



BÚSQUEDA DE INDICIOS QUE SUGIERAN LA PRESENCIA DE CAPACIDADES DE INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS COLOMBIANAS

SEARCHING FOR EVIDENCE OF INNOVATION CAPABILITIES IN COLOMBIAN MANUFACTURING FIRMS

Juan Felipe Restrepo Arias¹
Gabriel Awad²

RESUMEN: La teoría de los recursos y capacidades sugiere que las capacidades de una organización se basan en la tenencia e interacción de recursos internos de la empresa. Dentro de las capacidades resalta por su importancia la capacidad de innovación, la cual se refiere a la capacidad que tiene una organización para desarrollar nuevos productos y/o mercados innovadores, a través de la armonización de comportamientos y procesos internos. El presente artículo se basa en un análisis exploratorio a los datos de 4087 empresas en todo el país recopilados por la Segunda Encuesta de Desarrollo Tecnológico (EDT2), realizada en el 2005. Para el análisis estadístico se emplearon técnicas para datos cualitativos como tablas de contingencia y análisis de correspondencias múltiples (ACM), identificando los recursos que presentan una asociación más significativa con el desempeño innovador y hallando indicios que sugieren la presencia de *capacidades de innovación tecnológica* (CIT) en las empresas manufactureras colombianas. Se concluye que existe dependencia entre las variables que explican las capacidades de innovación tecnológica y el desempeño innovador de las empresas, así como una posible interacción positiva entre distintas capacidades que posibilitan a las organizaciones obtener mejores resultados en sus proyectos de innovación tecnológica.

Palabras clave: *Innovación, Encuesta de Desarrollo Tecnológico, capacidades de innovación, análisis de correspondencia múltiple.*

ABSTRACT: Resource Based View (RBV) theory suggests that resources and organization's capabilities are based on tenure and interaction of inner firm resources. Among capabilities, innovation highlights due to its importance, which relates to the ability of an organization to develop new products and/or innovative markets through the harmonization of practices and internal processes. This article is based on an exploratory analysis of data from 4087 firms across the country gathered at the Second Survey of Technological Development (EDT2), held in 2005. Qualitative statistical analysis techniques such as contingency tables and multiple correspondence analysis (MCA) were used, identifying the resources that have a more significant association with innovative performance and finding evidence to suggest the presence of technological innovation capabilities (CIT) in Colombian manufacturing firms. It is concluded that there is dependence between the variables which explain the capabilities of technological innovation and innovation performance of firms as well as a possible positive interaction between different capabilities that enable organizations to achieve better results in their technological innovation projects.

Key words: Innovation, Technology Development Survey, innovation capabilities, multiple correspondence analysis.

¹ Ing. Agrícola, Estudiante de Maestría en Ingeniería Administrativa

Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Miembro del grupo de investigación en Innovación y Gestión Tecnológica, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

jfrestrepoa@unal.edu.co

² Ing. Administrador, Msc. Ingeniería de Sistemas

Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Miembro del grupo de investigación en Innovación y Gestión Tecnológica, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

gawad@bt.unal.edu.co



INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha tomado fuerza la idea de que en el actual entorno las empresas deben poseer la capacidad de generar innovaciones a un ritmo más acelerado, y que tal capacidad debe ser medida de alguna manera (Wang & Ahmed, 2004). Tal aseveración se apoya en que la innovación que se lleva a cabo al interior de las organizaciones empresariales es un pilar fundamental para el crecimiento del sistema productivo de cualquier nación (Freeman, 1974)

El objetivo de la *Teoría de los Recursos y las Capacidades* (RBV, por sus siglas en inglés: *The Resource Based View*) es explicar el motivo de la disparidad de los resultados entre las empresas. Dicho enfoque ofrece un marco conceptual y normativo para el entendimiento de las fuentes de la ventaja competitiva, a partir de las fortalezas internas de las empresas (Rumelt, 1984).

Las *Capacidades de Innovación Tecnológica* (CIT) constituyen solo una rama de estudio dentro de la *Teoría de los Recursos y las Capacidades*, y han sido motivo de extensos análisis en los últimos años con el fin de descubrir de que manera contribuyen al desempeño empresarial (Robledo, Gómez, & Restrepo, 2009).

Los recursos y las capacidades de las organizaciones son interdependientes, y mediante su integración eficiente se desarrollan rutinas difíciles de imitar que pueden llegar a constituirse en fuente de ventajas competitivas (Nelson & Winter, 1982). Es decir, que la interacción armónica no solo entre recursos, sino entre capacidades, constituye uno de los aspectos clave en la búsqueda de objetivos tales como el de la innovación tecnológica (Prahalad & Hamel, 1990).

Este trabajo presenta los resultados de la búsqueda de evidencia con base en datos empíricos de la posible relación que existe entre los recursos y las CIT de las empresas

colombianas, con el ánimo de descubrir como se conforman éstas y cuales podrían ser los recursos clave que participan en el soporte de varias capacidades.

Primero se presenta el marco conceptual de las CIT, posteriormente se muestran las consideraciones metodológicas, luego se analizan los resultados obtenidos y por último se proponen algunas conclusiones.

CAPACIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CIT)

La capacidad de innovación se refiere a la capacidad que tiene una empresa para desarrollar nuevos productos y / o mercados innovadores, a través de la armonización de comportamientos y procesos innovadores internos (Wang & Ahmed, 2004). Es decir, que la capacidad de innovación puede incluir varias dimensiones pues no se trata de innovar solamente en productos y tipos de mercado sino en la manera en como la empresa realiza sus labores internas, desde la producción hasta la misma forma de gestionar los procesos con el fin de lograr innovaciones (Wang & Ahmed, 2007).

Así mismo, la capacidad de producir innovación tecnológica no depende exclusivamente de las capacidades internas de I+D (Investigación y Desarrollo) de la empresa (Christensen, 1995). Pues si solo se tiene en cuenta la capacidad de I+D a la hora de analizar la innovación tecnológica de una empresa, se estaría descuidando un espectro lleno de capacidades que de manera conjunta hacen posible dicho fin.

Las *Capacidades de Innovación Tecnológica* (CIT) podrían agruparse en siete dimensiones (Guan & Ma, 2003): *aprendizaje, I+D, mercadeo, gestión organizacional, acceso a recursos financieros, producción y planeación estratégica*. A su vez, dentro de estas podrían señalarse unas capacidades núcleo o *core* que son las *capacidades de I+D, mercadeo y producción*, debido a que son las tres fases por las que generalmente atraviesa un proyecto de innovación, y las demás podrían clasificarse como complementarias, esta clasificación puede facilitar el análisis a la hora de interpretar los resultados (Guan & Ma, 2003).



Para Yam, Guan, Pun, & Tang (2004), las CIT pueden ser representadas por siete dimensiones: *Capacidad de Aprendizaje*: se refiere a la capacidad de la empresa para identificar, asimilar y explotar conocimiento desde el entorno. *Capacidad de I+D*: se refiere a la capacidad de la empresa para integrar la estrategia de I+D dentro de la estrategia corporativa, gestionar y controlar proyectos de I+D, e invertir en dichos proyectos. *Capacidad de adjudicación de Recursos*: se refiere a la capacidad de la empresa para adquirir y colocar adecuadamente el capital, la experiencia y la tecnología en los procesos de innovación. *Capacidad de producción*: se refiere a la capacidad de la empresa para transformar los resultados de I+D en productos que satisfagan las necesidades de los mercados, de acuerdo con el diseño requerido y que estos puedan ser manufacturados de manera eficiente. *Capacidad de Mercado*: se refiere a la capacidad de la empresa para publicitar y vender productos de acuerdo a la comprensión de las necesidades del mercado, el ambiente competitivo, los costos y beneficios, y la aceptación de la innovación. *Capacidad Organizacional*: se refiere a la capacidad de la empresa para asegurar el mecanismo y la armonía organizacional, cultivando la cultura organizacional y adoptando buenas prácticas de gestión. *Capacidad de Planeación Estratégica*: se refiere a la capacidad de la empresa para identificar fortalezas y debilidades internas y oportunidades y amenazas externas, formular planes de acuerdo a la misión y visión de la empresa, y ajustar los planes para la implementación.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Los datos utilizados para la presente investigación fueron tomados de la Segunda Encuesta Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico (EDIT II) realizada en el año 2005 por COLCIENCIAS y el DNP (Departamento Nacional de Planeación), los datos recogidos correspondían a los años 2003 y 2004. La EDIT II se dirigió a la totalidad de las empresas industriales de acuerdo al directorio establecido para la Encuesta Anual Manufacturera (EAM)¹, lo que asegura que los resultados obtenidos tengan cobertura nacional y departamental para las actividades industriales determinadas por la Clasificación Industrial Internacional Uniforme-CIIU Rev.3 Adaptada para Colombia.

El número total de empresas del directorio industrial para el año 2003 es de 6.670 empresas, de las cuales se obtuvo información para 6.172; el método de recolección utilizado fue entrevista directa, contactando al propietario y/o al administrador de la empresa que tenía conocimiento del funcionamiento de la empresa, o a las personas encargadas de cada uno de los departamentos involucrados con la información requerida (ingeniería, calidad, pruebas y ensayos; producción; investigación y desarrollo; recursos humanos y demás). Las bases de datos con los resultados suministrados por COLCIENCIAS aseguraron información completa solo para 4.087. Con esta muestra se llevó a cabo el análisis estadístico de la presente investigación. La muestra cubre todo el territorio colombiano. La mayoría de las respuestas en la EDIT II son de carácter dicotómico, es decir, que en la mayoría de las preguntas la respuesta solicitada fue: *si o no*. Sin embargo se hicieron bloques de preguntas para temas específicos, lo que representa una ventaja en cuanto a la posibilidad de conocer el nivel de intensidad en cada una de las áreas objeto de investigación, como por ejemplo la intensidad en inversión, en interacción con el entorno, en el cumplimiento de objetivos, en la capacitación, etcétera.

