

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA ESTRATEGIA DE MANUFACTURA: APLICACIONES EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA*

*William Ariel Sarache Castro***

*Diana María Cárdenas Aguirre****

*Jaime Alberto Giraldo García*****

*José Hernán Parra Sánchez******

* El artículo es el resultado parcial de la investigación *Modelo, procedimientos y soluciones informáticas para elevar el nivel de efectividad de los sistemas de producción de pymes metalmecánicas. Aplicaciones al subsector 381 de la ciudad de Manizales*, que se encuentra inscrito en Colciencias bajo el código 1119-08-17306, avalado por el Contrato 452-2004. El artículo se recibió el 22-02-2007 y se aceptó el 01-06-2007.

** Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central de las Villas, Cuba, 2003; master en Ingeniería Industrial, mención Producción, Universidad Central de las Villas, Cuba, 1999; ingeniero industrial, Universidad de Ibagué, Colombia, 1993. Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
Correo electrónico: wasarache@unal.edu.co.

*** Candidata a doctora en Ciencias Técnicas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), Cuba; especialista en Desarrollo Gerencial, Universidad Autónoma de Manizales, Colombia, 1997; ingeniera industrial, Universidad Nacional de Colombia, 1993. Profesora asistente del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.
Correo electrónico: dmcardenasa@unal.edu.co

**** Candidato a doctor en Ingeniería; Universidad Nacional de Colombia; especialista en Administración de Sistemas Informáticos, Universidad Nacional de Colombia, 1990; ingeniero industrial, Universidad Nacional de Colombia, 1995. Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Correo electrónico: jaiagiraldo@unal.edu.co

***** Master en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia, 2006; especialista en Estadística, Universidad Nacional de Colombia, 1997; contador público, Universidad de Manizales, Colombia, 1986. Profesor Asociado del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Correo electrónico jhparrasa@unal.edu.co

Procedimiento para evaluar la estrategia de manufactura: aplicaciones en la industria metalmecánica

RESUMEN

A partir de la segunda mitad del siglo anterior, el área de operaciones empezó a ser reconocida como estratégica para la competitividad de una organización, sea ésta industrial o de servicios. De allí surge una cuestión fundamental ¿El área de operaciones está sopor-tando realmente el logro de los objetivos de la organización? En las empresas manufactu-reras, las presiones competitivas actuales exigen mayores desempeños en múltiples factores, y esto hace necesario desarrollar una estrategia de manufactura coherente con la estrategia empresarial. Este artículo ex-pone un procedimiento general para evaluar la coherencia estructural de la estrategia de manufactura, tomando en consideración tres elementos principales: las prioridades com-petitivas, los sistemas de producción y las palancas de fabricación. Su aplicación a un conjunto de trece empresas de la industria metalmecánica revela algunas brechas estruc-turales, lo que es especialmente preocupante si se pretende atender mercados de exporta-ción de gran exigencia, y sugiere acciones futuras relacionadas con la búsqueda de nue-vos nichos de mercado que puedan ser aten-didos de manera inmediata, al tiempo que se emprenden proyectos de fortalecimiento de la capacidad competitiva de estas empresas.

Palabras clave: estrategia de manufactura, industria metalmecánica, alineamiento.

Manufacturing Strategy Evaluation Procedure: Metalwork Industry Application

ABSTRACT

As of the second half of the past century, operations areas began to be acknowledged as strategic areas for organizational com-petitiveness, whether the firms were indus-trial companies or service companies. A fundamental question arose from that ac-knowledgement, “Is the operations area re-ally supporting the company in meeting its objectives?” For manufacturing companies, present-day competitive pressures demand multi-factor performance and developing a manufacturing strategy that is coherent with the business strategy becomes a must. This paper presents a general procedure for evaluating the structural coherence of the manufacturing strategy, taking three main elements into consideration: competitive pri-orities, production systems, and manufac-turing gearing. This procedure was given to a set of thirteen companies in the metal-work industry for them to apply. It revealed some structural gaps. That was particu-larly concerning in cases where the com-pany sought to attend highly demanding export markets. The paper suggests future actions related to searching for new mar-ket niches that can be immediately attended and simultaneously undertaking projects to strengthen these companies’ competitive capability.

Key words: Manufacturing strategy, metalwork industry, alignment.

Introducción

Las tendencias económicas mundiales han presionado cada día más a las organizaciones empresariales para que centren sus esfuerzos en la mejora simultánea de un conjunto amplio de factores de desempeño que, necesariamente, llevan a una intervención decidida en el sistema de producción/operaciones, como elemento generador de ventaja competitiva. Esto exige reconocer el carácter estratégico de la función de producción, y potenciar su papel a partir del diseño e implementación de estrategias de fabricación que resulten coherentes con la estrategia empresarial.

Sobre este tema, son ampliamente reconocidos los aportes de Hayes y Wheelwright (1984); Ferdows y De Meyer (1990); Miller, De Meyer y Nakane (1992); Corbett y Wassenhove (1993); Vickery, Dröge y Markland (1993); Ward, Duray, Leong y Sum (1995); Hayes y Pisano (1994); Ward, Leong y Boyer (1994); William, Souza, Rosenfeldt y Kassae (1995); Gianesi (1998); Boyer (1998); Bartezzaghi (1999); Flynn, Schroeder y Flynn (1999); entre otros.

Una primera aproximación al concepto de *estrategia de fabricación* (MS: *Manufacturing Strategy*) la define como un plan a largo plazo para fabricar los productos de la corporación (Schmenner, 1979). Un requisito fundamental es que ésta contribuya al logro de la estrategia de la unidad de negocio y a la estrategia corporativa (Stobaugh y Telesio, 1983; Hayes y Wheelwright, 1984). Para Domínguez Machuca, García, Domínguez Machuca, Ruiz y Álvarez Gil (1995), la estrategia de producción/operaciones debe

servir de guía para el resto del subsistema, a fin de que se faciliten las decisiones tácticas y operativas.

Por su parte, Ibarra Mirón (2003) plantea que la estrategia de fabricación puede entenderse como el patrón subyacente en la secuencia de decisiones que se van a desarrollar a lo largo del tiempo. En este sentido, el funcionamiento exitoso de una empresa manufacturera requiere la aplicación de un procedimiento adecuado que, según Miltenburg (1995), arroje un esquema coherente en tres aspectos fundamentales: (1) las prioridades competitivas, (2) el sistema de producción y (3) las palancas de fabricación.

