

XVI ENCUENTRO DE ECONOMÍA APLICADA
GRANADA, 6 Y 7 DE JUNIO DE 2013

La Cooperación en I+D en el sector automovilístico español

Erika Raquel Badillo^a

Francisco Llorente^a

Rosina Moreno^a

^a AQR Research Group-IREA, Department of Econometrics, Statistics and Spanish Economy, University of Barcelona, Av. Diagonal 690, 08034 Barcelona, Spain (e-mail: ebadillo@ub.edu, fllorente@ub.edu, rmoreno@ub.edu)

Abstract

Este trabajo persigue analizar la cooperación en actividades de I+D en el sector automovilístico en España. En concreto, en primer lugar se estudia en qué magnitud las empresas del sector cooperan con diversos agentes exteriores en el ámbito de la innovación tecnológica, y en caso de hacerlo, con qué tipo de socio colaborador (*partner*), todo ello prestando especial atención al papel que puede estar jugando el tamaño de las empresas en este tipo de actividades. En segundo lugar, se persigue estudiar cuáles son los factores que resultan tener un efecto determinante en la decisión de las empresas de llevar a cabo actividades de colaboración en I+D. Para todo ello se utilizan los datos que ofrece el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) en el periodo 2006-2008 seleccionando las empresas del sector de vehículos de motor. Posteriormente, se estima un modelo probit bivalente donde se tienen en cuenta los dos tipos de cooperación más utilizados en el sector automovilístico, la cooperación vertical y la institucional, considerando explícitamente las interdependencias que pueden surgir en la elección de ambas simultáneamente por parte de la misma empresa.

Palabras clave: Innovación, Cooperación en I+D, Elección de socios, Tamaño empresarial, Sector automovilístico

JEL classification: D22; O32; L24; L62

1. INTRODUCCIÓN

Un automóvil es un sistema tecnológicamente complejo donde convergen diversas tecnologías y campos tecnológicos tanto de procesos¹ como de producto² (Lara et al., 2005). Los fabricantes y sus proveedores carecen internamente del conjunto de capacidades tecnológicas, recursos y conocimientos necesarios para realizar individualmente el conjunto de cambios tecnológicos a incorporar en los módulos, sistemas y componentes de los automóviles, para satisfacer unos clientes que demandan, cada vez más, innovaciones en los nuevos modelos sin que aumente el precio. Innovaciones que son costosas y a recuperar en menos tiempo, por lo que requieren cooperar en el ámbito de la I+D+i con agentes externos (Martínez y Pérez, 2003; Oliver Wyman, 2008).

Las empresas fabricantes localizadas en España mayoritariamente no realizan actividades de I+D o si las realizan, escasamente. Hay excepciones, destacando SEAT, única empresa integral fabricante de automóviles en España (con unas 1000 personas dedicadas a I+D en su Centro Técnico), le siguen Nissan M.I. y la filial de Fiat (Iveco Pegaso.), y en menor medida Renault (I+D en motores) y Santana Motor³. El resto de factorías ensambladoras localizadas en España realizan innovaciones de procesos, recibiendo las innovaciones de producto desde otros centros técnicos del grupo.⁴

Frente a las formas de mercado y jerárquica, las empresas tienen la alternativa de organizarse en red (Powell, 1990) e implantar la *Open Innovation*, cooperando con diversos agentes externos⁵, de manera que el conocimiento fluya entre sus miembros para crear valor e incrementar su ventaja competitiva (Frels et al., 2003).

¹Destacan las tecnologías avanzadas de mecanizado, el diseño y desarrollo de los sistemas productivos flexibles, configurable, robustos y fiables, desarrollar procesos amigables y ergonómicos, incorporar nuevas herramientas TIC en la cadena de valor, la fábrica virtual, etc. (Fedit, 2010)

² Inciden las regulaciones medioambientales, introducir nuevas funciones en los vehículos y la mayor relevancia de la seguridad activa y pasiva. Destaca la investigación en los nuevos materiales (nuevos polímeros y composites, aleaciones ligeras y de alta resistencia, materiales inteligentes, biomateriales, nanomateriales), sistemas eléctricos y electrónicos (sistemas de ayuda al conductor, sistemas inteligentes de transporte, dispositivos telemáticos, etc.), sistemas de propulsión alternativos y combustibles avanzados, nuevas arquitecturas del vehículo, etc. (De Juan, 2003; Fedit, op. cit.).