De acuerdo con el número de aspectos en los que podría invertir una empresa y que están relacionados con el mismo recurso se hizo la calificación de la intensidad de inversión así:

ALTO: Si la empresa invirtió en la mayoría.
MEDIO: Si la empresa invirtió en la mitad.
BAJO: Si la empresa invirtió en una minoría.
NO INVIRTÍO

Las clasificaciones anteriores son variables del tipo discretas ordinales, con diferentes niveles de calificación de acuerdo a los datos suministrados en la encuesta. De esta manera se calificó el nivel de inversión de las siguientes variables que representan recursos asociados a cada una de las capacidades, de acuerdo con el marco conceptual:

Capacidad de I+D. (I+D): inversión en proyectos de I+D, (DI): inversión en diseños industriales, (TT): inversión en transferencia y adquisición de tecnología; **Capacidad de Producción.** (ME): inversión en maquinaria y equipo; (AU): inversión en automatización; (GA):

inversión en tecnologías de gestión ambiental; (GC): inversión en tecnologías de gestión de calidad; (GP): inversión en tecnologías de gestión de producción; **Capacidad de mercadeo**. En la búsqueda de variables relacionadas con esta capacidad en la EDIT II no se encontraron grupos de preguntas enfocadas a recoger información que permitiera conocer el estado de esta área en las empresas. Esto constituye un limitante, pues se considera que la capacidad de mercadeo hace parte del grupo de capacidades fundamentales en el proceso completo de I+D+i (Guan & Ma, 2003). Por lo tanto se debe tener en cuenta en futuras encuestas la elaboración de un grupo de preguntas tendiente a recoger información completa en este sentido; **Capacidad de Aprendizaje**. (NED): nivel educativo doctorado; (NEM): nivel educativo maestría; (NEE): nivel educativo especialización; (CIN): capacitación en innovación; (CGT): capacitación en gestión tecnológica; **Capacidad de gestión**. (TA): inversión en tecnologías de administración; (TICs): inversión en tecnologías de de información y comunicación; (INT): interacción con el entorno; (FCO): fuente de recursos para innovación vía cofinanciación; (FCR): fuente de recursos para innovación vía crédito; (FRP): fuente de recursos propios para innovación.

Análisis de dependencia: La tabla de contingencia es una representación de datos en una clasificación de doble entrada (filas y columnas) usada para el análisis de dependencia de datos categóricos (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007). En este trabajo se utiliza el Coeficiente Gamma (γ) propuesto por Goodman & Kruskal, (1954) para asociar las variables objeto de análisis mediante tablas de contingencia, dado que su campo óptimo de aplicación es la relación entre dos variables ordinales de dos o más niveles. Este coeficiente toma valores entre -1 y 1 , donde 1 es la perfecta asociación positiva, -1 la perfecta asociación negativa y 0 la independencia, donde la asociación hace referencia a la concordancia o discordancia entre los rangos de los factores para los individuos observados: un par de individuos se dice par concordante si los rangos (valores de la escala ordinal) sigue idéntica dirección (ambos crecen o ambos decrecen) en los dos individuos; mientras que se dice par discordante en caso contrario (Rousson, 2007).

Adicionalmente, la significancia estadística de la asociación prueba la hipótesis nula de que la

fuerza de la asociación no es diferente de la que sería esperada debida al azar de las muestras aleatorias. Depende del tamaño de la muestra y otros parámetros. Puesto que Gamma tiene un distribución conocida aproximadamente normal para muestras grandes, es posible calcular su error estándar y el grado de significancia (Liebetrau, 1983).

Análisis de correspondencias múltiples

(ACM): La técnica complementaria de análisis multivariante de datos seleccionada para la presente investigación, fue el *Análisis factorial de correspondencias múltiples (ACM)*. Dicha técnica es una variación del Análisis de correspondencias simple. El análisis de correspondencias es una técnica descriptiva para representar tablas de contingencia de entradas múltiples, es decir, tablas donde se recogen las frecuencias de aparición de dos o más variables cualitativas en un conjunto de elementos. Constituye el equivalente de componentes principales y coordenadas principales para variables cualitativas (Peña, 2002). El Análisis de correspondencias simple, se ocupa de tablas de contingencia bidimensionales, el ACM se ocupa de tablas de tres o más entradas. Las filas de estas tablas se consideran como los objetos o individuos (empresas en este caso), y las columnas como las modalidades de las variables categóricas en estudio. Por lo tanto el ACM es un análisis de correspondencias simple aplicado no solo a una tabla de contingencia sino a una tabla disyuntiva completa, en el sentido de que una variable categórica asigna a cada individuo de una población una modalidad, y, en consecuencia particiona (de manera disyuntiva y exhaustiva) a los individuos de la población (Díaz, 2007).

En este trabajo se utilizó esta técnica multivariante para explorar como podrían estar comportándose los recursos de manera conjunta y así poder establecer grupos de empresas que se caractericen por utilizar sus recursos de manera similar.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación en la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis de dependencia entre todos los recursos para el total de la muestra. Se resaltaron las relaciones más fuertes con un Gamma por encima de 0,490 con el fin de



conocer cuáles recursos influyen de manera positiva y con mayor fuerza en otras capacidades.