Para Leong, Snyder y Ward (1990), las prioridades competitivas son un "...conjunto concreto de objetivos o metas para la manufactura" (p. 115). El estado de la cuestión permite constatar la existencia de siete prioridades competitivas básicas en producción: costos, calidad, entregas, flexibilidad, servicio, innovación y responsabilidad ambiental (Dangayach y Deshmukh, 2001). Por su parte, Miltenburg (1995) acuñó la expresión *outputs de fabricación* para referirse a las prioridades competitivas; según este autor, los *outputs de fabricación* son de dos tipos: cualificadores de pedidos y ganadores de pedidos. Los primeros representan aquellos en los cuales el sistema de fabricación debe alcanzar y mantener un desempeño adecuado con respecto a sus competidores; los segundos, aquellos en los cuales debe diferenciarse y volverse imbatible.

El sistema de producción es un subsistema empresarial que recibe insumos como materiales, fuerza de trabajo, energía, informa-

ción, entre otros, y los transforma en bienes y servicios a través del subsistema de conversión (Domínguez Machuca et al., 1995; Cuatrecasas y Casanovas, 1999). Los sistemas de producción se organizan a través de una configuración productiva específica. Las configuraciones genéricas más recurrentes son por proyectos, por procesos y continua (Buffa y Sarín, 1995; Nahmias, 1997).

Existen también las configuraciones híbridas, que buscan conciliar la necesidad de alcanzar altos índices de velocidad y gran eficiencia, a la vez que se mejora la flexibilidad. De éstas, la más generalizada es la configuración celular o células de manufactura (Cheng, Kumar y Motwani, 1995; Doerr y Magazine, 2000). Miltenburg (1995) clasifica los sistemas de manufactura en dos grandes grupos: sistemas tradicionales (*job shop*, flujo en lotes, flujo en línea acompasado por operarios, flujo en línea acompasado por el equipo y flujo continuo) y nuevos sistemas (justo a tiempo y sistemas de manufactura flexible). Cada uno de ellos responde de manera distinta a un conjunto específico de prioridades competitivas.

Las palancas de fabricación representan los subsistemas del sistema productivo (Miltenburg, 1995). Éstas son: recursos humanos, estructura y controles de la organización, fuentes de aprovisionamiento, planificación y control de la producción, tecnología de procesos e instalaciones. Según este autor:

... un ajuste de una palanca de fabricación es un cambio en un subsistema que se hace por decisión de la dirección. Las posiciones

de las seis palancas [...] determinan: el tipo de sistema de producción, la eficacia con la que opera el sistema de producción y los niveles a los que se proveen outputs de fabricación. (Miltenburg, 1995, p. 56)

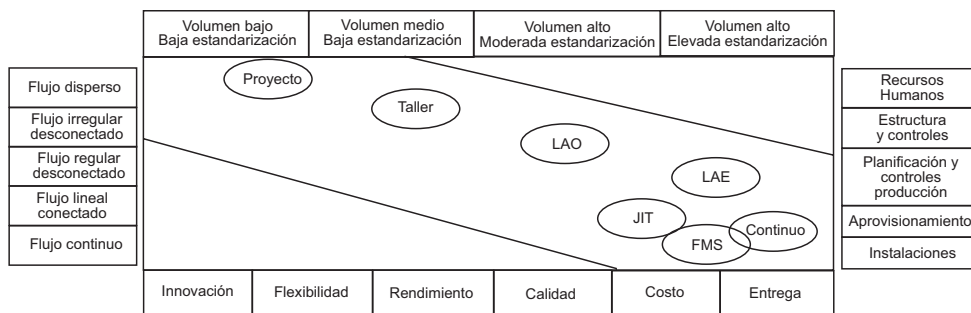
En esencia, el funcionamiento adecuado de un sistema de producción depende del grado de coherencia que éste tenga con las prioridades competitivas que persigue y sus palancas de fabricación.

Esta relación puede evidenciarse en los resultados de un estudio realizado por Da Silveira, que abarcó un total de 183 empresas de 17 países de América, y que le permiten concluir:

Los resultados tienen implicaciones directas en las firmas que intentan aumentar su participación en el mercado. Esas organizaciones deben revisar continuamente su estrategia de manufactura para identificar las prioridades del mercado, estructura de productos, configuración productiva e inversiones que presentan desviaciones de las áreas del negocio. Esta revisión debe estar seguida por acciones que reduzcan la desviación a través de cambios en la configuración de uno o varios aspectos no coincidentes. (2005, p. 672)

Una herramienta gráfica para analizar el grado de coherencia en la tríada *prioridades competitivas-sistema de fabricación-palancas de fabricación* se expone en el Gráfico 1, que propone una herramienta, no sólo para orientar el proceso de diseño del sistema productivo, sino también para realizar su diagnóstico.

Gráfico 1
Relación entre sistemas de producción, *outputs* de fabricación y palancas de fabricación



Fuente: elaboración propia, a partir de las contribuciones de Miltenburg (1995) y Cuatrecasas y Casanovas (2005).

En este sentido, la presente contribución expone los resultados de la aplicación de una metodología general en la industria metal-mecánica de Caldas, para evaluar sistemas de producción a partir de los elementos fundamentales de la tríada prioridades-sistema de producción-palancas (sistema P-S-P), que involucra y mejora los aportes de Miltenburg (1995). Este se constituye en uno de los resultados parciales de la investigación intitulada *Modelo, procedimientos y soluciones informáticas para mejorar el nivel de efectividad de los sistemas de producción de pymes metalmeccánicas. Aplicaciones en el subsector 381 de la ciudad de Manizales*, la cual se encuentra en curso y cuenta con la financiación de Colciencias y la Dirección de Investigaciones (DIMA) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

El artículo está compuesto de tres partes: en la primera de ellas se expone el procedimiento general para evaluar la estrategia de manufactura, y se realiza una descripción

de cada una de las etapas que lo componen. Seguidamente se presenta el procedimiento y los resultados de su aplicación en trece empresas del sector metalmeccánico de la ciudad de Manizales. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de la información obtenida.