³Hasta su cierre como empresa en el ejercicio 2011. Coordinó entre 2006-2008 el proyecto Hércules, colaborando con 4 empresas y 2 centros tecnológicos, para diseñar un todoterreno de hidrógeno con pilas de combustible.

⁴ En España, la mayoría de los proveedores de primer nivel son de capital extranjero, destacando ciertas filiales por el hecho de realizar parte de su I+D en España (Lear, TRW, Valeo y Bosch), si bien en las empresas de capital extranjero, generalmente, la I+D que incorporan sus productos se realiza en centros fuera de España, y pocas efectúan investigación y diseño de producto en la filial española (Llorente, 2011). También destacan algunos grupos de capital nacional que realizan I+D (p.e. Antolín Irausa, Ficosa Internacional, Gestamp, CIE Automotive y Mondragón automoción).

⁵ Clientes, proveedores, empresas del grupo, universidades, centros tecnológicos, laboratorios y competidores.

El objetivo del presente trabajo es analizar la cooperación en actividades de I+D en el sector automovilístico en España. En concreto, en primer lugar pretendemos estudiar en qué magnitud las empresas del sector cooperan con diversos agentes exteriores en el ámbito de la innovación tecnológica, y en caso de hacerlo, con qué tipo de socio colaborador (*partner*). En este primer análisis del trabajo se presta especial atención al papel que puede estar jugando el tamaño de las empresas en este tipo de actividades. En segundo lugar, se persigue estudiar cuáles son los factores que resultan tener un efecto determinante en la decisión de las empresas de llevar a cabo actividades de colaboración en I+D. Para todo ello se utilizan los datos que ofrece el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) en el periodo 2006-2008 seleccionando las empresas del sector de vehículos de motor (CNAE 34). Posteriormente, se estima un modelo probit bivariante donde se tienen en cuenta los dos tipos de cooperación más utilizados en el sector automovilístico, la cooperación vertical y la institucional, considerando explícitamente las interdependencias que pueden surgir en la elección de ambas simultáneamente por parte de la misma empresa.

El trabajo sigue la siguiente estructura. Tras esta introducción, en la sección segunda se ofrece la revisión de la literatura sobre las teorías que justifican la elección empresarial de realizar actividades de cooperación en I+D, así como el papel que juega el tamaño empresarial en tales decisiones. En la sección tercera se describen los datos y se ofrecen los resultados del análisis descriptivo efectuado, mientras la sección cuarta ofrece los resultados de las regresiones en torno a los determinantes de la cooperación. La sección última presenta las principales conclusiones y líneas futuras de investigación.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Teorías que sustentan actividades de cooperación en I+D en términos generales

Entre las teorías que sustentan la elección de las empresas por realizar sus actividades de innovación de forma cooperada con otros agentes, según *la Teoría de los Costes de Transacción*, la colaboración⁶ debe efectuarse cuando se minimizan los costos de transacción entre quienes colaboran, existiendo transacciones con alto grado de especificidad y bajo comportamiento oportunista (Williamson, 1985, op. cit.). Por su

⁶ La cooperación es un mecanismo de gobierno intermedio para las empresas que está entre la internalización en la empresa y el comprar al exterior (Williamson, 1991).

parte, *el Enfoque Estratégico* establece que los agentes que cooperan se especializan en lo que mejor saben hacer, buscando ser más competitivos conjuntamente que por separado (Gómez Casseres, 1997). De esta forma, cooperar facilita acceder al *know how* de otras organizaciones, compartir costes y riesgos (Kogut, 1988), y mejorar la posición competitiva en el mercado (Porter, 1986; Contractor y Lorange, 1988). Asimismo, *la Teoría de los Recursos y Capacidades* sostiene que colaborar posibilita acceder a recursos, capacidades tecnológicas y conocimientos valiosos, escasos, no disponibles internamente, que ofrecen socios en el exterior y son complementarios a los disponibles internamente (Miotti y Sachwald, 2003, Montoro, 2005), dándose un aprendizaje entre los socios (Chen y Chen, 2003).