Capacidad de producción: En los resultados de la Tabla 1, puede apreciarse una relación positiva y significativa estadísticamente entre todas las variables teóricas de la misma capacidad. Por otro lado los resultados también muestran que la capacidad de producción se apoya en las tecnologías de administración (TA), la inversión en proyectos de I+D y el recurso humano con nivel de doctorado (NED) (Figura 1).

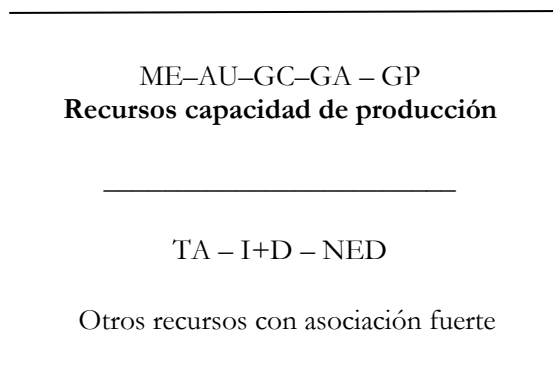


Figura 1. Asociación de otros recursos con la capacidad de producción. Fuente: elaboración propia.

La relación fuerte entre la inversión en tecnologías de administración (TA) y la mayoría de las variables de la capacidad de producción, sugiere que la *capacidad de gestión* y la *capacidad de producción* se relacionan principalmente a través del empleo de tecnologías de gestión en diferentes actividades del área de producción.

Tabla 1. Resultados del análisis de dependencia entre

La relación positiva alta entre todos los recursos de la capacidad de producción y la inversión en proyectos de I+D, excepto la inversión en maquinaria y equipo (ME), sugiere que la *capacidad de I+D* y la *capacidad de producción* se podrían estar asociando principalmente en materia de investigaciones y desarrollos experimentales enfocados en el fortalecimiento de la automatización, en las tecnologías de gestión ambiental, de gestión de la calidad y gestión de la producción.

La relación alta entre el recurso humano con nivel de doctorado (NED) con la inversión en tecnologías de gestión ambiental (GA), sugiere una intervención con alto grado de conocimiento en la solución de problemas generados por subproductos y control de emisiones y residuos peligrosos en los procesos productivos.

Capacidad de I+D: Puede apreciarse una relación positiva y significativa estadísticamente entre todas las variables de la capacidad de I+D, además los valores de Gamma por encima de 0,500 muestran una asociación positiva fuerte.

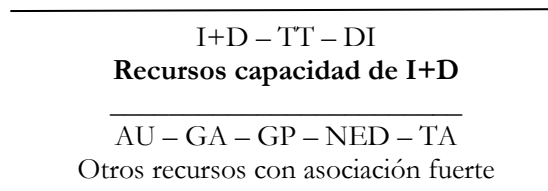


Figura 2. Asociación de otros recursos con la capacidad de I+D. Fuente: elaboración propia.

recursos.

La relación positiva entre la inversión en tecnologías de administración (TA), y todas las variables de esta capacidad. Los resultados de dependencia muestran una asociación positiva y significativa estadísticamente entre todas las variables de esta capacidad.

		Capacidad de producción				Capacidad de I+D			Capacidad de aprendizaje				Capacidad de gestión							
		ME	AU	GA	GC	GP	DI	TT	I+D	NED	NEM	NEE	CGT	CIN	TA	TIC	FCR	FCO	FRP	INT
Capacidad de producción	AU	0,209																		
	GA	0,192	0,418																	
	GC	0,078	0,383	0,449																
	GP	0,058	0,371	0,457	0,408															
Capacidad de I+D	DI	0,078	0,414	0,345	0,236	0,462														
	TT	0,090	0,399	0,379	0,356	0,427	0,440													
	I+D	0,162	0,496	0,552	0,462	0,507	0,542	0,528												
Capacidad de aprendizaje	NED	0,186	0,409	0,498	0,253	N	N	0,160	0,511											
	NEM	0,200	0,407	0,435	0,329	0,252	N	0,268	0,453	0,779										
	NEE	0,132	0,295	0,336	0,327	0,141	0,135	0,228	0,353	0,524	0,643									
	CGT	0,077	0,225	0,373	0,352	0,223	0,181	0,251	0,382	0,289	0,386	0,311								
Capacidad de gestión	CIN	0,113	0,335	0,316	0,332	0,272	0,228	0,313	0,417	0,322	0,428	0,337	0,375							
	TA	N	0,469	0,499	0,526	0,640	0,501	0,529	0,594	0,331	0,387	0,278	0,332	0,397						
	TIC	0,080	0,340	0,229	0,224	0,271	0,241	0,336	0,313	N	0,169	0,165	0,166	0,199	0,350					
	FCR	0,185	0,260	0,170	0,128	0,114	0,149	0,188	0,200	N	0,107	0,108	0,160	0,115	0,166	0,140				
	FCO	N	0,412	0,313	0,490	0,244	0,395	0,364	0,411	N	0,275	0,285	0,391	0,312	0,406	0,312	0,285			
	FRP	N	-0,109	N	N	0,085	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	INT	N	0,296	0,283	0,437	0,287	0,191	0,341	0,312	N	0,260	0,273	0,395	0,282	0,348	0,280	0,329	0,806	-0,179	

