

# ¿Qué explica la innovación en PyMEs?

## *What explains innovation in SME?*

Francisca Sempere Ripoll y José Luis Hervás-Oliver

Dpto. Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia.

fsempere@omp.upv.es jose.hervas@ump.upv.es

Fecha de recepción: 09-04-2010

Fecha de aceptación: 26-07-2010

**Resumen:** Este trabajo analiza los determinantes de la innovación mediante la integración de estrategias externas, las capacidades internas de la empresa, y el tipo de industria, en el mismo marco teórico, considerando tanto variables de I+D y como variables que no son de I+D, en un contexto de baja y media tecnología, de una aglomeración de empresas industriales. El análisis se basa en una muestra de 138 empresas (PyMEs) pertenecientes al sector metal-mecánico de la provincia de Alicante.

**Palabras clave:** Innovación en PyMEs, I+D interna, oportunidades tecnológicas, grado tecnológico.

**Abstract:** This paper analyzes the determinants of innovation through the integration of external strategies, company internal capabilities and type of industry, in the same framework, considering both, R&D and non R&D variables, in a context of low and medium technology. The analysis is based on a sample of 138 enterprises (SMEs) belonging to the metal-mechanical sector of the province of Alicante.

**Keywords:** SME innovation, internal R&D, technological opportunities, enterprise technological level.

### I. Introducción

En la economía de la innovación encontramos un conjunto importante de trabajos que centran su atención en cómo la combinación de recursos internos y externos de la empresa, entendidos como los flujos internos y externos de conocimiento, explican la innovación (Gambardella, 1992; Mowery *et al.*, 1996; Mangematin y Nesta, 1999; Caloghirou *et al.*, 2004; Nieto y Quevedo, 2005; Vega-Jurado *et al.*, 2008). Así pues, la combinación de recursos internos, como proxy de la I+D, tales como la existencia de un departamento I+D, la capacidad de gestión, la formación académica y otras variables, así como la utilización de recursos externos a la empresa, como la I+D con universidades o los vínculos con los clientes y proveedores, contribuyen todos ellos a entender el patrón de innovación en las PyMES.

Además, la búsqueda del equilibrio entre la realización de I+D interna y la adquisición de conocimientos externos es uno de los aspectos más importantes de la gestión de la innovación (Arora y Gambardella, 1994; Cassiman y Veugelers 2006). Desde el punto de vista de la gestión estratégica (Cohen

y Levinthal, 1989, 1990; McEvily y Zaheer, 1999), los recursos internos de la empresa juegan un doble papel en la innovación debido a que determinan la posibilidad de utilizar y explotar el conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1989, 1990; Klevorick *et al.*, 1995), formando de este modo una parte importante de la capacidad de absorción de las empresas (Cohen y Levinthal, 1989, 1990).

Los problemas más comunes a los que se enfrentan las PyMEs innovadoras frente a los rápidos cambios tecnológicos del entorno, están relacionados con las limitaciones de recursos, tanto de estructura interna como de financiación (Freel 2007; Won Kang *et al.*, 2008). El establecimiento de relaciones externas consolidadas supone una alternativa muy atractiva para hacer frente a la inseguridad que plantea el desarrollo y el uso de nuevas tecnologías, y reduce las incertidumbres en la innovación (Diez, 2002). Por otra parte, en la era de la innovación abierta «open innovation» (Chesbrough, 2003), las empresas dependen cada vez más de fuentes externas de innovación, haciendo hincapié en las ideas, recursos y personas que entran y salen de las organizaciones, buscando y utilizando una gama más amplia de las ideas externas, conocimientos y recursos; las redes

se están convirtiendo en estrategias cada vez más imprescindible para la creación de innovaciones con éxito para las PyMEs.

La literatura sobre innovación indica que en las últimas dos décadas ha habido un cambio sistemático y fundamental en la forma en que las empresas llevan a cabo sus actividades innovadoras (Zeng *et al.*, 2010). En particular, ha habido un enorme crecimiento en el uso de las redes externas en empresas de todos los tamaños (Hagedoorn, 2002) y un descenso considerable del número de departamentos de I+D interna, así como una erosión de la ventaja competitiva de las actividades de I+D interna (Chesbrough, 2003). Considerando la gran importancia de la actividad interna de I+D en el aprovechamiento del conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1989, 1990) y teniendo en cuenta que en un entorno PyMEs la limitación de recursos las conduce a realizar en la mayoría de los casos I+D no permanente, se plantea la necesidad de demostrar cómo está afectando la externalización de conocimientos a los resultados de innovación de las PYMEs, y determinar qué importancia siguen teniendo las capacidades internas medidas como actividad interna de I+D.

Este artículo proporciona una evidencia empírica del papel que ejercen ambos factores (fuentes internas y externas de conocimiento) en el rendimiento innovador de las PYMEs. Los resultados obtenidos podrían ser de gran importancia para el establecimiento de políticas de innovación específicas para la pequeña y media empresa, que ayudaran a definir la estrategia de aprovechamiento de oportunidades tecnológicas externa más adecuada.

El estudio ha utilizado una muestra de 138 empresas industriales españolas de la provincia de Alicante y se estructura de la siguiente forma: el apartado 2 detalla la teoría y las hipótesis planteadas, el apartado 3 recoge una descripción de la muestra y del diseño empírico y los apartados 4 y 5 resumen los resultados y las principales conclusiones del estudio respectivamente.

## 2. Teoría

El papel de las fuentes externas de conocimiento como determinantes de la innovación ha sido ampliamente reconocido en los últimos años. Las empresas están gradualmente abandonando la idea de que la generación del conocimiento es principalmente un proceso interno (Arora *et al.*, 2001; Gans y Stern, 2003), por lo que la investigación y desarrollo inter-

no ya no es una herramienta estratégica como lo había sido hasta ahora (Chesbrough, 2003), y son las ideas externas las que empiezan a adquirir gran importancia. Por lo tanto, la innovación se ve como un proceso que resulta de las diferentes interacciones de la empresa con los diferentes actores (Lundvall, 1992; Breschi y Malerba, 1997; Edquist, 1997; Doreux, 2004). En las últimas dos décadas, los estudios de innovación indican que ha habido un cambio sistemático y fundamental en la forma en que las empresas llevan a cabo actividades innovadoras (Zeng *et al.*, 2010). Los rápidos cambios en el entorno y la especialización requerida por los avances tecnológicos, están conduciendo a la empresa a utilizar cada vez más los conocimientos externos. En particular, ha habido un enorme crecimiento en el uso de las redes externas en empresas de todos los tamaños (Hagedoorn, 2002). En países de la OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) los gastos de las empresas en I+D externa han aumentado gradualmente desde 1980. En países como UK y Alemania, el gasto en I+D externa se duplicó respecto al total del gasto en I+D, en un periodo de 10 años (Howells, 1999; Bönnte, 2003). Estas tendencias han sido acompañadas con el descenso del número de departamentos de I+D internos y de una erosión de la ventaja competitiva de las actividades de I+D internas (Chesbrough, 2003).