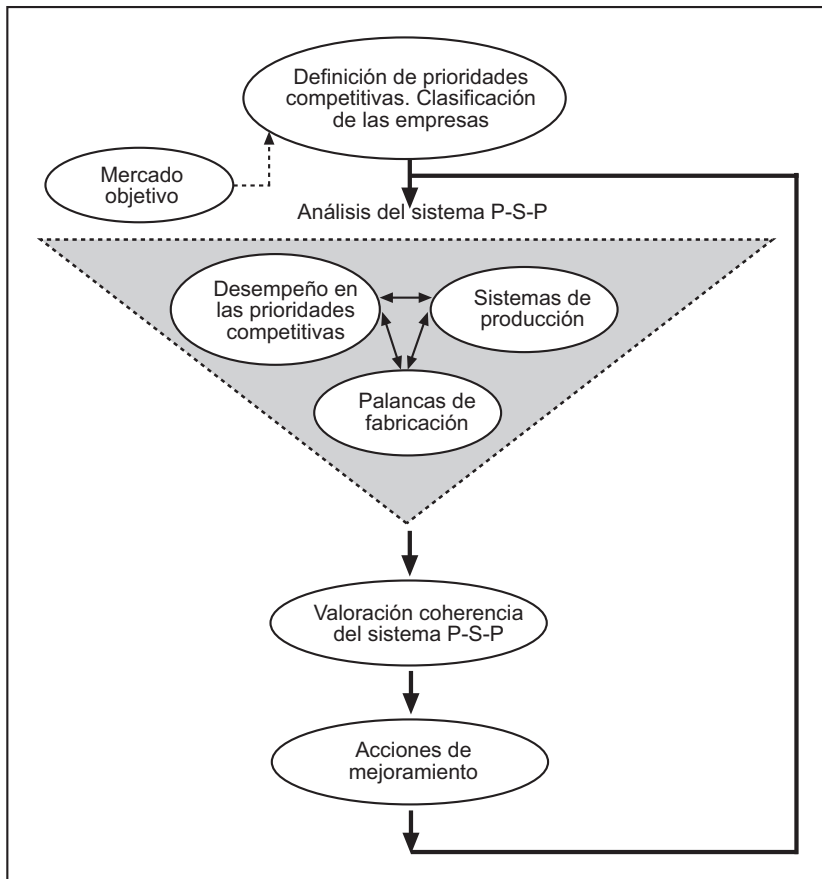
1. Procedimiento general

Con el fin de evaluar los elementos principales de la estrategia de manufactura en las empresas objeto de estudio y de definir las acciones de mejoramiento necesarias, se siguieron las etapas del procedimiento que se exponen en el Gráfico 2.

1.1 Etapa 1: definición de prioridades competitivas. Clasificación de las empresas

El procedimiento del Gráfico 2 puede aplicarse en una empresa o en un conjunto de ellas pertenecientes a un sector empresarial.

Gráfico 2
Procedimiento para la evaluación de la estrategia de manufactura

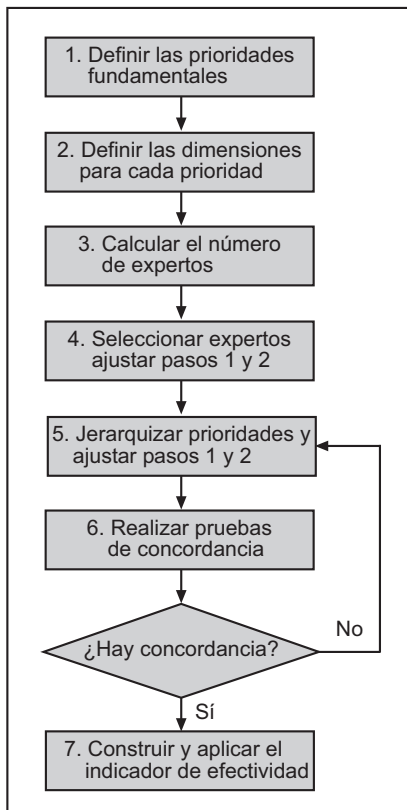


Fuente: elaboración propia.

En este último caso, dado que pueden existir diversos enfoques y tendencias relacionados con las prioridades competitivas o los sistemas de producción que se emplean, es necesario clasificar utilizando técnicas estadísticas. La definición de las prioridades competitivas exige un acercamiento al mercado objetivo; por lo tanto, el conjunto de prioridades y su jerarquía (importancia re-

lativa) la definen los clientes. Para tal fin se propone la aplicación del procedimiento validado por Sarache Castro, Cárdenas Aguirre y Giraldo García (2006), el cual permite, a partir de la aplicación de métodos de expertos y técnicas multicriterio, definir y jerarquizar el conjunto de prioridades competitivas para evaluar para una empresa o grupo de empresas (Gráfico 3).

Gráfico 3
Procedimiento para la selección y la jerarquización de prioridades competitivas



Fuente: Sarache Castro, Cárdenas Aguirre y Giraldo García (2006).

Una vez detectadas las prioridades competitivas, es necesario evaluar el desempeño de las empresas en cada una de ellas y en cada una de sus dimensiones, con el fin de proceder a clasificarlas en función de sus tendencias. El análisis de *clusters* ofrece una herramienta útil de clasificación, pues permite agrupar las empresas en conglomerados con características más o menos homogéneas y, por lo tanto, enfocar el estudio en un conjunto más representativo y menos disperso.

1.2 Etapa 2: análisis del sistema P-S-P

La Etapa 2 consiste en evaluar de manera integral las prioridades competitivas (P), el sistema de producción (S) y las palancas de fabricación (P) de la empresa o empresas objeto de estudio. Una descripción del subprocedimiento que se debe seguir es la siguiente:

1.2.1 Desempeño en las prioridades competitivas

En esta parte del diagnóstico, y como paso final del procedimiento expuesto en el Gráfico 2, se mide el desempeño de las empresas en las prioridades competitivas y en cada una de sus dimensiones; así mismo, cuantificar el desempeño (*indicador de efectividad*: IE_i) de la empresa o conjunto de empresas, utilizando escalas de valoración, resulta bastante útil. Para tal fin, se propone la aplicación de la expresión 1.

$$IE_i = \left[\sum_{j=1}^n W_{ij} \left(\sum_{k=1}^l W_{ijk} \cdot C_{ijk} \right) \right] \quad (1)$$

Donde:

IE_i : indicador de efectividad que alcanza una empresa i .

W_{ij} : peso de la prioridad competitiva j en la empresa i .

W_{ijk} : peso de la dimensión k en la prioridad j para la empresa i .

C_{ijk} : calificación obtenida por la dimensión k , en la prioridad j , para la empresa i .