N: p > 0.05 Gamma > 0,490

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la EDIT II

GA – I+D

Otros recursos con asociación fuerte

La relación positiva alta entre los recursos de la capacidad de producción (AU, GA, GP) y la inversión en proyectos de I+D, excepto la inversión en maquinaria y equipo (ME), sugiere que la *capacidad de I+D* y la *capacidad de producción* se podrían estar asociando principalmente en materia de investigaciones y desarrollos experimentales enfocados en el fortalecimiento de la automatización, en las tecnologías de gestión ambiental, de gestión de la calidad y gestión de la producción. Por otro lado, este resultado también parece indicar que el desarrollo de nuevas máquinas y mejoras significativas en ellas, no es un objetivo de las inversiones en I+D, lo que concuerda con Malaver & Vargas, (2004), en cuanto a la dependencia que tiene Colombia de maquinaria y equipo producido en otros países. Este resultado también sugiere que son pocos los esfuerzos que se están llevando a cabo por parte de las empresas para reducir esta dependencia.

Sobresale el valor de la relación positiva entre la inversión en proyectos de I+D y el nivel educativo de doctorado (NED), este resultado sugiere que en Colombia el recurso humano con nivel de doctorado también es empleado en fortalecer la capacidad de I+D de las empresas, lo que concuerda con lo descrito por Yam, Guan, Pun, & Tang, (2004), y Wang, Lu, & Chen, (2008).

Figura 3. Asociación de otros recursos con la capacidad de aprendizaje. Fuente: elaboración propia.

Los recursos de otras capacidades que presentan una asociación fuerte con la capacidad de aprendizaje son la inversión en I+D y la inversión en tecnologías de gestión ambiental (GA). La capacidad de I+D se apoya de manera importante en los recursos humanos altamente calificados (Nerkar & Paruchuri, 2005), lo que parece concordar con este resultado. Otro resultado que sobresale es la fuerte relación positiva entre la inversión en tecnologías de gestión ambiental (GA) y los niveles educativos altos, principalmente con el de doctorado (NED), sugiriendo un enfoque de la *capacidad de aprendizaje* hacia la solución de problemas relacionados con el manejo de los residuos peligrosos en los procesos productivos.

Capacidad de gestión: En los resultados se puede observar la relación positiva y significativa estadísticamente entre todos los recursos que conforman esta capacidad.

TA – TIC – FCR – FCO – FRP – INT
Recursos capacidad de gestión

GA – GC – GP – I+D – DI – TT
 Otros recursos con asociación fuerte

Figura 4. Asociación de otros recursos con la capacidad de gestión. Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 1, el recurso TA (inversión en tecnologías de administración) de la *capacidad de gestión*, presenta una asociación positiva alta con todos los recursos de la *capacidad de I+D* (I+D, DI y TT) y la mayoría de los recursos de la *capacidad de producción* (GA, GC, y GP), lo que sugiere una interacción muy marcada entre estas tres capacidades concordando por lo expuesto por Yam, Guan, Pun, & Tang (2004), haciendo referencia a que: la *capacidad de gestión organizacional* desde el punto de vista de la innovación tecnológica, cobra especial validez en el marco general de las CIT, pues es quizá un requisito fundamental para el desarrollo de procesos tendientes a obtener innovaciones de manera más eficiente y eficaz.

Lo que parecen mostrar estos resultados es que las capacidades de I+D y producción dependen en gran medida de la inversión en tecnologías de administración, conocidas comúnmente como “tecnologías blandas”, las cuales contemplan aspectos como: *la planeación estratégica, la planeación por objetivos, la planeación por escenarios, la Valoración Económica Agregada – EVA, la prospectiva, la reingeniería de procesos administrativos y el Análisis*

*Causa-Efecto–ZOO*P (DANE & COLCIENCIAS, 2005).

Desempeño innovador: La información solicitada en la EDIT II sobre el desempeño innovador se refirió a los objetivos de la innovación y desarrollo tecnológico de la cual se extrajeron seis subconjuntos: (CMP): cumplimiento de objetivos asociados con mercado y producto; (CCO): cumplimiento de objetivos asociados a la disminución de costos de

producción; (CPC): cumplimiento de objetivos asociados la mejora de la productividad y calidad; (CPP): cumplimiento de objetivos asociados con la mejora del proceso de producción; (COC): cumplimiento de objetivos asociados con la comercialización; (CGO): cumplimiento de objetivos asociados al área de gestión organizacional (DANE & COLCIENCIAS, 2005).

Tabla 2. Resultados del análisis de dependencia entre recursos y el desempeño innovador.