Para las PYMES la utilización de agentes externos se presenta como una estrategia clave, ya que estos agentes no solo complementan sus capacidades internas y cubren las carencias que poseen, sino que proporcionan a la empresa de una flexibilidad para adaptarse rápidamente a las circunstancias específicas del entorno dinámico y tecnológico actual, de la que carecen otras empresas con infraestructuras mayores.

Esto nos lleva a considerar la importancia de analizar cómo la utilización de fuentes externas afecta actualmente a la innovación de las PyMEs y a formular la primera de las hipótesis: **HI: El aprovechamiento de oportunidades tecnológicas externas, aumenta los resultados de innovación de las empresas.**

Sin embargo, muchos estudios establecen que el aprovechamiento de las oportunidades tecnológicas no se genera por sí sólo, y advierten del riesgo de sobreestimar el papel de las fuentes externas de conocimiento (Nelson, 2000), y de la externalización de las actividades de I+D, por considerar que las empresas debilitan sus competencias estratégicas (Coombs, 1996). Los estudios de Oerlemans *et al.* (1998) en Netherlands y los de Freel (2003) en UK, muestran que los

recursos internos de la empresa son los principales determinantes de su rendimiento innovador y que la creación de redes externas tiene sólo un impacto limitado.

Los problemas más comunes a los que se enfrentan las PyMEs innovadoras, están relacionados con la limitación de recursos, lo que les conduce a realizar en la mayoría de los casos I+D no permanente. Aun así, algunos autores destacan su eficiencia como agentes de I+D, lo que significa que tienden a producir más patentes y más innovaciones que las grandes empresas por unidad de insumo que invirtieron en I+D (Acs y Audretsch, 1990; Rothwell y Dodgson, 1994; Van Dijk et al. 1997). En esta perspectiva, la presencia de algunas actividades formales de I+D en las PyMEs puede ser crucial, no sólo como un requisito previo para la innovación interna, sino también como un activo principal para desarrollar habilidades internas relacionadas con la identificación, asimilación y explotación del conocimiento procedente de fuentes externas (Cohen y Levinthal 1989, 1990). Adicionalmente, el desarrollo de tecnología propia puede ofrecer además algunas ventajas frente a su adquisición externa. Quizás la más importante está en el mantenimiento de la ventaja competitiva de la

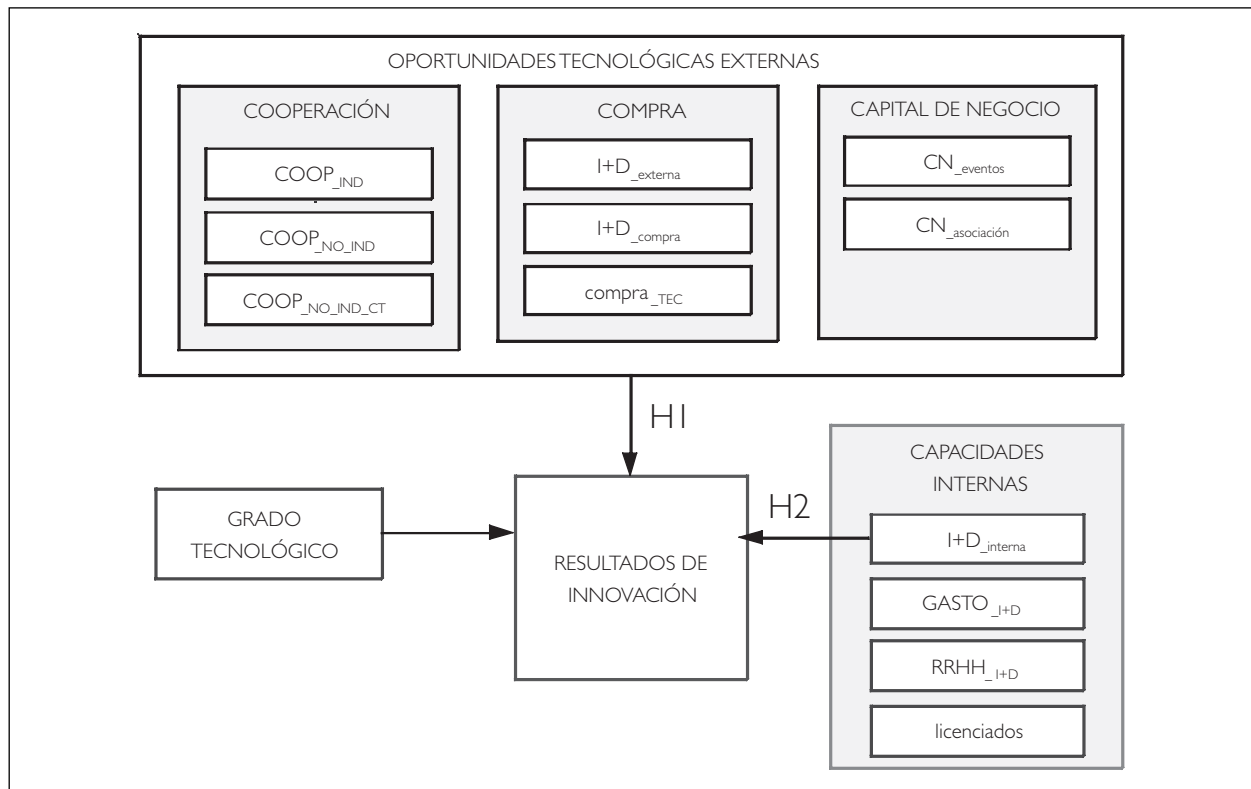
empresa cuando esta ventaja está basada en sus recursos de conocimientos propios.