1.2.2 Sistemas de producción

De acuerdo con la taxonomía de Miltenburg (1995), en esta etapa se procede a identificar el tipo de sistema de producción que la empresa o empresas en estudio aplican. En este caso, la matriz del Gráfico 1 resulta útil para detectar las características relevantes en términos de flexibilidad y productividad que ofrece el sistema empleado. Sin embargo, es necesario profundizar el análisis mediante el diseño y aplicación de instrumentos de recolección de datos y construcción de indicadores.

1.2.3 Palancas de fabricación

La evaluación de las seis palancas de fabricación es un complemento sumamente importante en el proceso de diagnóstico, pues complementa la valoración total del sistema P-S-P. Al igual que en el paso anterior, la evaluación de las palancas requiere aplicar procedimientos de recolección y procesamiento estadístico de datos. En este caso, también se pueden aplicar procedimientos e indicadores específicos de diagnóstico para cada palanca.

1.3 Etapa 3: valoración de la coherencia del sistema P-S-P

Una vez se hayan estudiado con detalle los elementos del sistema P-S-P, es necesario analizar su coherencia estructural; es decir, qué tan alineados están el sistema de producción y sus palancas con las prioridades competitivas. Por ejemplo, si las prioridades competitivas más importantes son el precio y el plazo, el sistema de producción y las palancas deberán estar orientados hacia el logro de tales objetivos. En este caso, un sistema de producción tipo *job-shop* y una gestión logística y de aprovisionamiento débil serían incoherentes con las mencionadas prioridades. Para esta etapa, la aplicación del modelo propuesto en el Gráfico 1 resulta muy provechosa, pues permite visualizar esquemáticamente la coherencia del sistema.

1.4 Etapa 4: acciones de mejoramiento

Las acciones de mejoramiento deben estar orientadas en función de la brecha existente

entre las prioridades competitivas y el desempeño de las empresas objeto de estudio. En este caso, dos decisiones estratégicas deben ser valoradas:

- La adopción de un nuevo sistema de producción o la mejora del existente. En el primer caso, se estaría ante un proceso de reingeniería total, el cual podría ser riesgoso y costoso, pero tal vez necesario. En el segundo caso, se estaría ante un proyecto de mejora continua. Ninguna es mejor que la otra; todo depende de la brecha o atraso tecnológico de la empresa frente al mercado y sus competidores.
- El ajuste de las palancas de fabricación. Esta decisión implica revisar el desempeño de la empresa en las seis palancas y el diseño de los proyectos de mejora orientados a su ajuste, para lograr la necesaria coherencia con el sistema de producción deseado y con las prioridades competitivas que se persigan.

2. Caso de aplicación: pymes metalmeccánicas de Caldas

Con el fin de exponer la aplicación práctica de la metodología descrita, a continuación se presentan los resultados de su aplicación en un conjunto de empresas metalmeccánicas del Departamento de Caldas.

2.1 Etapa 1: definición de prioridades competitivas. Clasificación de las empresas objeto de estudio

En esta etapa se procedió de la siguiente manera: se definieron las prioridades com-

petitivas y se clasificaron las empresas objeto de estudio.

2.1.1 Definición de prioridades competitivas

El mercado objetivo para el caso en estudio, teniendo en cuenta las tendencias económicas actuales, fue el de Estados Unidos. Los expertos que participaron en esta etapa del estudio fueron profesionales conocedores del comercio internacional en el sector metalmeccánico. Los resultados obtenidos, a partir del procedimiento del Gráfico 3, se exponen en el Cuadro 1.

Los resultados del Cuadro 1 evidencian lo siguiente: los clientes del mercado objetivo valoran como prioridades más importantes la calidad, la entrega y el precio (costo). Al ser el precio la tercera prioridad en el orden de importancia, no quiere decir que ofrecer un precio bajo no sea importante; mejor debe interpretarse de manera similar a lo que sucede en el contexto empresarial de otros sectores industriales: el costo hoy en día no es más que una premisa competitiva. Por otro lado, y desde el punto de vista de las dimensiones de las dos prioridades más relevantes, claramente se destaca la importancia relativa del plazo, la fiabilidad en la entrega, la calidad de concordancia y la calidad de concepción.

Lo anterior, para el sector industrial en estudio, puede interpretarse de la siguiente manera: el mercado exige: (1) máxima calidad, representada en productos cuyo diseño sea altamente concordante con las especificaciones del cliente; (2) cortos plazos de entrega desde que una orden es emi-

Cuadro 1

Prioridades competitivas para las empresas en estudio. Dimensiones y ponderación

Prioridad (j)	W_j	Dimensiones (D_{jk})	W_{jk}
1. Precio	0,18	Sin componentes	
2. Calidad	0,26	D_{21} : calidad de concepción	0,31
		D_{22} : calidad de concordancia	0,34
		D_{23} : durabilidad del producto	0,24
		D_{24} : fiabilidad del producto	0,13
3. Entrega	0,22	D_{31} : plazo	0,46
		D_{32} : fiabilidad en la entrega	0,35
		D_{33} : información oportuna sobre el estado de avance de los pedidos	0,19
4. Flexibilidad	0,09	D_{41} : flexibilidad en el tamaño de lote	0,19
		D_{42} : flexibilidad ante cambios imprevistos	0,39
		D_{43} : flexibilidad en productos	0,42
5. Servicio	0,15	D_{51} : agilidad para responder a la solicitud de cotización del cliente	0,35
		D_{52} : garantía y servicio posventa	0,31
		D_{53} : facilidades para realizar devolución	0,16
		D_{54} : manejo diferenciado de los clientes	0,19
6. Innovación	0,11	D_{61} : diseño e introducción rápida de nuevos productos	0,63
		D_{62} : desarrollo productos altamente diferenciados en el mercado	0,37

Fuente: elaboración propia.

tida por el cliente hasta cuando la mercancía llega a sus instalaciones, y (3) entregas fiables, representadas en cumplimiento de pedidos en la fecha pactada, en la cantidad pactada, en el lugar pactado y sin errores de documentación.