		Cumplimiento de objetivos en innovación					
		CMP	CCO	CPC	CPP	COC	CGO
Capacidad de producción	ME	0,206	0,176	0,153	0,200	0,099	0,010
	AU	0,215	0,348	0,272	0,239	0,179	0,207
	GA	0,184	0,352	0,229	0,215	0,106	0,202
	GC	0,176	0,252	0,215	0,185	0,158	0,230
	GP	0,164	0,357	0,200	0,212	0,154	0,174
Capacidad de I+D	I+D	0,250	0,346	0,218	0,183	0,173	0,237
	DI	0,216	0,293	0,139	0,112	0,162	0,184
	TT	0,188	0,244	0,153	0,108	0,173	0,219
Capacidad de aprendizaje	NED	0,182	0,213	0,177	0,151	0,202	N
	NEM	0,222	0,254	0,113	0,175	0,141	0,152
	NEE	0,089	0,193	0,081	0,123	0,057	0,169
	CGT	0,114	0,176	0,094	0,152	0,066	0,139
	CIN	0,149	0,232	0,141	0,171	0,161	0,196
Capacidad de gestión	TA	0,164	0,324	0,210	0,154	0,219	0,262
	TIC	0,143	0,131	0,082	0,080	0,155	0,252
	INT	0,221	0,255	0,127	0,131	0,118	0,234
	FCO	0,139	0,058	N	N	N	0,261
	FCR	0,204	0,206	0,124	0,107	0,129	0,090
	FRP	-0,053	-0,090	N	N	N	N

N: p > 0.05

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la EDIT II.

Los resultados muestran una dependencia positiva y significativa en casi todas las evaluaciones, lo que sugiere el hallazgo de indicios que muestran la presencia de capacidades de innovación tecnológica en algunas empresas colombianas, pues el desempeño innovador se soporta generalmente sobre un abanico de capacidades soportadas en una serie de recursos estratégicos que son aprovechadas de manera conjunta por las empresas para el logro de sus objetivos en innovación (Wang, Lu, & Chen, 2008).

La relación positiva existente entre la mayoría de los recursos y el cumplimiento de objetivos en innovaciones asociadas con la disminución de costos (CCO), tiende a ser un poco más fuerte que las demás, pero sobresalen las asociaciones más altas de éste con: *la inversión en automatización (AU), en tecnologías de gestión en producción (GP), en*

tecnologías para la gestión ambiental (GA), en tecnologías para la administración (TA) y en proyectos de I+D.

Comportamiento conjunto de los recursos: El análisis de correspondencias múltiples arrojó los siguientes resultados (Tabla 3):

Tabla 3. Valores propios de los factores arrojados por el ACM.

Factor	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0,2303	8,77	8,77
2	0,0976	3,72	12,49
3	0,0933	3,55	16,05
4	0,0689	2,62	18,67

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la EDIT II.

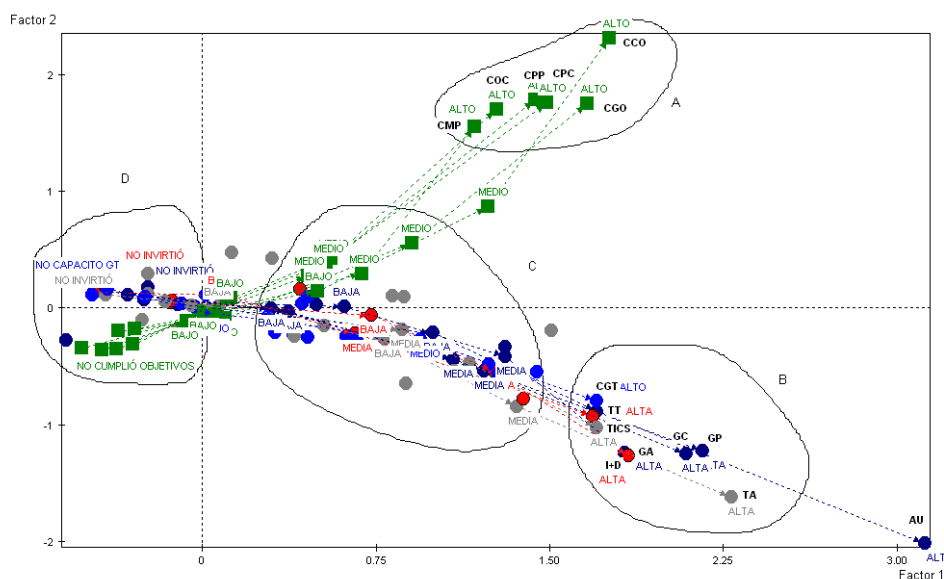


Figura 5. Proyección conjunta de los recursos y el desempeño innovador .

Fuente: elaboración propia.

■ Desempeño innovador
 ■ Capacidad de I+D
 ■ Capacidad de Producción
 ■ Capacidad de Gestión
 ■ Capacidad de Aprendizaje

Los resultados exploratorios del ACM (Figura 5), a pesar de la poca variabilidad que recogen sus primeros dos factores (Tabla 3), muestran una clara diferencia entre las empresas que no invierten y no cumplen objetivos (a la izquierda) y las empresas que cumplen objetivos y presentan algún tipo de inversión (a la derecha). Además, existe una diferencia entre las empresas que cumplen objetivos altos (grupo A) y las que al momento de realizar la encuesta reportan inversiones altas en recursos (grupo B).