A partir de estas consideraciones y teniendo en cuenta el crecimiento que están experimentando las empresas en la utilización de la I+D externa, comentado anteriormente, surge la necesidad de analizar cómo esta situación del entorno afecta a la I+D interna de la PYME, y a determinar cuál es su papel actual en la innovación. La hipótesis formulada al respecto es la hipótesis 2: **H2: La actividad innovadora interna de la empresa conlleva resultados significativos y positivos en la innovación**

### 2.1. Modelo

En esta propuesta, se analizan principalmente los efectos de las capacidades internas y la utilización de distintas estrategias de aprovechamiento de conocimiento externo (oportunidades tecnológicas) en los resultados de innovación de PYMES, para diversos grados tecnológicos. El esquema general del modelo se encuentra en la Figura 1, en la que se identifican las principales variables consideradas y las hipótesis formuladas.

Figura 1  
Modelo teórico



### 3. Análisis empírico

#### 3.1. Población y Muestra

La población objeto de estudio se corresponde con empresas industriales del sector metal-mecánico del Sistema de Innovación Territorial de la provincia de Alicante. Los sectores de actividad (CNAE-93) correspondientes al sector metalmecánico, que se han considerado como población para el estudio, son del 27 al 29 y del 31 al 35.

La fuente de datos utilizada, ha sido el Sistema de Balances Ibéricos (SABI), que a fecha de junio del 2008, contaba con 932 empresas. Al final de todo el proceso de realización de encuestas telefónicas se obtuvieron 170 cuestionarios, de los cuales sólo 138 fueron contestados en su totalidad (14,6% de la población), y son los que posteriormente se consideran como válidos para el análisis estadístico (95% de nivel de confianza, 8,2 % error muestral).

Destacar que 132 de las 138 empresas, han realizado al menos algún tipo de actividad relacionada con la innovación, pero sólo 62 empresas (44,9%) han tenido algún resultado (*output*) de innovación en alguno de los distintos tipos de innovación: producto, proceso, marketing u organización. En el análisis de los resultados distinguiremos entre la muestra global (138 empresas) y la submuestra formada por solo empresas innovadoras (62 empresas).

#### 3.2. Definición de variables

Las distintas preguntas del cuestionario cumplimentadas por las empresas recogen principalmente datos referidos a la frecuencia de utilización de recursos externos e internos y a los resultados de innovación obtenidos en los últimos tres años desde la realización del pase de la encuesta (2008).

Hasta la fecha, la investigación relacionada con las fuentes y determinantes de los cambios tecnológicos ha enfocado principalmente sus estudios en la innovación de producto (Becker y Peters, 2000; Stock *et al.*, 2001; Reichstein y Salter, 2006; Escribano *et al.*, 2008; Vega-Jurado *et al.*, 2009b; Zeng *et al.*, 2010; Wincent *et al.*, 2010) y más recientemente en la innovación de proceso (De Prodis, 2002; Vega-Jurado, 2009a, Raymond y St-Pierre, 2009). En cualquier caso, los distintos estudios realizan una clara diferenciación entre los tipos de innovación y analizan el proceso de innovación intentando determinar cuáles son los factores que afectan a cada tipo de inno-

vación de forma separada. Es escasa cuando casi inexistente, la literatura que engloba ambos conceptos conjuntamente en la medición de la innovación. Una de las primeras aportaciones que engloban distintos tipos de innovación en la medición de la innovación, la encontramos en el análisis del éxito de la innovación en las Pymes de Rammer *et al.* (2009), que utiliza las novedades de marketing, las novedades de producto, y las innovaciones eficientes y de calidad para medir el éxito de la innovación.

Este estudio pretende medir la innovación desde una perspectiva holística considerando como empresa innovadora a aquella que realiza innovaciones de producto, proceso, marketing u organización. Se trata, por lo tanto, de medir el rendimiento innovador de la empresa en su conjunto.

La variable dependiente utilizada para medir los resultados (*outputs*), de innovación ha sido el nº de innovaciones. Para la medición de cada una de estas innovaciones, se ha definido una variable continua para cada tipo de innovación, que recoge para cada caso, el número innovaciones en los últimos tres años: número de patentes, número de modelos de utilidad, número de procesos nuevos o mejorados implementados, número de productos nuevos o mejorados lanzados al mercado, número de métodos nuevos o mejorados de organización llevados a cabo y número de métodos nuevos o mejorados de marketing introducidos o desarrollado. Las variables contempladas recogen tanto la innovación tecnológica (producto/proceso) como la innovación no tecnológica (marketing y organización), así como la radicalidad de la innovación a través de las patentes y modelos de utilidad.

Bajo esta perspectiva se ha calculado la variable de resultados de innovación (INNO) como promedio de la suma de las variables definidas para medir las distintas innovaciones.

#### *Variables explicativas*

El primer grupo de variables explicativas está relacionado con las distintas capacidades internas consideradas en este estudio, que se corresponden las comúnmente utilizadas para medir la capacidad de absorción de forma unidimensional (Cohen y Levinthal, 1990; Stock *et al.*, 2001; Tsai, 2001; Zahra y Hayton, 2008; Veugelers, 1997; Becker y Peters, 2000; George *et al.*, 2001; Mangematin y Nesta, 1999; Petroni y Panciroli, 2002; Mowery y Oxley, 1995; Keller, 1996). Este enfoque permite considerar el doble

papel que éstas ejercen en la innovación, tal y como establece Cohen y Levinthal (1990), como requisito previo a la innovación interna y como papel principal en la adquisición, asimilación y explotación del mismo.

Por lo tanto, siguiendo esta misma línea ya consolidada, las variables consideradas en esta investigación para la medición de las capacidades internas han sido: las actividades de I+D interna,  $INT_{I+D}$  (Becker y Peters, 2000), la formación académica, LICEN (Lundvall *et al.*, 2002, Mangematin and Nesta, 1999), los gastos en I+D,  $GASTOS_{I+D}$  (George *et al.*, 2001) y los recursos humanos internos dedicados a actividades de I+D,  $RRHH_{I+D}$  (Veugelers, 1997).

El segundo grupo de variables se corresponden con las distintas estrategias de obtención de conocimiento externo. Siguiendo a Veugelers (1997) y Vega-Jurado (2008, 2009b) hacemos una primera distinción entre la adquisición a través de la cooperación en I+D (COOP) y la compra de I+D.

