Business History*, Vol. 51, núm. 2, p. 201-220.
- Alfalla-Luque, R.; Medina López, C.; Schrage, H. (2012) "A study of supply chain integration in the aeronautics sector", *Production Planning and Control*, DOI:10.1080/09537287.2012.666868.
- Airbus Military (2010) "Optimización de la Cadena de Suministro bajo Metodología Lean", Airbus Military.
- Bhuiyan, N.; Baghel, A.; Wilson J. (2006) "A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 55, núm. 8, p. 671-687.
- Camisón Zornoza, C. (2007) "¿Quo vadis la empresa industrial española?: Fortalezas y debilidades ante los factores claves de éxito", *Universia Business Review*, núm. 13, p. 42-61.
- Ciliberti, F.; de Groot, G.; de Haan, J.; Pontrandolfo, P. (2009) "Codes to coordinate supply chains: SMEs' experiences with SA8000", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 14, núm. 2, p. 117-127.
- Crute, V.; Ward, Y.; Brow, S.; Graves, A. (2003) "Implementing Lean in Aerospace, challenging the assumptions and understanding the challenges", *Technovation*, Vol. 23, núm. 12, p. 917-928.
- Fortuny-Santos, J.; Cuatrecasas-Arbós, Ll.; Cuatrecasas-Castellsaques, O.; Olivella-Nadal, J. (2008) "Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales", *Universia Business Review*, núm. 20, p. 28-41.
- Fundación Hélice (2010) "Memoria de Actividades". Sevilla.
- Giddens, J. (2007) "Army Aviation Depot Does an About-Face", *Quality Progress*, Vol. 40, núm. 9, p. 21-25.
- González-Benito, J.; Martínez-Lorente, A.R.; Dale, B.G. (2003) "A study of the purchasing management system with respect to TQM", *Industrial Marketing Management*, Vol. 32, núm. 6, p. 443-454.
- Gunasekaran, A.; Tirtiroglu, E.; Wolstencroft, V. (2002) "An Investigation into the Application of Agile Manufacturing in an Aerospace Company", *Technovation*, Vol. 22, núm. 7, p. 405-415.
- Gurumurthy, A.; Kodali, R. (2009) "Application of Benchmarking for assessing the Lean Manufacturing", *Benchmarking An International Journal*, Vol. 16, núm. 2, p. 274-308.
- IDEA (Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía) (2010) "Informe Estadístico del Sector Aeronáutico Andaluz 2008/2009", Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía.
- Kumar, A.; Ozdamar, L. (2003) "A survey on the implementation of supply chain management techniques in Singapore's health care industry", *Conradi Research Review*, Vol. 2, núm. 2, p. 15-35.
- Kwon, I.-W.G.; Suh, T. (2005) "Trust, commitment and relationships in supply chain management: a path analysis", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 10, núm. 1, p. 26-33.
- Luján-García, D.E.; Garrido-Vega, P.; Domínguez-Machuca, J.A.; Escobar-Pérez, B. (2012) "Operational indicators for the analysis of advanced production practices: TQM, TPM and JIT/LEAN manufacturing. Literature review and proposal", 4th World P&OM Conference, Amsterdam (Holanda).
- Martínez-Jurado, P.; Moyano-Fuentes, J. (2011) "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, p.137-157.
- Mathaisel, D. (2005) "A Lean Architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul enterprise", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 54, núm. 8, p. 623-644.
- Moyano-Fuentes, J.; Sacristán-Díaz, M. (2012) "Learning on Lean. A Review of Thinking and Research", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32, núm. 5, p. 551-582.
- Murman, E.; Allen, T.; Bozdogan, K.; Cutcher-Gershenfeld, J.; McManus, H.; Nightingales, D.; Rebentisch, E.; Shields, T.; Stahl, F.; Walton, M.; Warmkessel, J.; Weiss, S.; Windnall, S.

(2002) *Lean enterprise value: Insights from MIT'S Lean Aerospace Initiative*, Palgrave, New York, NY.

Sanderlands, E. (1994) "Great expectations for lean suppliers", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 24, núm. 3, p. 40-43.

Sanz-Marcos, P. y López-Fernández, P. (2010) "Análisis de la cadena de suministro del sector aeronáutico en 2010", Seminario de Negocio Aeronáutico, Instituto Internacional San Telmo, 22 de septiembre.

Shah, R.; Ward, P.T. (2007) "Defining and developing measuring of Lean Production", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, núm. 4, p. 785-805.

Wu, Y.C. (2003) "Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 23, núm. 11-12, p. 1349-1376.

NOTAS

1. Autora de contacto: Universidad de Sevilla; Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales; Departamento de Economía Financiera y Dirección de Operaciones; Avda. Ramón y Cajal, 1; 41018-Sevilla.; España

2. El término empresa tractora hace referencia a las empresas líderes del sector, aquellas cuya actividad provoca un "efecto de arrastre" sobre las demás de la cadena de suministro. En Andalucía, juegan este papel Airbus Military y Airbus España.

3. En 2010, AM invita a participar en dicho proyecto a una serie de proveedores de primer y segundo nivel de la industria auxiliar. El proyecto tiene como objetivo fundamental la mejora de la calidad, del coste y, sobre todo, de los indicadores de tiempo de entrega. En principio, los proveedores (propietarios y gerentes) de estas industrias auxiliares se adhieren al proyecto al conocer los resultados que obtiene AM, y toman conciencia de que, por extensión, también ellos se beneficiarán. Para su desarrollo, AM asigna un responsable del equipo lean, de entre los miembros de su Organización de *Procurement & Supply Chain*, y cuenta con la colaboración del Instituto Andaluz de Tecnología (IAT).