2.1.2 Clasificación de las empresas objeto de estudio

El procedimiento empleado fue el siguiente: (1) detección del universo, (2) cálculo del tamaño de muestra y selección de las empresas, (3) construcción del instrumento de recolección de datos y aplicación en las empresas de la muestra y (4) análisis estadístico de datos:

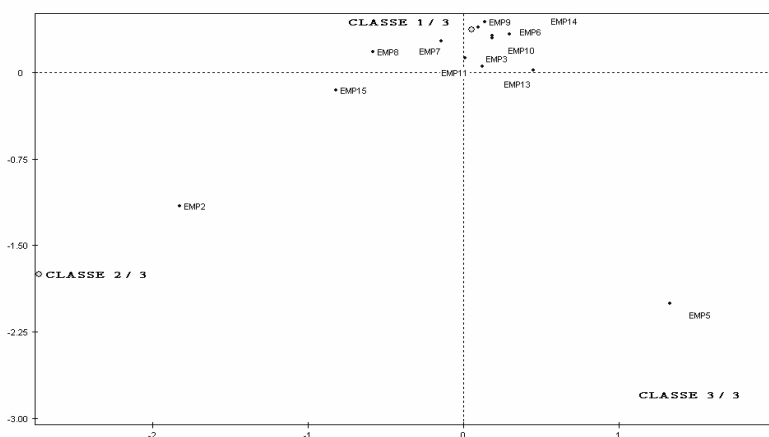
- *Detección del universo.* Se revisaron y contrastaron los listados de la Cámara de Comercio, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), la Asociación Colombiana de Pequeños Industriales (Acopi) y la Asociación Nacional de Industriales (ANDI), con el fin de depurar el universo real de las empresas que se iban a estudiar. En total se detectaron 23 empresas.
- *Cálculo del tamaño de muestra y selección de las empresas.* Por medio de procedimientos estadísticos se calculó una muestra de quince empresas.
- *Construcción del instrumento de recolección de datos y aplicación en las empresas de la muestra.* Se diseñó una

encuesta estructurada en 75 preguntas y se aplicó a las 15 empresas objeto de estudio.

- *Análisis estadístico de datos.* A partir de los resultados obtenidos, el análisis

de *clusters* permitió construir un perfil y una caracterización de las empresas estudiadas desde el punto de vista de sus prioridades competitivas. El Gráfico 4 expone el plano de individuos, para las prioridades competitivas.

Gráfico 4
Plano de individuos para las prioridades competitivas



Fuente: elaboración propia

Con base en el análisis anterior, se detectaron tres clases principales:

Clase I. En esta agrupación se encuentran las empresas 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15; es decir 13 de las 15 empresas estudiadas, lo cual representa el 86,7% de la población en estudio.

Clase II. Conformada únicamente por la empresa 2, debido a que ésta posee ciertas características muy disímiles al resto de la población estudiada, con relación a sus prioridades competitivas.

Clase III. A esta clase pertenece la empresa 5, la cual ostenta rasgos completamente diferentes, a las clases I y II.

Dado el nivel de representatividad de la Clase I, el estudio se concentró en el grupo de empresas que la conforman. Una descripción general del perfil de las 13 empresas de esta clase, según la información que suministraron, se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2
Valoración de objetivos para la manufactura por parte de las empresas de la Clase I

Objetivo	Importancia				
	1	2	3	4	5
Minimizar el costo unitario de producto		1	2	3	7
Ofrecer productos basados en las características requeridas por los clientes			4	9	
Garantizar cumplimiento de especificaciones de diseño			3	2	8
Proporcionar productos de alta fiabilidad				4	9
Proveer plazos cortos de entrega	1	2	2	8	
Maximizar entregas en tiempo y cantidad pactados			1	3	9
Facilitar entregas de órdenes en diferentes tamaños			4	3	6
Facilitar la adaptación ante cambios inesperados			2	3	8
Mantener una amplia gama de productos	1	4	5	3	
Fabricar productos a la medida del cliente				6	7
Mantener constante introducción de nuevos productos			5	4	4
Minimizar tiempos de respuesta ante solicitudes y cotizaciones			1	3	9
Proveer un excelente servicio posventa y garantía			2	3	8
Facilitar la devolución de productos ante insatisfacciones del cliente				4	9
Procurar información constante de diseño y estado de pedidos				4	9
Facilitar la acción de cada segmento de mercado			4	4	5
Ofrecer productos altamente diferenciados				7	6
Incrementar la responsabilidad social de la empresa				2	11

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del Cuadro 2 exponen claramente que las empresas estudiadas, según el concepto de los gerentes entrevistados, valoran con la máxima importancia la mayoría de los ítems propuestos; es decir, los gerentes reconocen que deben hacer grandes esfuerzos en múltiples prioridades, pero no jerarquizan una o un grupo en especial, pues prácticamente todo lo consideran importante. Esta situación no es criticable: al parecer los gerentes perciben altas exigencias en muchas dimensiones competitivas; sin embargo, es claro que no tienen una estrategia definida que oriente y jerarquice las prioridades competitivas y sus dimensiones clave.

2.2 Etapa 2: análisis del sistema P-S-P

Los resultados obtenidos a partir del desempeño en las prioridades competitivas, de los sistemas de producción y de las palancas de fabricación fueron los siguientes.

2.2.1 Desempeño en las prioridades competitivas

Los resultados del Cuadro 3 permiten valorar, en una escala de cinco niveles, el grado de acercamiento de las empresas de la Clase I a las exigencias del mercado; es decir, su nivel de efectividad integral en las seis

prioridades competitivas inmersas en el indicador de efectividad IE_i . El Cuadro 3 también permite visualizar de manera detallada el desempeño en las tres prioridades más relevantes y sus dimensiones. Las filas resaltadas con gris permiten observar la calificación promedio en las dimensiones más relevantes.

Preocupa el bajo resultado en la dimensión D_{21} (calidad de concepción) y muy bajo en la dimensión D_{33} (información oportuna sobre el estado de avance de los pedidos), lo cual sugiere debilidades en el sistema de calidad y en los sistemas de programación y control de la producción. En relación con las dimensiones D_{22} , D_{31} y D_{32} el desempeño se valora como medio. De las 17 dimensiones evaluadas (incluido el precio como prioridad competitiva unidimensional), en 5 de ellas el desempeño es bajo; en 8 el desempeño, medio, y en 4, alto.

2.2.2 *Sistemas de producción*

De acuerdo con los datos suministrados por las empresas y con las observaciones realizadas en sus plantas de producción, se estableció el tipo de configuración productiva que se aplica en cada una de ellas. El Cuadro 4 presenta un resumen de dicha información.

Como se expone en el Cuadro 4, el 64,53% (8/13) de las empresas de la Clase I posee sistemas tipo *Job Shop* (JS), el cual se constituye como sistema dominante. Este sistema, según la matriz del Gráfico 1, es recomendable en situaciones donde la variedad es alta y el tamaño de los lotes o pedidos (volumen) es muy bajo. El 35,47%

(5/13) posee sistemas en línea (LAE-LAO). Estos últimos sistemas se ajustan a situaciones de muy baja variedad (pocos productos) y pedidos grandes (alto volumen).