La propuesta contempla tres tipos de cooperaciones: cooperación industrial (clientes, proveedores, competidores), cooperación no industrial con agentes externos no científico técnicos y cooperación industrial con agentes científico técnicos (universidades y centros tecnológicos). La distinción entre diversos tipos de cooperación se debe a que la distinta naturaleza del conocimiento de cada una de estas fuentes, no solo puede requerir capacidades internas distintas sino obedecer a estrategias de innovación diferentes.

Dentro de las estrategias de compra, se ha distinguido entre la contratación externa de recursos de I+D ( $I+D_{externa}$ ), la adquisición de conocimiento externo en forma de patentes, invenciones no patentadas, licencias, marcas, etc. ( $compra_{I+D}$ ), y la compra de tecnología referente a maquinaria y equipos ( $compra_{TEC}$ ). Esta última estrategia ha adquirido relevancia en los últimos años (Evangelista, 1999, Benito, 2003). El estudio del CIS-4, muestra que la mitad de las firmas europeas que innovan en producto y proceso no llevan a cabo  $I+D_{interna}$ , mientras que aproximadamente el 70%, está relacionada con la compra de maquinaria, equipos y software. En el caso particular de España, de acuerdo con los datos agregados del 2007 publicados por el Instituto nacional de Estadística (INE), el 33% del gasto de innovación del 74% de las empresas innovadoras, estaba relacionado con la adquisición de maquinaria y equipo.

Adicionalmente, se han añadido también al modelo, como fuentes de conocimiento, aquellas derivadas de las relaciones con instituciones del mercado (asociaciones, ferias y eventos) pertenecientes al capital de negocio (relacional/social) del modelo Intellectus (CIC, 2003). Dentro de este apartado adicional se intenta recoger las otras fuentes de conocimiento que no se han explicitado directamente en el resto de estrategias contempladas y que están también relacionadas con mercado de negocio donde la empresa se desenvuelve.

La Tabla I, recoge la definición de cada una de las variables del modelo. En el cuestionario las empresas valoran la frecuencia de utilización de las distintas oportunidades tecnológicas en una escala likert 1-5: nunca, ocasionalmente, a menudo, con frecuencia, constantemente.

Los criterios de clasificación de las empresas por grado tecnológico utilizados en este estudio, se basan en la clasificación de sectores de alta tecnología que establece la CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas de España) en el año 1993. Se considera el grado tecnológico de la empresa ( $em\_presa_{HT}$ ), del cliente ( $cliente_{HT}$ ) y del proveedor ( $proveedor_{HT}$ ). Las variables creadas al respecto se corresponden con variables dicotómicas (0-1), que toman valores de 1 cuando el sector de actividad de la empresa (cliente/proveedor), pertenece a la clasificación de sectores de alta-media tecnología que establece la CNAE-93, y valores de 0 cuando no pertenece a dicha clasificación. Para la consideración del grado tecnológico de clientes (proveedores), se analiza el sector de actividad de los tres clientes (proveedores) principales, adquiriendo el valor de 1 si al menos uno de ellos pertenece a la clasificación de sectores de alta-media tecnología.

Por último, las variables de control seleccionadas han sido el tamaño (Freel, 2003, Rechstein y Salter, 2006; Vega-Jurado, 2009a; Escribano *et al.*, 2009) y la madurez (Rao y Drazin, 2002; Sorensen y Stuart, 2000; Autio *et al.*, 2000).

### 3.3. Especificaciones econométricas y métodos de estimación.

Para poder estudiar y analizar las hipótesis planteadas, se han propuesto dos modelos econométricos, de regresión lineal múltiple (Becker y Peters, 2000; Vega-Jurado *et al.*, 2008-2009; Hervás y Albors, 2009).

Tabla I  
Definición de las variables que representan las Oportunidades Tecnológicas

Variables	Descripción	Explicación de la variable
Resultados de innovación (INNO)	Promedio de innovaciones (producto, proceso, marketing y organización) en los últimos tres años	Variable métrica
Actividad interna de I+D ( $I+D_{interna}$ )	Frecuencia de realización de actividades internas de I+D	Medida en escala likert 1-5
Gastos de I+D ( $gastos_{I+D}$ )	Gastos totales de I+D	Escala ordinal: 1 (<30.000); 2 (30.000€-60.000€); 3 (60.000€-150.000€); 4 (150.000-300.000€); 5 (> 300.000 €)
Formación académica (licenciados)	Número de empleados con licenciaturas	Variable métrica
Recursos humanos en I+D ( $RRHH_{I+D}$ )	Número de empleados a tiempo completo dedicados a actividades de I+D	Variable métrica
Cooperación Industrial ( $COOP_{IND}$ )	Promedio de frecuencia de cooperación con clientes, proveedores y competidores (cada uno medido en escala likert)	Escala likert 1-5
Cooperación no Industrial ( $COOP_{no\ IND}$ )	Frecuencia de cooperación con agentes externos privados	Escala likert 1-5
Cooperación científico técnica no industrial ( $COOP_{no\ IND\ CT}$ )	Promedio de cooperación con entidades tecnológicas y universidades de Alicante (cada uno medido en escala likert)	Escala likert 1-5
Actividad externa de I+D ( $I+D_{externa}$ )	Frecuencia de realización de actividades externas de I+D	Escala likert 1-5
Adquisición de conocimiento externo ( $compra_{I+D}$ )	Frecuencia de adquisición de conocimiento externo (patentes, licencias,...)	Escala likert 1-5
Compra de recursos ( $compra_{TEC}$ )	Frecuencia de adquisición de recursos externos (equipamiento, software, maquinaria)	Escala likert 1-5
Asistencia a eventos (eventos)	Frecuencia de asistencia a ferias, congresos, workshops, relacionados con el negocio.	Escala likert 1-5
Utilización servicios de Asociaciones (asso)	Promedio de frecuencia de utilización de los servicios de las Asociaciones	Escala likert 1-5
$empresa_{HT}$	Igual a 1 si la empresa pertenece a la clasificación alta-media tecnología CNAE-93 y 0 si no.	Variable dicotómica (0-1)
$cliente_{HT}$	Igual a 1 si al menos uno de los tres clientes principales pertenece a la clasificación alta-media tecnología CNAE-93 y 0 si no.	Variable dicotómica (0-1)
$proveedor_{HT}$	Igual a 1 si al menos uno de los tres proveedores principales pertenece a la clasificación alta-media tecnología CNAE-93 y 0 si no.	Variable dicotómica (0-1)
tamaño	Promedio de empleados en los dos últimos años.	Variable métrica
madurez	La madurez de la empresa se mide como la edad de la empresa desde su creación.	Variable ordinal: emergente (0- 6 años), madura (7- 15 años), y consolidada (más de 15 años).