Motivaciones para la cooperación en innovación según tipo de agente externo

Cuando una empresa decide cooperar para llevar a cabo actividades de I+D, puede hacerlo con clientes y proveedores (cooperación vertical), con empresas del mismo grupo, con universidades y centros tecnológicos (cooperación institucional) o con empresas competidoras (cooperación horizontal). La motivación a la hora de escoger cooperar en I+D puede ser diferente según se haga con un tipo de socio u otro.

En el caso de la *cooperación vertical*, el cliente sabe lo que quiere y necesita, dando una información a sus proveedores que les facilita poder innovar en producto (Tether, 2002). Su colaboración ayuda a identificar oportunidades de mercado para el desarrollo tecnológico, reduce la probabilidad de un mal diseño en las primeras fases del desarrollo y facilita identificar nuevas tendencias en el mercado (Kuen-Hung, 2009; Von Hippel et al., 2009). En el sector automovilístico, los fabricantes de automóviles acumulan el conocimiento global del vehículo, mientras que sus proveedores tienen más conocimiento tecnológico sobre los componentes, sistemas y módulos, a quienes los fabricantes delegan más I+D+i (Llorente, 2008), y con quienes suelen compartir más responsabilidades (Clark y Fujimoto, 1991; Takeishi, 2001). El modelo de la producción ajustada incorpora unas relaciones estrechas entre el fabricante y parte de sus proveedores, que son a largo plazo y de confianza (Womack et al., 1990; Sako y Helper, 1998).

Las grandes empresas que ofrecen módulos y/o sistemas participan más en los equipos de ingeniería simultánea de los nuevos modelos, liderados por *product managers* de los

fabricantes (Llorente, op. cit.). Es decir, los proveedores de primer nivel corresponden a grandes grupos multinacionales que suelen ser socios estratégicos de los ensambladores, mientras que al descender en la pirámide de proveedores, la dimensión empresarial disminuye y se suele realizar menos I+D, al disponer de menos recursos para tal actividad (de personal, tecnológicos y financieros), suministrando generalmente productos de menor contenido tecnológico y reduciéndose, por tanto, la interdependencia entre cliente y proveedor (Mahapatra et al., 2010), generándose relaciones más competitivas.

La cooperación con empresas del grupo en el caso de las empresas automovilísticas, surge en la mayoría de los casos como consecuencia de que las filiales de multinacionales de capital extranjero suelen tener localizados sus centros técnicos relevantes en la matriz o en filiales de otros países donde diversos fabricantes tienen relevantes centros tecnológicos. En estos casos, un factor de ventaja competitiva del grupo es el éxito en la transferencia del conocimiento tácito desde la sede central a sus filiales (Rugraff, 2011).

Cooperación institucional. Las *Universidades* y los *Centros de I+D*⁷ constituyen, principalmente, la infraestructura pública de investigación que se incorpora en el sistema de innovaciones (Nelson, 1993), siendo una de las fuentes más importantes de spillovers tecnológicos (Benavides y Quintana, 2003).

Las universidades permiten acceder a nuevo conocimiento (Hagerdoorn, 2000) e investigaciones que posibilitan el desarrollo de novedosos productos (Lee, 2000). Junto a los Centros de I+D aportan nuevas ideas y complejas innovaciones (Fontana et al., 2006), generando nuevos conocimientos científicos y tecnológicos (Lundvall, 1992), que complementan la investigación aplicada de la empresa (Chastenet et al., 1990). Resultan muy útiles en el desarrollo de tecnologías *high tech*⁸ (Van Looy et al., 2003) e

⁷ En España incorpora a los Organismos Públicos de Innovación (OPIs), que son instituciones de investigación de carácter público y ámbito nacional que, junto con las universidades, forman el núcleo básico del sistema público de investigación científica y desarrollo tecnológico español, al ejecutar la mayor parte de las actividades programadas en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica. A nivel español, las instituciones Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) colaboran con el sector automovilístico.

⁸ En el sector automovilístico, la nanotecnología ofrece nuevas posibilidades tecnológicas, existiendo una significativa oferta de ciertas universidades españolas (p.e. la Universidad de Barcelona y la Universidad Politécnica de Cataluña) y entre las Oficinas Públicas de Innovación (OPIs) destaca el CSIC.

investigaciones ubicadas en la frontera tecnológica (Miotti y Sachwald, op. cit). Las Universidades prefieren trabajar con grandes empresas, ya que disponen de mayores recursos financieros para I+D y capacidad tecnológica, lo que les otorga a las Universidades mayor prestigio y mayores oportunidades de nuevos trabajos de investigación (Shapira et al., 1995; Beise y Stahl, 1999).