2.2.3 *Palancas de fabricación*

El resultado del procesamiento de la información suministrada permite resumir las particularidades que se exponen en el Cuadro 5.

Cuadro 3
Indicador de efectividad IE_i para las empresas de la Clase I

J		Calificación del nivel de efectividad en las empresas de la clase I															Desempeño			
Wj	Djk	Wjk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio		
1	0,18		3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	5	4	3	2	3,2	Medio	
		D ₂₁	2	3	3	1	4	2	2	2	2	2	2	2	3	1	5	3	2,5	Bajo
		D ₂₂	5	5	5	1	5	1	5	5	5	5	5	5	2	5	2	2	3,9	Medio
2	0,26	D ₂₃	5	3	3	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4,2	Alto	
		D ₂₄	5	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	5	5	4	5	4,2	Alto	
		D ₃₁	1	3	3	2	1	1	4	5	5	4	5	5	4	4	5	3,2	Medio	
		D ₃₂	1	3	5	2	2	3	2	4	4	4	5	5	4	3	4	5	3,5	Medio
3	0,22	D ₃₃	5	1	2	1	1	1	1	3	1	4	4	4	1	1	1	2,0	Muy bajo	
		D ₄₁	2	4	5	3	2	4	5	4	4	5	4	4	1	2	5	4	3,5	Medio
		D ₄₂	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4,4	Alto
4	0,09	D ₄₃	4	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	2	2,8	Bajo
		D ₅₁	2	3	2	1	1	3	2	4	4	2	4	4	3	1	5	3	2,6	Bajo
		D ₅₂	2	5	5	3	5	5	2	5	4	5	4	4	5	2	5	2	3,8	Medio
		D ₅₃	5	4	5	4	5	3	5	5	3	5	5	4	3	5	5	5	4,5	Alto
5	0,15	D ₅₄	5	5	2	2	2	5	1	3	4	4	4	4	5	2	4	2	3,4	Medio
		D ₆₁	5	3	3	2	2	5	3	3	5	3	3	3	3	1	4	4	3,2	Medio
		D ₆₂	4	4	1	1	4	1	3	1	4	1	3	1	3	4	4	2	2,5	Bajo
		IE_i	3,5	3,9	3,8	2,7	3,4	3,1	4,1	4,5	4,3	4,3	4,2	4,2	3,7	4,9	3,6			

Nota: se resaltan con gris las dimensiones que corresponden a las tres prioridades más importantes.
 Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4
Configuraciones productivas de las empresas de la Clase I

Empresas de la Clase I	Sistemas de producción										Relación producto-volumen (P-V) según información de la empresa
	P	JS	FL	LAO	LAE	C	JIT	FMS			
1					X						Variedad media, volumen medio
3		X									Variedad baja, volumen medio alto
4					X						Variedad alta, volumen bajo
6		X									Variedad alta, volumen alto
7					X						Variedad alta, volumen alto
8		X									Variedad alta, volumen bajo
9		X									Variedad alta, volumen bajo
10		X									Variedad alta, volumen bajo
11								X			Variedad alta, volumen bajo
12				X							Variedad baja, volumen medio alto
13		X									Variedad alta, volumen medio alto
14		X									Variedad alta, volumen bajo
15		X									Variedad alta, volumen medio

P: por proyecto; JS: *Job Shop*; FL: flujo en línea; LAO: línea acompañada por el operario; LAE: línea acompañada por la maquinaria; C: continuo; JIT: justo a tiempo; FMS: sistema de manufactura flexible.
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5
Caracterización general de las palancas de fabricación de las empresas de la Clase I

Palanca de fabricación	Valoración a partir de datos del estudio
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • La participación del grupo familiar en los cargos directivos es alta • La concentración de los cargos en el área de producción es alta, pero en labores operativas • La mayor parte de los directivos posee formación profesional • La mayor parte de las empresas no posee programas de capacitación e incentivos • El perfil de los operarios de producción es de alta polivalencia, eficiencia media
Estructura y controles de la organización	<ul style="list-style-type: none"> • La estructura jerárquica es de máximo dos niveles; los sistemas de información son poco fiables • El 69,23% no posee sistemas de calidad certificados • El 61,5% no posee indicadores de control
Aprovisionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • El 46,15% percibe la logística como una actividad meramente operativa • El 100% de las empresas no aplica algún tipo de tecnología moderna para la gestión de abastecimientos • La poca integración de procesos con proveedores es evidente • La relación con los proveedores se reduce a meras transacciones • El poco uso de alianzas estratégicas es parte del funcionamiento
Planificación y control de la producción	<ul style="list-style-type: none"> • La planeación está centrada en el corto plazo; hay ausencia casi total de planeación en los ámbitos estratégico y táctico • Los sistemas de control y de rastreo de pedidos son manuales • El 84,6% no aplica herramientas informáticas para la gestión de producción y logística • La dificultad para calcular y planear la capacidad existe
Tecnología de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • El 61,5% de la empresas posee maquinaria de uso totalmente manual • El resto posee algunas máquinas con dispositivos automáticos • La maquinaria es de uso general • La configuración en <i>job shop</i> es el sistema dominante. El mantenimiento es principalmente correctivo • El desconocimiento de tecnologías como el SMED o el TPM es visible
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Las instalaciones no son adecuadas ni responden a las necesidades reales de la planta • La mayor parte de las empresas se han acomodado a un edificio existente o su crecimiento se ha dado limitado a la disponibilidad de espacio

Fuente: elaboración propia.

2.3 Etapa 3: valoración de la coherencia del sistema P-S-P

Evidentemente, las empresas objeto de estudio se enfrentarían a un mercado objetivo de alta exigencia. Tomando en consideración los resultados del análisis y la jerarquización de las prioridades competitivas, es claro el esfuerzo multidimensional que deben hacer las empresas metalmeccánicas. En este sentido, desempeños favorables en precio, calidad y entregas son de obligatorio cumplimiento.