### Modelo I: Sin capacidades internas

$INNO = f(\text{oportunidades tecnológicas} + \text{grado tecnológico} + \text{variables de control})$

$INNO = f[(COOP_{IND} + COOP_{NO\_IND} + COOP_{NO\_IND\_CT}) + (I+D_{externa} + compra_{I+D} + compra_{TEC}) + (\text{eventos} + \text{asso}) + (empresa_{HT} + cliente_{HT} + proveedor_{HT}) + \text{tamaño} + \text{madurez}]$

## Modelo 2: Con capacidades internas

INNO = f (capacidades internas + oportunidades tecnológicas + grado tecnológico + variables de control)

$$\text{INNO} = f [(I+D_{\text{interna}} + \text{gastos}_{I+D} + \text{licenciados} + \text{RRHH}_{I+D}) + (\text{COOP}_{\text{IND}} + \text{COOP}_{\text{NO\_IND}} + \text{COOP}_{\text{NO\_IND\_CT}}) + (I+D_{\text{externa}} + \text{compra}_{I+D} + \text{compra}_{\text{TEC}}) + (\text{eventos} + \text{asso}) + (\text{empresa}_{\text{HT}} + \text{cliente}_{\text{HT}} + \text{proveedor}_{\text{HT}}) + \text{tamaño} + \text{madurez}]$$

El modelo 1 analiza principalmente el efecto que la frecuencia de relaciones externas ejerce en el rendimiento innovador, sin considerar sus capacidades internas. En el modelo 2 se incluyen ambas estrategias, internas y externas, lo que permite analizar por un lado el papel de las capacidades internas en el rendimiento innovador y por otro, el impacto de las capacidades internas en el efecto que el aprovechamiento de las oportunidades tecnológicas tiene en la innovación, a través de la comparación de los resultados obtenidos en ambos modelos.

Cada uno de los modelos se analiza para el conjunto de empresas de la muestra y para la submuestra de empresas innovadoras. De esta forma, con el conjunto de empresas (innovadoras y no innovadoras), analizamos la influencia de los distintos factores en la decisión de innovar, mientras que el análisis centrado exclusivamente en la submuestra de innovadoras conduce adicionalmente a identificar los motivos que conducen a la innovación.

El test realizado sobre los distintos modelos de regresión, se corresponde con la regresión condicional (*stepwise regression*). Este procedimiento, estima el modelo utilizando el mínimo número de variables no superficiales y significativas al mismo tiempo (Guillen, 1992). El test F, nos indica que los modelos planteados, a través de las variables explicativas, son significativas para explicar los resultados de innovación (INNO), al nivel de significación por debajo de 0.01 ( $p < 0.01$ ). Los coeficientes  $R^2_{\text{corregida}}$  indican en qué medida queda explicada, en cada modelo, la variabilidad de la variable dependiente (resultados de innovación). Adicionalmente, se han empleado otras técnicas de análisis bivalente, como, el cálculo de diferencias de medias de Mann Whitney.

## 4. Resultados

Del análisis de medias, se obtiene que los resultados de innovación, de las empresas que utilizan las oportu-

nidades tecnológicas, son significativamente mayores ( $p < 0,01$ ), que las empresas que no las utilizan. Para las empresas innovadoras son aquellas que utilizan las oportunidades tecnológicas (cooperación industrial, compra de I+D, pertenencia a asociaciones, e I+D externa), las que innovan significativamente más ( $p < 0,01$ ), que las empresas que no las utilizan (hipótesis 1).

Respecto a los resultados obtenidos en los modelos de regresión 1 y 2, se demuestra como el aumento de la frecuencia de utilización de recursos externos ( $I+D_{\text{externa}}$ ) aumenta significativamente los resultados de innovación, tanto para las empresas de la muestra (Tabla 2) como para la submuestra de empresas innovadoras (Tabla 3). Lo que corrobora aún más la **hipótesis 1**. Destacar que cuando se consideran las capacidades internas (modelo 2), la  $I+D_{\text{externa}}$  pierde importancia respecto a la  $I+D_{\text{interna}}$ , siendo esta última la que tiene mayor coeficiente. Para el caso de empresas innovadoras el peso de ambas variables está más igualado que cuando se considera todo el conjunto de empresas de la muestra, siendo además para empresas innovadoras más importante la  $I+D_{\text{externa}}$ , que para el conjunto de empresas de la muestra. Adicionalmente, los resultados de innovación de las empresas que realizando  $I+D_{\text{interna}}$ , realizan a su vez  $I+D_{\text{externa}}$ , son significativamente mayores ( $p < 0,01$ ), que los que no utilizan oportunidades tecnológicas.

En el modelo 1 se demuestra cómo el aumento de la frecuencia de cooperación con agentes industriales ( $\text{COOP}_{\text{IND}}$ ), aumenta significativamente los resultados de innovación. Estos resultados están en línea de numerosos estudios, como los realizados en UK, de Freel (2003), y Reichstein y Salter (2006), que destacan la importancia de establecer relaciones con proveedores para promover la innovación de proceso, especialmente para empresas dominadas por los proveedores. Becker y Peters (2000), encuentran relaciones positivas de la cooperación con proveedores, en los beneficios generados por la introducción de innovaciones en producto, y relaciones positivas en la cooperación con clientes para los beneficios generados por la introducción de mejoras en los productos.

Destacar que para la submuestra de empresas innovadoras, la  $\text{COOP}_{\text{IND}}$  no aparece como estrategia significativa para el rendimiento innovador. Entre las empresas innovadoras, la cooperación es necesaria pero no suficiente como para ser considerado como elemento diferenciador en la obtención de resultados de innovación (el 69,3 % de las empresas innovadoras cooperan en innovación), de hecho la fre-

cuencia de cooperación industrial de las empresas que innovan (1.72), es significativamente mayor (al 0.1) que las empresas que no innovan (1.13).