Los *Centros Tecnológicos*, según Santamaría (2001), dirigen su actividad hacia la generación, transferencia y difusión de la innovación tecnológica en las empresas. Entre sus actividades se encuentra la generación de proyectos de I+D, el asesoramiento y asistencia técnicas, la difusión tecnológica y el fomento de la cooperación internacional. Según este autor así como en Bayona et al. (2000), los centros tecnológicos buscan conocimientos más relacionados con la resolución de problemas de diseño y desarrollo de productos. Gracia y Segura (2003) consideran que los centros tecnológicos permiten enfocar la investigación básica desarrollada en las universidades y otros centros de investigación hacia la mejora de las empresas.

De forma global, las Universidades y Centros Tecnológicos permiten también a las empresas acceder a equipamientos e infraestructuras especializadas (Callejón et al., 2008), para realizar pruebas y ensayos, ofreciendo investigadores muy cualificados (Dooley y Kirk, 2007). Es probablemente por ello que la literatura destaca una relación positiva entre la obtención de financiación pública y la decisión de llevar a cabo proyectos de innovación juntamente con instituciones (p.e. Cassiman y Veugelers, 2002, Miotti y Sachwald, op. cit. a nivel internacional y Santamaría y Rialp, 2007, y Badillo y Moreno, 2012, para el caso español).

La cooperación horizontal se basa en las relaciones de cooperación mantenidas entre una empresa y sus competidores. Así, la estrategia de simultanear la competición y cooperación con determinados competidores se denomina *coopetición* (Brandenburger y Nalebuff, 1996). En esta estrategia se usa deliberadamente la cooperación y la competición para obtener un juego de suma positiva y un mejor resultado tanto individual como colectivo con los competidores (Bengtsson y Koick, 1999; Czakon, 2010). Sin embargo, la coopetición también puede considerarse un riesgo (Sowling et al., 1996), dado que la empresa competidora puede tener mayor capacidad de absorción de conocimiento externo y de esta forma acceder a información relevante que puede

utilizar en su beneficio en investigaciones futuras que haga de forma individual. (Cassiman y Veugelers (1998) muestran, para el caso de las empresas belgas, que la cooperación con los competidores se utiliza de forma reducida, probablemente por el hecho de ser más difícil de gestionar (Röller et al., 1997). Nieto y Santamaría (2007) verificaron, para el caso de las empresas españolas, que la colaboración con proveedores, clientes y centros de investigación tiene un impacto positivo en la novedad de la innovación, mientras que es negativa cuando se colabora con competidores. Llorente (2011, 2012) verificó en Cataluña para los años 2003 y 2006 que los proveedores directos de los fabricantes de automóviles cooperaban escasamente con sus competidores.

Cooperación tecnológica y tamaño empresarial

Tras analizar las diferentes motivaciones que llevan a las empresas a colaborar en actividades de I+D dependiendo del tipo de socio, pasamos ahora a revisar la evidencia previa en relación al papel que puede tener el tamaño empresarial en las decisiones de llevar a cabo actividades de cooperación en innovación.

En la literatura no hay consenso respecto al efecto del tamaño empresarial en la probabilidad de colaborar con agentes externos (Pisano, 1990, Bayona et al., 2003; Galende y De la Fuente, 2003; Sánchez, 2007). A nivel teórico, según Robertson y Galignon (1998), para realizar I+D debe disponerse de la suficiente cantidad de recursos financieros, técnicos y humanos, que suelen poseer en mayor medida las grandes empresas (Rothwell y Dogson 1991; Narula, 2004). Además, para absorber el conocimiento externo que ofrecen otros agentes se requiere tener una base de conocimiento interno y realizar I+D interna (Cohen y Levinthal, 1990; Veugelers y Cassiman, 2005), que es superior en las grandes empresas (Tether, 1998). Sin embargo, las pequeñas empresas se caracterizan por disponer de menores economías de escala en I+D, menores fondos y personal para realizar la I+D así como otros recursos críticos para la innovación tales como las habilidades de gestión para crear y mantener actividades de cooperación (Narula, op. cit.; Chun y Mun, 2012). Por ello, la cooperación habría de permitirles superar dicha menor disponibilidad de fondos en I+D (Hewitt-Dundas 2006) y compartir con terceros los costes fijos asociados a tales proyectos (Busom y Fernández-Ribas, 2004). Asimismo, para Forrest y Martin (1992), las Pymes, al colaborar, buscan facilitar la exploración rápida de las tecnologías,