Por otro lado puede apreciarse en el grupo B, la cercanía entre variables de niveles altos de la capacidad de producción como gestión de

producción (GP), gestión ambiental (GA), gestión de calidad (GC), con variables también de niveles altos de las otras capacidades como las de I+D, aprendizaje y gestión, lo que de nuevo sugiere la interacción entre estas capacidades. Las variables de niveles medios de inversión de todas las capacidades se presentan aglomeradas en el grupo C y más cercanas al origen, lo que sugiere una mayor frecuencia de estas asociaciones, al igual que el grupo D donde se aglomeran las variables de valores bajos y nulos en obtención de resultados e inversión en recursos.

Análisis clústers: Los clúster formados tienen un número muy diferente, de 4087 empresas que componen la muestra total, el grupo de las *empresas exitosas* (Tabla 4) contiene 453 (11,08%), el clúster de las *empresas persistentes* (Tabla 5) tiene 1627 (39,81%), y el clúster de las *empresas indiferentes* (Tabla 6) tiene 2007 (49,11).

Tabla 4. Exitosas

Variable	Categoría	Valor T
CPC	ALTO	21,93
CIN	ALTO	21,91
TT	ALTA	20,46
CPP	ALTO	20,40
GC	ALTA	19,04
CGO	ALTO	18,94
GP	ALTA	18,02
COC	ALTO	17,81
ME	ALTA	17,64
CGT	ALTO	17,42
TA	ALTA	16,80
GA	ALTA	16,66
CMP	ALTO	16,05
CCO	ALTO	15,19
NEM	BAJO	14,16
TICS	ALTA	14,11
GC	MEDIA	13,73
I+D	ALTA	12,76

Tabla 5. Persistentes

Variable	Categoría	Valor T
CPC	MEDIO	20,12
GC	BAJA	17,96
CPP	MEDIO	16,80
CCO	BAJO	15,89
CGO	BAJO	15,18
CMP	BAJO	14,50
COC	BAJO	12,74
TT	MEDIA	12,58
GP	BAJA	12,29
ME	MEDIA	12,07
TA	BAJA	11,76
TICS	BAJA	11,19
TT	BAJA	10,94
CIN	MEDIO	10,84
CIN	BAJO	10,22
COC	MEDIO	10,09
CMP	MEDIO	9,85
CGO	MEDIO	9,80

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la EDIT II.

El clúster de las *empresas exitosas* (Tabla 4), está compuesto por empresas que poseen calificaciones altas en todos los cumplimientos de objetivos en innovación, principalmente poseen niveles altos en cumplimiento de objetivos asociados con innovaciones en *productividad y calidad (CPC)* y *mejoramiento del proceso de producción (CPP)*. Se caracterizan en orden de importancia por hacer inversiones altas en: capacitación en innovación (CIN), transferencia y adquisición de tecnología (TT), tecnologías de gestión de calidad (GC) y gestión de producción (GP), maquinaria y equipo (ME), capacitación en gestión y tecnología (CGT), tecnologías de administración (TA), tecnologías de gestión ambiental (GA), TICs y proyectos de I+D.

Tabla 6. Indiferentes

Variable	Categoría	Valor T
CMP	NO CUMPLIÓ	30,15
CPC	NO CUMPLIÓ	29,40
GC	NO INVIRTIÓ	29,04
CPP	NO CUMPLIÓ	28,88
TT	NO INVIRTIÓ	27,41
CGO	NO CUMPLIÓ	27,25
CCO	NO CUMPLIÓ	26,51
CIN	NO CAPACITÓ	26,04
COC	NO CUMPLIÓ	25,06
GP	NO INVIRTIÓ	23,99
TA	NO INVIRTIÓ	23,63
TICS	NO INVIRTIÓ	22,88
CGT	NO CAPACITÓ	22,33
GA	NO INVIRTIÓ	21,75
ME	NO INVIRTIÓ	19,40
I+D	NO INVIRTIÓ	18,48
INT	NO INTERACTUÓ	18,02
FCR	NO USO CREDITO	17,51

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la EDIT II.

El clúster de las *empresas persistentes* (Tabla 5), cumplen a nivel medio sus objetivos de innovación, principalmente en innovaciones asociadas a *productividad y calidad (CPC)* y *mejoramiento del proceso de producción (CPP)*. Invierten en recursos a nivel medio y bajo según el siguiente orden de importancia: tecnologías de gestión en calidad (GA), transferencia y adquisición de tecnología (TT), gestión de producción (GP), maquinaria y equipo (ME), tecnologías de administración (TA), TICs y capacitación en innovación (CIN).

El clúster de empresas indiferentes (Tabla 6), *no cumple ningún objetivo de innovación* y se caracteriza por no invertir principalmente en: tecnologías de gestión de calidad (GC), transferencia y adquisición de tecnología (TT), capacitación en innovación (CIN), tecnologías de gestión de producción (GP) y tecnologías de administración. La mayoría hacen bajas inversiones solo en maquinaria y equipo (ME) y no capacitan y no interactúan con su entorno.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados del análisis de dependencia entre variables se puede concluir que algunos recursos podrían llamarse “de primer nivel” para el contexto del sector manufacturero colombiano, y son los que influyen en varias capacidades al mismo tiempo de manera importante, posibilitando el logro de objetivos en innovación. Estos recursos se podrían considerar de carácter transversal y son principalmente: *la inversión en tecnologías de administración (TA)*, *la*



inversión en proyectos de I+D y el recurso humano con nivel educativo en doctorado (NED).