Por otra parte, en el modelo 2 (con capacidades internas), la cooperación no industrial con centros tecnológicos (COOP<sub>no\_IND\_CT</sub>), tiene una relación significativa y negativa con los resultados de innovación (Tabla 2 y Tabla 3), tanto en el conjunto de empresas de la muestra como en la submuestra de empresas innovadoras. Son diversos los estudios que encuentran efectos negativos entre la I+D<sub>interna</sub> y la utilización de recursos externos científico técnicos (Peters y Becker, 1998a, Vega-Jurado, 2009a). Estudios complementarios, no incluidos en este artículo, demuestran que en este caso, no existe un efecto de sustitución entre ambos, de hecho la cooperación no industrial científico técnica aumenta con la I+D (la media de cooperación para niveles de I+D por debajo de la media es de 0.07, mientras que para niveles de I+D por encima de la media es de 0.23, siendo estas diferencias significativas al 0.01). Además las correlaciones entre la COOP<sub>no\_IND\_CT</sub> y los RRHH<sub>I+D</sub>, son positivas y también significativas al 0.01, con un valor de 0.363 para el conjunto de la muestra y de 0.316 para las innovadoras. Los resultados obtenidos, se podrían justificar sabiendo que el tipo de actividades que las empresas realizan con agentes científico-técnicos, se corresponden con pruebas complementarias o diseños de prototipos, que no siempre dan resultados positivos a corto plazo, o incluso se podrían corresponder con proyectos paralelos de investigación que no son básicos para la supervivencia de la empresa, y por lo tanto no existe relación directa con los resultados de innovación. Adicionalmente, teniendo en cuenta la limitación de recursos de la que adolecen las PyMEs, podemos afirmar que si la empresa utiliza recursos económicos en estos agentes podría limitar o restringir la utilización de otras estrategias que bien podrían proporcionar sino mayores resultados de innovación si resultados más inmediatos. Esto, nos llevaría a pensar que el signo negativo se corresponde con un efecto de sustitución.

En relación al papel de las capacidades internas en la innovación, destacar que tanto para el conjunto de empresas de la muestra como para la submuestra de empresas innovadoras, son la I+D<sub>interna</sub> y la formación académica las capacidades que se relacionan de forma significativa y positiva con los resultados de innovación. Destacar que la I+D<sub>interna</sub>, es la variable que mayor peso tiene en la regresión, lo que valida la **hipótesis 2**, y demuestra la gran importancia que en la PyMEs sigue teniendo la actividad interna de I+D.

Tabla 2

Resultados para los modelos con capacidades internas.  
Conjunto de empresas de la muestra (138 empresas)

Modelo 1 (sin capacidades internas)		Modelo 2 (con capacidades internas)	
Variable dep.	INNO	Variable dep.	INNO
I+D <sub>externa</sub>	0,436***	I+D <sub>interna</sub>	0,550***
tamaño	0,243**	I+D <sub>externa</sub>	0,272***
COOP <sub>IND</sub>	0,17**	licenciados	0,194***
eventos	0,168**	gastos <sub>I+D</sub>	0,136**
		COOP <sub>no_IND_CT</sub>	-0,147***
R <sup>2</sup> <sub>corregida</sub>	0,564	R <sup>2</sup> <sub>corregida</sub>	0,803
F	45,923	F	111,856
sig	0,000	sig	0,000

Tabla 3

Resultados para los modelos con capacidades internas.  
Submuestra de empresas innovadoras. (62 empresas)

Modelo 1 (sin capacidades internas)		Modelo 2 (con capacidades internas)	
Variable dep.	INNO	Variable dep.	INNO
I+D <sub>externa</sub>	0,431***	I+D <sub>interna</sub>	0,507***
tamaño	0,314***	I+D <sub>externa</sub>	0,347***
		licenciados	0,240**
		COOP <sub>no_IND_CT</sub>	-0,193**
R <sup>2</sup> <sub>corregida</sub>	0,394	R <sup>2</sup> <sub>corregida</sub>	0,675
F	30,614	F	31,92
sig	0,000	sig	0,000

Cabe destacar que el tamaño de la empresa sólo es significativo cuando no se consideran las capacidades internas, lo que parece bastante lógico ya que existe una relación muy estrecha entre las capacidades internas y el tamaño de la empresa.

El grado tecnológico aunque no aparece como variable significativa en la regresión, los análisis de comparación de medias de Mann-Witney muestran que las diferencias de medias de resultados de innovación son significativas para los distintos grados tecnológicos de empresa, clientes y proveedores. Destacar que entre empresas que tienen clientes (o proveedores) pertenecientes a sectores de alta tecnología frente a las que no tienen clientes (o proveedores) de sectores de alta tecnología, se comprueba cómo, en los casos en los que la propia empresa no pertenece al sector de alta tecnología,



el grado tecnológico de los clientes y proveedores influye de forma significativa en los resultados de innovación, siendo las empresas con clientes y proveedores de alta tecnología las que innovan más que las que no tienen clientes y proveedores de baja tecnología. Para las empresas que pertenecen a sectores de alta tecnología, aunque existen diferencias, el efecto del grado tecnológico de cliente y proveedor queda moderado por el propio grado tecnológico de la empresa y, esta diferencia no es significativa.

## 5. Conclusiones

Pese a las limitaciones de las PyMEs, se demuestra la gran importancia que la presencia de actividades formales de I+D<sub>interna</sub> tiene en los resultados de innovación (coeficientes mayores en los modelos de regresión), no sólo para la innovación interna, sino también como elemento principal para el aprovechamiento de oportunidades tecnológicas (Cohen y Levinthal 1989, 1990). Los resultados muestran cómo las empresas que realizan I+D<sub>interna</sub>, utilizan significativamente más ( $p < 0,01$ ), las oportunidades tecnológicas que las que no realizan I+D, lo que valida la importancia que para las PYMEs tiene la realización cierta actividad interna de I+D para poder aprovechar el conocimiento externo.

Podemos destacar como factores internos que elevan el perfil innovador de las PyMEs industriales españolas, la realización de actividades internas con cierta frecuencia y la formación académica y como estrategias externas: la cooperación industrial y la I+D<sub>externa</sub>. Álvarez *et al.* (2005), identifican los mismos factores en pro de elevar el nivel competitivo de las empresas, a excepción de la utilización de la I+D<sub>externa</sub>.

Por otra parte, oportunidades tecnológicas como la cooperación industrial o la asistencia a eventos, son factores que llevan a las empresas a innovar, ahora bien, entre las empresas innovadoras son otros factores externos, como la utilización de I+D<sub>externa</sub>, los que conducen a las empresas a obtener mayores resultados de innovación. Esto significa que factores externos como la cooperación industrial y la asistencia a eventos aunque son necesarios para innovar no son suficientes cuando nos referimos al conjunto de empresas innovadoras.