compartir los riesgos de desarrollar nuevos productos y acceder a nueva financiación. En cambio para las grandes, la ventaja de la cooperación reside en poder acceder a la experiencia en I+D del socio, tener una ventana abierta a la nueva tecnología y desarrollar productos para nichos de mercado específicos.

Parece deducirse por tanto que, aunque con motivaciones diferentes, tanto las grandes como las pequeñas empresas tienen motivaciones que les hace atractivo embarcarse en actividades de cooperación en innovación. Y, desde ese punto de vista, el tamaño empresarial no debería influir en la propensión de las empresas a establecer acuerdos de cooperación en innovación. ¿Se corrobora tal conclusión a nivel empírico? Un gran número de estudios empíricos concluyen que las grandes empresas cooperan en mayor medida (p.e. Cassiman y Veugelers, 1998, 2002; Bayona et al., 2001; Becker y Dietz, 2004; Miotti y Sachwald, op. cit.; Negassi, 2004), se benefician más de la cooperación (Veugelers, 1998) e innovan de forma más abierta que las Pymes (De Backer, 2008). Una excepción clara es el estudio de Abramovsky et al. (2009), que para el caso de una muestra de empresas de cuatro países europeos no encontraron que el efecto del tamaño fuera significativo a la hora de explicar la cooperación en innovación. Para el caso español también se ha comprobado que hay mayor propensión a cooperar por parte de las grandes empresas (Bayona et al., 2001; López, 2008). En la industria auxiliar automovilística española, Martínez y Pérez (2002) verificaron la existencia de una relación positiva del tamaño de la empresa con la cooperación con los clientes, pero no con los proveedores. Asimismo, para el caso catalán y en relación a la cooperación con los proveedores directos de los fabricantes de automóviles, Llorente (2012) obtuvo que las grandes empresas cooperan en I+D en una proporción superior que las pequeñas. Por todo ello, si bien existen argumentos teóricos que motivarían tanto a grandes como a pequeñas a realizar acuerdos de colaboración en actividades de innovación con agentes externos, las empresas grandes suelen hacerlo con mayor frecuencia.

Sin embargo, cuando se tiene en cuenta la cooperación institucional, el papel del tamaño resulta ser diferente según se trate con universidades o con centros tecnológicos. Barge Gil et al. (2007) muestran que las empresas que colaboran con centros tecnológicos, suelen ser más pequeñas, probablemente debido a su menor capacidad interna de innovación así como por la orientación principalmente hacia el desarrollo tecnológico y no hacia la investigación, de los centros tecnológicos. Por el contrario, las empresas

grandes colaboran más con las universidades, al poseer mayores capacidades internas, y estar más orientadas hacia la investigación de carácter más básico.

3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La base de datos utilizada en este trabajo es el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC)⁹, de donde se seleccionan las empresas disponibles para la rama de Vehículos de motor, lo que nos ofrece finalmente una muestra de 196 empresas. A continuación se presenta un análisis descriptivo, donde se presta una especial atención a los tipos de agentes con quien cooperar, así como al tamaño empresarial (distinción entre <100, 101-250, 251-500 y > 500 trabajadores).

Para caracterizar la muestra en términos generales, cruzando el tamaño empresarial y la tipología del capital de la empresa (Tabla 1), se observa que la mayor parte de empresas son exclusivamente de capital nacional (64,8%), así como principalmente PYMES (63,8% con menos de 250 trabajadores). En concreto, prácticamente una tercera parte (30,1%) son pequeñas empresas (<100 trabajadores) de capital nacional. En cambio, las grandes empresas (>500 trabajadores) se caracterizan por la clara superior participación extranjera en su capital (un 16.3% de las empresas del sector del automóvil son grandes y de ellas, casi el 70% están participadas mayoritariamente por capital extranjero).