También es necesario que se trabaje en el alcance de resultados menos exigentes, pero no despreciables en flexibilidad, servicio e innovación, pues estos últimos pueden ir en ascenso en un futuro cercano. En este sentido, una valoración de las empresas como un conjunto deja en evidencia los siguientes problemas:

- El sistema de fabricación dominante es el *Job Shop*. Al observar el planteamiento del Gráfico 1, éste indica que un sistema *Job Shop* no ofrece buenos resultados en las tres prioridades competitivas más importantes. El sistema LAE, segundo en dominancia, aunque presenta buenos resultados en precio, calidad y plazo, no es el más completo para enfrentar las prioridades emergentes. Dicho gráfico sugiere que un sistema híbrido como el *justo a tiempo* puede ser más robusto para enfrentar las exigencias del mercado. No obstante, este sistema exige arreglos estrictos en las palancas de fabricación.
- El análisis de palancas demuestra grandes debilidades en la mayoría de ellas;

preocupa el atraso tecnológico en materia de sistemas de información, en uso de metodologías de planeación y control adecuadas y en una gestión logística y de producción centrada en actividades operativas. Las prácticas de calidad y mantenimiento también se presentan en situación de atraso.

Con base en los resultados, se percibe que en la actualidad no hay una buena alineación en el sistema P-S-P, lo cual inevitablemente generará problemas para enfrentar el mercado objetivo. Dicha situación se puede explicar, sobre todo, desde las debilidades gerenciales de las empresas en estudio, las cuales poco se orientan hacia la planeación estratégica, con un notorio descuido en la función de producción y de logística. Se repite, en este caso, uno de los problemas más complejos en las pymes colombianas.

El solo hecho de que los gerentes perciban como igualmente importantes el conjunto total de prioridades y sus dimensiones contrasta con la visión del mercado objetivo, que exige máximo desempeño en solo tres (precio, calidad y plazo), y entre éstos, desempeño diferenciado en sus dimensiones internas. Dicha situación permite observar de forma clara el desconocimiento que se tiene de un mercado objetivo estratégico como el estudiado y la falta de proyección estratégica en la función de producción.

Por su parte, y como resultado de lo anterior, era obvio encontrar sistemas dominantes como el *Job Shop*, que no responden a las exigencias del mercado. Lo que sucede en la mayoría de empresas del sector es que adoptan la configuración productiva más

“cómoda” o más “lógica” para la instalación, pero se desconoce la tecnología de fabricación que le subyace. Todo esto, por supuesto, se corrobora en sus palancas de fabricación, que a las claras se expone como un conjunto no armónico de subsistemas que responde a un crecimiento no planeado y que deja a las empresas estudiadas lejos del sistema requerido para mejorar su desempeño competitivo.

Resulta un tanto extraño, en este punto, el alto desempeño alcanzado por las empresas 10 y 14 (véase Cuadro 3). Esta situación se explica porque la valoración se hizo a manera de autoevaluación; sin embargo, el análisis detallado de las palancas y demás aspectos del estudio se hizo mediante encuesta y observación directa. De hecho, un sistema *Job Shop* como el que poseen las dos empresas en mención (véase Cuadro 4) difícilmente les permite alcanzar el desempeño que registraron en su autoevaluación; el análisis individual de sus palancas de fabricación corrobora esta afirmación.

2.4 Etapa 4: acciones de mejoramiento

Aunque hasta aquí el análisis se ha presentado como una visión de conjunto, es claro, según se indica en los resultados del Cuadro 3, que el desempeño en cada empresa es distinto; por lo tanto, la brecha y el camino que se debe seguir para mejorar, en cada caso, debe ser analizado por separado. No obstante, se perciben dos grades situaciones:

En primer lugar, un conjunto de empresas cuya calificación es media y adopta un sistema de fabricación *Job Shop*. En éstas es necesario emprender un proyecto muy com-

pleto que permita ajustar el conjunto de palancas de manera drástica. El sistema más recomendable es el *justo a tiempo*, en todos los casos; sin embargo, su implementación requiere un profundo conocimiento de la filosofía de gestión que le subyace y un amplio conocimiento en ingeniería de la producción. Esto necesita tiempo y puede ser costoso.

En segundo lugar, existe otro de grupo de empresas cuyo desempeño fluctúa entre medio y alto en diversas dimensiones. En este caso, la brecha tecnológica hacia el sistema deseado es menor y los ajustes de palancas son menos drásticos. La mejora continua puede ser una buena solución. Sin embargo, también se requiere preparación y un conjunto de proyectos definidos para tal fin.

En cualquiera de los dos casos es necesario recordar que el mercado objetivo es de alta exigencia. Seguramente para algunas empresas resulte más ventajoso enfocarse en mercados nacionales o en mercados de exportación de menor exigencia en el contexto latinoamericano o andino. De cualquier forma, esta es una decisión estratégica que obliga a mirar en su conjunto el sistema P-S-P.

Conclusiones y recomendaciones

Las tendencias macroeconómicas, resultado de los procesos actuales de globalización, imponen a las organizaciones empresariales un conjunto amplio de prioridades competitivas que las obligan a mejorar de manera simultánea en sus diversas funciones gerenciales. En este sentido, las diversas publicaciones en torno a la función de producción/operaciones han enfatizado y demostrado,

en amplia variedad de casos, la importancia estratégica que la manufactura puede alcanzar en mercados de alta exigencia.

En el caso de las empresas metalmeccánicas que orienten sus operaciones hacia el mercado estadounidense, seis prioridades competitivas deben ser tomadas en consideración, en el siguiente orden jerárquico: calidad, entrega, precio, servicio, innovación y flexibilidad. De éstas se perfilan como criterios de mayor importancia las tres primeras. En cuanto a las dimensiones de mayor exigencia, la calidad de concordancia, el plazo y la flexibilidad para el diseño e introducción de nuevos productos son condiciones importantes para competir.

Indiscutiblemente, y de acuerdo con el planteamiento de matriz producto-volumen, *layout*-flujo, el único sistema de producción capaz de lograr un desempeño simultáneo en las seis prioridades competitivas mencionadas es el *justo a tiempo*. El análisis de las empresas objeto de estudio, desde la óptica del sistema P-S-P, demuestra que no hay coherencia estructural entre las exigencias del mercado, el sistema de producción adoptado y la organización de las palancas de fabricación.

Dicha situación refleja la ausencia de enfoque estratégico para la manufactura en las empresas metalmeccánicas estudiadas; seguramente un estudio en las demás funciones gerenciales podría reflejar resultados similares. El análisis individual de cada una de ellas permite observar en algunos casos la adopción o la aproximación a buenas prácticas de producción; sin embargo, no es una situación constante a nivel del sector.