Las PYMEs deben encontrar cuál es el nivel de capacidades internas "ideal" entendiendo como tal a aquel que les proporcione por un lado, la flexibilidad necesaria para una adaptación rápida y ágil a los cambios del entorno y por otro, la capacidad de absor-

ción necesaria para identificar y aprovechar las distintas oportunidades del entorno más adecuadas en cada situación. Cierta actividad interna de I+D podría mantener a la empresa en un nivel de preparación adecuado para identificar necesidades y completar sus carencias con recursos externos. Por otra parte, un nivel elevado de formación académico ayudará a la empresa a definir y establecer estrategias de innovación adecuadas en cada situación y a encontrar aquellas que mejor se adapten a sus necesidades y restricciones.

Algunas de las limitaciones del estudio podrían estar relacionadas con la medición del rendimiento innovador, para la cual no se ha tenido en cuenta el impacto de las innovaciones en los costes o en la cuenta de resultados, considerando por igual innovaciones que consumen gran cantidad de recursos (tiempo, económicos, RRHH), con aquellas que consumen menos. Respecto a las relaciones con agentes externos, el modelo mide la frecuencia de las relaciones obviando aspectos tales como confianza, dependencia, beneficio o valoración general de la relación, por lo que no existe diferencia entre la calidad de las relaciones, característica que podría influir considerablemente en los resultados obtenidos de la relación. Por otra parte, el análisis del impacto de las capacidades internas sobre el efecto del aprovechamiento de las oportunidades tecnológicas, no contempla en este estudio las posibles relaciones de complementariedad y sustitución, entre estrategias internas y externas, aspecto que se iniciará en las líneas futuras de esta investigación.

## Bibliografía

- ACS, Z. y AUDRETSCH, D. (1990). *Innovation and small firms*. London. MIT Press.
- ALVAREZ, I., FONFRÍA, A. y MARÍN, R. (2005). «The role of networking in the competitiveness profile of Spanish firms». ICE working paper WP04/05. Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Madrid.
- ARORA, A. y GAMBARDELLA, A. (1994). «Evaluating technological information and utilizing it: Scientific knowledge, technological capability and external linkages in biotechnology». *Journal of Economic Behavior and Organization*, 24, pp. 91-114.
- ARORA, A., FOSFURI, A., GAMBARDELLA, A., 2001. *Markets for Technology: Economics of Innovation and Corporate Strategy*, Cambridge: The MIT Press.
- AUTIO, E., SAPIENZA H. y ALMEIDA J. (2000). «Effects of Age at entry knowledge intensity and imitability on In-

- ternational growth». *Academy of management journal*, 43, 909-924.
- BECKER, W. y PETERS, J. (2000). «Technological opportunities, absorptive capacity and innovation», en: *The Eight International Joseph A. Schumpeter Society Conference Center for Research in Innovation and Competition (CRIC)*, University Manchester, Manchester, 28 June-1 July.
- BENEITO, P. (2003). «Choosing among alternative technological strategies: An empirical analysis of formal sources of innovation». *Research Policy*, n.º 32, pp. 693-713.
- BÖNTE, W. (2003). «R&D and productivity: Internal vs external R&D. Evidence from West German manufacturing industries». *Economics of Innovation and New Technology*, n.º 12, pp. 343-360.
- BRESCHI, S., y MALERBA, F. (1997). «Sectoral innovation systems, technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries» en: Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation*, London, Pinter, pp. 130-156.
- CALOGHIROU, Y., TSAKANIKAS, A., VONORTAS, N. (2001). «University-industry cooperation in the context of the European Framework Programmes». *Journal of Technology Transfer* 26, pp. 153-161.
- CASSIMAN, B., y VEUGELERS, R. (2006). «In search of complementarity in innovation strategy: internal RD and external knowledge acquisition». *Management Science*, 52, pp. 68-82.
- CAPO-VICEDO, J., TOMÁS-MIQUEL, J.V., EXPOSITO-LANGA, M. (2009) «Redes virtuales de PYMES. Un caso de estudio en el sector Textil español». *Dirección y organización*, 38, pp. 66-77.
- CHESBROUGH, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press.
- CIC. (2003). «Modelo Intellectus: Medición y gestión del capital intelectual», documento 5. Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento (CIC), Universidad Autónoma de Madrid. Documentos Intellectus.
- COHEN, W. y LEVINTHAL, D. (1989). «Innovation and learning: the two faces of RD». *The Economic Journal*, 99, pp. 569-596.
- COHEN, W. y LEVINTHAL, D. (1990). «Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation». *Administrative Science Quarterly*, 35, pp. 128-152.
- COOMBS, R. (1996). «Core competences and the strategic management of R&D», *R&D Management*, 26, pp. 345-355.
- DE PROPRIIS L. (2002). «Types of Innovation and Inter-firm Cooperation». *Entrepreneurship and Regional Development*, 14 (4), pp. 337-353.
- DIEZ, J. (2002). «Metropolitan innovation systems: a comparison between Barcelona, Stockholm, y Vienna». *International Regional Science Review* 25 (1), 63-85.
- DOLOREUX, D. (2004). «Regional networks of small and medium sized enterprises: evidence from the metropolitan area of Ottawa in Canada». *European Planning Studies* 12 (2), pp. 173-189.
- EDQUIST C. (1997). «Systems of innovation approaches - their emergence and characteristics», en Edquist, C. (ed.) (1997) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, London: Pinter/Cassell.
- ESCRIBANO A., FOSFURI, A. y TRIBÓ, J. (2009). «Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity». *Research Policy*, 38, pp. 96-105.
- EVANGELISTA, R. (1999). *Knowledge and Investment. The Sources of Innovation in Industry*. Cheltenham, UK. Edward Elgar.
- FREEL, M. (2003). «Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity». *Research Policy*, 32, pp. 751-770.
- GAMBARDELLA, A. (1992). «Competitive advantages from in-house scientific research: the US pharmaceutical industry in the 1980s». *Research Policy* 21, pp. 391-407.
- GANS, J. y STERN, S., 2003. «The product market and the market for ideas commercialization strategies for technology entrepreneurs». *Research Policy*, 32 (2), pp. 333-350.
- GEORGE, G., ZAHRA, S. A., WHEATLEY, K. y KHAN, R. (2001). «The effects of alliance portfolio characteristics and absorptive capacity on performance: A study of biotechnology firms». *Journal of High Technology Management Research*, 12(2), pp. 205-226.
- GUILLEN, M. (1992). *Análisis de Regresión Múltiple*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- HAGEDOORN, J. (2002). «Inter-firm RD partnerships: An overview of major trends and patterns since 1960». *Research Policy*, 31 pp. 477-492.
- HERVÁS, J. y ALBORS, J. (2009). «The role of the firm's internal and relational capabilities in clusters: when distance and embeddedness are not enough to explain innovation». *Journal of Economic Geography*, 9 pp. 263-283.
- HIDALGO, A., VIZÁN A., TORRES M. (2008) « Los factores clave de la innovación tecnológica: claves de la competitividad empresarial» *Dirección y Organización*, 36, pp. 5-22.
- HOWELLS, J. (1999). «Regional systems of innovation?», in Archibugi, D., Howells J. y Michie J. (eds), *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge. Cambridge University Press.