En relación con la actividad innovadora de las empresas del sector, la Tabla 2 muestra la distribución del personal interno dedicado a I+D para el total de la muestra, como variable que aproxima la innovación que realiza la empresa. Se obtiene una mediana de sólo 4 personas, con un 25% de empresas con al menos 12 personas y sólo el 10% con más de 40 personas. Por tanto, existe una clara evidencia del escaso volumen de personal dedicado a actividades de innovación, siendo las grandes empresas (más de 500 trabajadores) quienes disponen de más personal dedicado a I+D: una mediana de 36 personas, mientras que sólo un 10% de estas empresas poseen más de 200 empleados dedicados a innovación.

Dado que el tamaño empresarial es uno de los aspectos clave del presente trabajo, al analizar la innovación de productos por tamaño empresarial para el total muestral

⁹ PITEC es un panel desarrollado conjuntamente por el Instituto Nacional de Estadística de España (INE), la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Fundación Cotec.

(Tabla 3), se observa que las grandes empresas innovan en mayor proporción tanto en producto (93,7%), en procesos (84,3%), como ambas simultáneamente (81,2%). En cambio, las pequeñas son las que menos (71.6%, 72.1 y 50.7%, respectivamente). De hecho, contrastando la hipótesis de *independencia entre el tipo de innovación tecnológica respecto del tamaño empresarial (segmentado en las cuatro categorías)*, se rechaza la independencia para todos los ítems excepto en el caso de actividades de apoyo a procesos, donde las diferencias entre porcentajes según tamaño son muy pequeñas. En la innovación en métodos de fabricación la proporción es superior en más de 25 puntos en las empresas con más de 500 trabajadores, consecuencia en parte de buscar mejoras en sus procesos para reducir costes, mejorar calidad y aumentar su flexibilidad. En el otro extremo, la proporción de empresas que realizan innovaciones logísticas aumenta en sentido directo al tamaño empresarial en proporciones espectaculares (un 7.5% de las pequeñas empresas versus un 50% de las grandes). Incide que los grandes proveedores suelen necesitar suministrar los fabricantes de automóviles vía JIT en sincronizado/secuenciado, efectuando entregas diarias o multidurias, y los fabricantes buscan la integración logística principalmente con los proveedores de módulos, compartiendo sistemas tecnológicos que lo permitan (Bennet y Klug, 2012). Además, en este colectivo han aumentado los proveedores *full service* que diseñan su cadena de suministro. En cambio, las pequeñas empresas de la industria auxiliar utilizan menos el JIT y asumen más costes de inventarios de sus piezas.

Centrándonos en las actividades de cooperación en innovación, y con una desagregación por tamaño y tipo de socio, en la Tabla 4 se observa que independientemente del tamaño, el socio con quien más se colabora son los proveedores, siendo los competidores con quienes menos. Colaborar con los competidores parece ser considerada por las empresas del sector automovilístico más como un riesgo que una oportunidad. Además, las empresas con más de 250 trabajadores colaboran en mayor proporción y las pequeñas empresas son las que colaboran menos, probablemente consecuencia de disponer de productos con inferior complejidad tecnológica y de que parte de las mismas trabajan bajo plano, diseñando el fabricante o proveedor de superior nivel el producto que luego debe fabricarse y suministrar.

La colaboración con las universidades, consultores, laboratorios comerciales e institutos privados, OPIs y centros tecnológicos no son elevadas. Principalmente son realizadas

por las empresas medianas y grandes, al ser quienes más investigación y desarrollo de producto efectúan.¹⁰ La cooperación con centros tecnológicos es algo superior respecto las universidades españolas en todos los tamaños, probablemente debido a que los centros tecnológicos se centran más en la investigación aplicada, más interesante para las empresas que desarrollan nuevos productos. Lo realiza el 31,3% con más de 500 trabajadores y le siguen las de al menos 251 trabajadores con el 28,8%. De hecho, se observa cómo existe claramente una asociación entre el tamaño empresarial y cada uno de los tipos de socio, rechazándose la hipótesis nula de independencia en todos los casos.