Por otro lado, y desde el punto de vista de los sistemas de producción adoptados y de las palancas de fabricación, es preocupante la situación encontrada, en el contexto de un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos. Es evidente el notorio atraso tecnológico en materia de gestión de la producción y de logística. Prácticamente, el conjunto de tecnologías y procedimientos existentes, en el estado de la cuestión y de la práctica, es desconocido para las empresas evaluadas.

Esto no quiere decir, de manera alguna, que las empresas metalmeccánicas de Caldas no sean competitivas actualmente. Lo que se quiere decir es que, para entrar al mercado de Estados Unidos, deberán iniciar proyectos de mejoramiento que permitan un ajuste drástico en sus palancas, de tal manera que puedan transitar de forma adecuada hacia un sistema de producción de mayor desempeño.

Sin embargo, dentro del análisis estratégico, también existe la posibilidad de que no se le apunte a dicho mercado, sino a uno de menores exigencias, que les permita enfocarse en un conjunto de prioridades más reducido, para nichos de mercado más definidos. En cualquier caso, el procedimiento general para la evaluación de la estrategia de manufactura y el procedimiento para la selección y jerarquización de prioridades competitivas (gráficos 2 y 3) permiten establecer el conjunto de acciones necesarias para orientar la estrategia del sistema de producción. Es decir, sea cual sea la decisión y el mercado objetivo, es necesario estructurar en la manufactura una estrategia coherente con la estrategia de la empresa y con las limitaciones de recursos.

Lista de referencias

- Bartezzaghi, E. (1999). The evolutions of production models: Is a new paradigm emerging? *International Journal of Operations & Production Management*, 19 (2), 229-250.
- Boyer, K. K. (1998). Longitudinal linkages between intended and realized operations strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 18 (4), 356-373.
- Buffa, E. y Sarin, R. (1995). *Administración de la producción y de las operaciones*. México: Limusa.
- Cheng, C. H., Kumar, A. and Motwani, J. (1995). A comparative examination of selected cellular manufacturing clustering algorithms. *International Journal of Operations and Production Management*, 15 (2), 86-97.
- Corbett, C. and Wassenhove, L. V. (1993). Trade-offs? What trade-offs? Competence and competitiveness in manufacturing strategy. *California Management Review*, 35, 107.
- Cuatrecasas, L. (1999). Gestión de la producción: aspectos estratégicos. En J. L. Álvarez y J. M. Amat (Eds), *Lo que se aprende en los mejores MBA* (pp. 307-356). Barcelona: Gestión 2000.
- y Casanovas, A. (2005, 8 y 9 de septiembre). *Metodología para el diseño estratégico de la cadena de suministro. Lean Management en el Supply Chain Management*. Ponencia presentada al IX Congreso de Ingeniería de la Organización, Gijón, España. Recuperado el 4 de julio de 2006, de <http://cio2005.uniovi.es/cio2005/VerDocumento.do?id=99&tipo=resumen>
- Da Silveira, G. (2005). Market priorities, manufacturing configuration and business performance: An empirical analysis of the order-winner framework. *Journal of Operations Management* (23), 662-675.
- Dangayach, G. S. and Deshmukh, S. G. (2001). Manufacturing strategy: Literature review and some issues. *International Journal of Operation & Production Management*, 21 (7), 884-932.
- Doerr, K. and Magazine, M. J. (2000). Design, coordination and control of hybrid factories: Research issues from an exploratory field study. *International Journal of Operations and Production Management*, 20 (1), 85-102.
- Domínguez Machuca, J. A., García, S., Domínguez Machuca, M. A., Ruiz, A. y Álvarez Gil, M. J. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos estratégicos*. Madrid: McGraw-Hill.
- Ferdows, K. and De Meyer, A. (1990). Lasting improvements in manufacturing performance: In search of a new theory. *Journal of Operations Management*, 9 (2), 168-184.
- Flynn, B. B., Schroeder, R. G. and Flynn, E. J. (1999). World-class manufacturing: An investigation of Hayes and Wheelwright's Foundation. *Journal of Operations Management*, 17 (3), 249-269.
- Gianesi, I. G. N. (1998). Implementing manufacturing strategy through strategy production planning. *International J. of Operations & Production Management*, 18 (3), 286-299.
- Hayes, R. H. and Pisano, G. P. (1994). Beyond world-class: The new manufacturing strategy. *Harvard Business Review*, 56, 77-86.

- Hayes, R. H. and Wheelwright, S. C. (1984). *Restoring our competitive edge*. New York: John Wiley and Son.
- Ibarra Mirón, S. (2003). *Modelo y procedimientos para el análisis y proyección competitiva de unidades estratégicas de fabricación en empresas manufactureras cubanas*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Leong, G. K., Snyder, D. L. and Ward, P. T. (1990). Research in the process and content of manufacturing strategy. *Omega International J. of Management Science*, 18 (2), 109-122.
- Miller, J. G., De Meyer, A. and Nakane, J. (1992). *Benchmarking global manufacturing*. Chicago: Irwin.
- Miltenburg, J. (1995). *Manufacturing strategy*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Nahmias, S. (1997). *Production and operations analysis* (3rd. Ed.). Chicago: Irwin.
- Sarache Castro, W., Cárdenas Aguirre, D. M. y Giraldo, J. A. (2006). Procedimiento para la definición y jerarquización de prioridades competitivas de fabricación: aplicaciones en la industria metalmeccánica. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 7 (2), 84-91.
- Schmenner, R. W. (1979). Look beyond the obvious in plant location. *Harvard Business Review*, enero-febrero, 126-132.
- Stobaugh, R. and Telesio, P. (1983). Match manufacturing policies and product strategy. *Harvard Business Review*, 61 (2), 113-120.
- Vickery, S. K., Dröge, C. and Markland, R. E. (1993). Production competence and business strategy: Do they affect business performance? *Decision Sciences*, 24 (2), 435-455.
- Ward, P. T., Duray, R., Leong, G. K. and Sum, C. (1995). Business environment, operations strategy, and performance: An empirical study of Singapore manufacturers. *Journal of Operations Management*, 13 (2), 99-115.
- Ward, P. T., Leong, G. K. and Boyer, K. K. (1994). Manufacturing proactiveness and performance. *Decision Sciences*, 25 (3), 337-358.
- William, F., D'Souza, D., Rosenfeldt, M. and Kassaei, M. (1995). Manufacturing strategy, business strategy and firm performance in a mature industry. *Journal of Operations Management*, 13 (1), 19-33.