Los resultados de dependencia entre los recursos y el desempeño innovador sugieren el hallazgo de varios indicios: el primero es que quizá la mayoría de los recursos se han enfocado en innovaciones tendientes a disminuir los costos de producción de las empresas, el segundo tiene que ver con la naturaleza de los recursos que sobresalen, los primeros tres recursos se asocian principalmente con la *capacidad de producción* (automatización, gestión de producción, gestión ambiental), mientras que las tecnologías en administración se asocian con la *capacidad de gestión*, y la inversión en proyectos de I+D se asocia con la *capacidad de I+D*, lo que probablemente indique que estas capacidades se desarrollan de manera conjunta en las empresas colombianas, y en tercer lugar, esto es consistente con la asociación positiva alta entre estas tres capacidades discutida anteriormente, que combinadas de alguna manera buscan generar innovaciones en procesos que permitan mejorar la competitividad de las empresas a través de la disminución de costos.

Igualmente se puede señalar el círculo virtuoso que probablemente existe en pro del fortalecimiento de la capacidad de producción, pues la relación positiva existente con (CCO), muestra que de alguna manera los recursos de las diferentes capacidades se enfocan en mayor medida en este tipo de objetivos, que se encuentran estrechamente relacionados con el proceso de producción. Esto es consistente con lo reportado por (Robledo, Gómez, & Restrepo, 2009), quienes concluyen que posiblemente la innovación tecnológica en las empresas colombianas se soporta en gran medida en la capacidad de producción.

El único de los recursos que muestra asociaciones relativamente más débiles con el logro de objetivos es la adquisición de maquinaria y equipo (ME), lo que sugiere que la adquisición de estos equipos no influye de manera importante comparado con otro tipo de recursos en la innovación al interior de las empresas.

A pesar de que los esfuerzos de innovación parecen estar enfocados hacia las innovaciones en disminución de costos por lo que arrojan los resultados del análisis de dependencia, las empresas exitosas cumplen en su mayoría objetivos de innovación asociados a la

productividad y calidad y mejoramiento de la producción. Esto sugiere que los esfuerzos de innovación de las empresas colombianas a través de sus CIT se enfocan a un objetivo que probablemente no las hace exitosas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a COLCIENCIAS por la financiación otorgada al proyecto “Descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia a partir de las encuestas de innovación y desarrollo tecnológico, la Encuesta Anual Manufacturera y la base de datos ScienTI, en el marco del cual se llevó a cabo este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Christensen, J. F. (1995). Asset profiles for technological innovation. *Research Policy*, 24, 727-745.

DANE & COLCIENCIAS. (2005). *Manual de Diligenciamiento para la Segunda Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica*. Bogotá: Autores.

Diaz, L. G. (2007). *Estadística multivariada: Inferencia y métodos* (Segunda ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Freeman, C. (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth, England: PenguinBooks Ltd.

Goodman, L. A., & Kruskal, W. (1954). Measures of association for cross-classification. *Journal of the American Statistical Association* (49), 732-764.

Guan, J., & Ma, N. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation*, 23, 737-747.

Liebetrau, A. M. (1983). *Measures of association*. Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences (Vol. 32). Newbury Park, CA: Sage.

Malaver, F., & Vargas, M. (2004). El comportamiento innovador en la industria colombiana: una exploración de sus recientes cambios. *Cuadernos de Administración*, 17 (27), 33-61.



- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Massachusetts: Harvard University Press. Cambridge.
- Nerkar, A., & Paruchuri, S. (2005). Evolution of R&D Capabilities: The Role of Knowledge Networks Within a Firm. *Management Science*, 51 (5), 771–785.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The Core Competence of The Corporation. *Harvard Business Review*, 79-91.
- Robledo, J., Gómez, F., & Restrepo, J. (2009). Relación entre capacidades de innovación tecnológica y el desempeño empresarial y sectorial. En *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia* (Primera ed., págs. 71-100). Bogotá: Autores.
- Rousson, V. (2007). The gamma coefficient revisited. *Statistics & Probability Letters* (77), 1696–1704.
- Rumelt, R. P. (1984). Toward a Strategic Theory of the Firm. En R. B. Lamb, *Competitive Strategic Management* (págs. 556-570). New Jersey: Prentice-Hall. Englewood Cliffs.
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (Octava ed.). México: PRENTICE HALL, INC.
- Wang, C. H., Lu, I., & Chen, C. (2008). Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty. *Technovation*, 28, 349–363.
- Wang, C. L., & Ahmed, P. K. (2007). Dynamic capabilities: A review and research agenda. *International Journal of Management reviews*, 9 (1), 31-51.
- Wang, C., & Ahmed, P. (2004). The development and validation of the organisational innovativeness construct using confirmatory factor analysis. *European Journal of Innovation Management*, 7 (4), 303–313.
- Yam, R., Guan, J., Pun, K. F., & Tang, E. (2004). An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy*, 33, 1123–1140