Resulta interesante exponer que las empresas suelen simultanear la cooperación con diferentes tipos de socios y que se observan diferencias importantes según el tamaño de las empresas. Así, de los diversos pares de combinaciones entre agentes posibles a colaborar (Tabla 5), se observa que colaborar con los clientes y proveedores, así como si añadimos colaborar con las empresas del grupo, en el segmento 251-500 colaboran simultáneamente en mayor proporción. Asimismo, de las grandes empresas de más de 500 trabajadores, un 31% realizan cooperación con proveedores y empresas del grupo simultáneamente. Las pequeñas empresas, por el contrario, simultanean pocos tipos de socios a la hora de realizar innovaciones, consecuencia de su menor frecuencia a realizar actividades de I+D de forma cooperada.

Por otra parte, en el caso de las empresas que realizan innovaciones de productos, se plantea la hipótesis de que a las empresas que aplican la estrategia de cooperación con agentes externos tienen más personal interno dedicado a I+D. Para ello contrastamos la hipótesis nula de igualdad en la medida de posición central del personal dedicado a I+D según se colabore o no con cada tipo de agente. La Tabla 6 recoge los resultados con los distintos agentes a colaborar, verificándose la existencia de diferencias significativas, no dándose cuando se colabora con los competidores. Los rangos promedios de personal dedicado a I+D (Tabla 7) permiten verificar que son superiores en todos los casos

¹⁰ Téngase en cuenta que las universidades y centros tecnológicos ofrecen a las empresas personal y medios tecnológicos no disponibles internamente, por lo que a priori, uno debería pensar que pudieran aprovecharlo en mayor medida las empresas pequeñas, si bien el resultado es contrario. En tal sentido, en el caso de la Universidad de Barcelona, recogido por Llorente (2012), a través de la Fundación Bosch y Gimpera, se ofrece con un coste reducido para las Pymes la posibilidad de incorporar en la empresa a un titulado durante seis meses, con la finalidad de que éste impulse la innovación en su empresa, que además puede ayudar a conocer mejor a la oferta disponible por las universidades en el ámbito de la innovación tecnológica y llegar a acuerdos posteriores de colaboración.

cuando se colabora con tales agentes. Por tanto, además de disponer de mayor capacidad interna por el mayor personal interno que potencialmente puede dedicarse internamente a realizar I+D, también pueden llegar a tener más capacidad de absorción de conocimiento exterior derivado de su colaboración con agentes externos, y conseguir complementariedades.

4. DETERMINANTES DE LA COOPERACIÓN EN EL SECTOR AUTOMOVILÍSTICO

4.1 Cuestiones metodológicas

Para analizar los determinantes de las diferentes formas de cooperación, se plantea un modelo probit bivariante donde se tienen dos ecuaciones binarias que vienen determinadas por dos tipos de cooperación: Vertical e Institucional. La cooperación vertical incluye la cooperación con proveedores y/o clientes mientras que la cooperación institucional engloba la cooperación con consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D, Universidades u otros centros de enseñanza superior, Organismos públicos de investigación y Centros tecnológicos. La cooperación con competidores es excluida del análisis porque son muy pocas las empresas del sector automovilístico que realizan este tipo de cooperación (sólo 11 empresas, que representan un 5.6% del total). Asimismo se excluye la cooperación con empresas del mismo grupo porque sólo las empresas pertenecientes a un grupo de empresas pueden cooperar con empresas de su mismo grupo, mientras todos los otros socios pueden ser escogidos por todas las firmas.

Se tienen dos variables latentes y_{i1}^* , y_{i2}^* que miden la diferencia entre los beneficios y costos que la empresa i obtiene llevando a cabo cooperación vertical (subíndice 1) o cooperación institucional (subíndice 2), respectivamente. Asumiendo que dichas diferencias dependen linealmente de un conjunto de características propias de las empresas (x), se tiene que:

$$y_{ij}^* = x_{ij}'\beta_j + \varepsilon_{ij}, \quad j = 1, 2 \quad (1)$$

donde β_j es un vector de parámetros incluido el término constante y ε_j son términos de error distribuidos como una normal bivariante, cada uno con media cero y matriz de

varianzas-covarianzas V , donde V tiene valores de uno en la diagonal y correlaciones $\rho_{ij} = \rho_{ji}$ ($j=1, 2$) como elementos fuera de la diagonal.