- KELLER, W. (1996). «Absorptive capacity: on the creation and acquisition of technology in development». *Journal of Development Economics*, 49, pp. 199-227.
- KLEVRICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R.; WINTER, S. (1995): «On the sources of significance of inter-industry differences in technological opportunities», *Research Policy*, 24, pp. 185-205.
- LUNDEVALL, B. (ed.) (1992): *National Systems of Innovation: towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter: London.
- MANGEMATIN, V. y NESTA, L. (1999). «What kind of knowledge can a firm absorb?» *International Journal of Technology Management* 18, pp. 149-172.
- MCEVILY, B. y ZAHEER, A. (1999). «Bridging ties: a source of firm heterogeneity in competitive capabilities». *Strategic Management Journal*, 20 (12), pp. 1133-1156.
- MOWERY, D. y OXLEY, J. (1995). «Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation system». *Cambridge Journal of Economics* 19, pp. 67-93.
- MOWERY, D.C., OXLEY, J.E., SILVERMAN, B.S., (1996). «Strategic alliances and interfirm knowledge transfer». *Strategic Management Journal*, 17, pp. 77-91.
- NELSON, R. (2000), «National innovation systems», in: Acs, Z., (Ed.), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*, Pinter: London.
- NIETO, M. y QUEVEDO, P. (2005). «Absorptive capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort», *Technovation*, 25, pp. 1141-1157.
- OECD. (2005). *Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. Third edition. OECD/European Communities.
- OERLEMANS, L., MEEUS, M. y BOEKEMA, F. (1998). «Do networks matter for innovation? The usefulness of the economic network approach in analysing innovation». *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 89, pp. 298-309.
- PETRONI, A. y PANCIOLO, B. (2002). «Innovation as a determinant of suppliers' roles and performances: An empirical study in the food machinery industry». *European Journal of Purchasing Supply Management*, 8, pp. 35-149.
- RAMMER, C., CZARNITZKI, D. y SPIELKAMP, A. (2009). «Innovation success of non-R&D-performers: substituting technology by management in SMEs» *Small Business Economics*, Springer, 33(1), 35-58.
- RAO, H y DRAZIN, R. (2002). «Overcoming resource constraints on product innovation by recruiting talent from rival: A study of the mutual fund industry, 1984-1994». *Academy of management Journal*, 45, 491-507.
- RAYMOND, L. y St-PIERRE, J. (2009). «R&D as a determinant of innovation in manufacturing SMEs: an attempt at empirical clarification». *Technovation*, 30 (1), pp. 48-56.
- REICHSTEIN, T. y SALTER, A. (2006). «Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms», *Industrial corporate Change*, 15, pp. 653-682.
- ROTHWELL, R. y DODGSON, M. (1994). «Innovation and size of firm», en Dodgson, R. y Rothwell M. (eds.). *The handbook of industrial innovation* (310-324). Aldershot: Edward Elgar Publishing Limited.
- SORENSEN, J. y STUARD, T. (2000). «Aging, obsolescence, and organizational innovation». *Administrative Science Quarterly*, 45, 81-112.
- STOCK, G., GREIS, N. y FISCHER, W. (2001). «Absorptive capacity and new product development». *Journal of High Technology Management Research*, 12 (1), pp. 77-91.
- TSAI, W. (2001). «Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance». *Academy of Management Journal*, 44, pp. 996-1004.
- VAN DIJK, B., HERTOEG, R. D., MENKVELD, B. y THURIK, R. (1997). «Some new evidence on the determinants of large and small-firm innovation». *Small Business Economics*, 9, pp. 335-343.
- VEGA-JURADO, J., GUTIÉRREZ, A. y FERNÁNDEZ-DE-LUCIO, I. (2009a.) «Does external knowledge sourcing matter for innovation? Evidence from the Spanish manufacturing industry». *Industrial and Corporate Change*, 18 (4), pp. 637-670.
- VEGA-JURADO, J., GUTIÉRREZ, A. y FERNÁNDEZ-DE-LUCIO, I. (2009b.) «La Relación entre las Estrategias de Innovación: Coexistencia o Complementariedad». *Journal of Technology Management & Innovation*, 4 (3), pp. 74-88.
- VEGA-JURADO, J., GUTIÉRREZ, A., FERNÁNDEZ-DE-LUCIO, I. y MANJARRÉS, L. (2008). «The effect of external and internal factors on firms product innovation». *Science direct. Research policy* 37, 616-632.
- VEUGELERS, R. (1997). «Internal R&D expenditures and external technology sourcing». *Research Policy* 26, pp. 303-315.
- VEUGELERS, R. y CASSIMAN, B. (1999). «Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms». *Research policy*, 28, pp. 63-80.
- WINCENT, J., ANOKHIN, S. y ÖRTQUIST, D. (2010). «Does network board capital matter? A study of innovative performance in strategic SME networks». *Journal of Business Research*, 63 (3), 265-275.
- ZAHRA, S. y HAYTON, J. (2008). «The effect of international venturing on firm performance: The moderating influence of absorptive capacity». *Journal of Business Venturing*, 23, pp. 95-220.
- ZENG, S., XIE X. y TAM, C. (2010). «Relationship between cooperation networks and innovation performance of SMEs». *Technovation*, 3, pp. 181-194.