Ya que las variables latentes no son directamente observables y sólo se puede dar cuenta de sus signos, se definen variables binarias que resumen dichos signos como la elección que hacen las empresas por un determinado tipo de cooperación. Así el modelo probit bivariante especifica las variables binarias de la siguiente forma:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{si } y_{ij}^* \leq 0 \end{cases} \quad j = 1, 2 \quad (2)$$

4.2 Determinantes clásicos de la cooperación en I+D: definición y efecto esperado

En la Tabla 8 se definen las variables utilizadas en el análisis de regresión y que tienen en cuenta los principales determinantes de la cooperación identificados por la literatura económica. Tal como se ha adelantado en la sección segunda, existen diversos enfoques a partir de los cuales se han estudiado los factores que influyen en la decisión de las empresas de participar en proyectos de cooperación en I+D. Por una parte, se han enfatizado los spillovers de conocimiento por la inclusión de nueva tecnología,¹¹ mientras que por otra parte la literatura se ha centrado en la importancia de los costos, riesgos y complementariedades presentes en los procesos de innovación.¹²

Del lado de los spillovers de conocimiento se argumenta que tanto los spillovers entrantes (incoming spillovers) como salientes (outgoing spillovers) operan como determinantes de las estrategias de cooperación en I+D. Spillovers entrantes son el flujo de conocimiento externo que una firma es capaz de capturar, mientras que los spillovers salientes hacen referencia a la habilidad de la firma de controlar el conocimiento que fluye fuera de sus fronteras. La idea es que con el objetivo de internalizar los flujos de información que se pueden producir en los procesos de innovación, así como administrar con mayor efectividad dichos flujos, las empresas deciden participar en acuerdos de cooperación. A nivel empírico, predominan los resultados positivos de los spillovers entrantes como determinantes de los acuerdos de cooperación (Cassiman y Veugelers, 2002; Veugelers y Cassiman, 2005; Serrano-Bedia et al., 2010; Chun y Mun,

¹¹ Destacan los trabajos de Katz (1986), D'Aspremont y Jacquemin (1988), y Kamien *et al.* (1992).

¹² En este último enfoque se resaltan los trabajos de Pisano (1990), Das y Teng (2000), y Hagedoorn et al. (2000).

2011). Mientras, de los spillovers salientes se concluye que una mayor capacidad de apropiación de los procesos de innovación incrementa la probabilidad de cooperación vertical y no tiene un efecto sobre los acuerdos con institutos de investigación.

Otro factor determinante de las estrategias de cooperación en I+D, que se relaciona con los flujos de conocimiento, es la capacidad de absorción. De acuerdo con Cohen y Levinthal (1989), la capacidad de absorción es necesaria para asimilar y explotar el conocimiento del entorno; de esta manera una empresa con más capacidad de absorción es capaz de acceder a una mayor cantidad de conocimiento que otra donde dicha capacidad sea baja. En consecuencia, la primera empresa podrá sacar mayores beneficios de los acuerdos de cooperación en I+D. La capacidad de absorción, aproximada como la proporción de gastos internos en I+D, el número de empleados en I+D o el carácter permanente de la I+D, ha sido encontrada en muchos estudios como una característica importante de las empresas con mayor probabilidad de cooperar (Bayona et al., 2001; Miotti y Sachwald, 2003; López, 2008; Arranz y Arroyabe, 2008). Sin embargo, distinguiendo entre tipos de cooperación no existe una conclusión clara del efecto del esfuerzo en I+D interna sobre la decisión de cooperación en un tipo u otro. En Miotti y Sachwald (2003) se encuentra un impacto positivo y significativo sobre la probabilidad de establecer acuerdos con instituciones de investigación y no con proveedores y clientes, mientras que en López (2008) se concluye lo contrario.

Por otro lado, de acuerdo a la literatura de la dirección estratégica, las empresas utilizan las alianzas en investigación con la idea de acceder a conocimiento complementario, compartir riesgos o compartir costos (Hagedoorn, 1993). Sin embargo, los estudios empíricos existentes muestran resultados mixtos en relación a los efectos de estos factores sobre la cooperación en I+D. Sakakibara (1997) muestra que el acceso al conocimiento complementario es una de las motivaciones más para cooperar en I+D. Bayona et al. (2001) muestra que tanto los factores de riesgos como los de costos en actividades de innovación son determinantes significativos de la cooperación. En contraste, Miotti y Sachwald (2003) encuentra que ninguno de esos factores influye sobre la probabilidad de cooperación. Distinguiendo cooperación en I+D por tipo de socio, Belderbos et al. (2004b) encuentra que los riesgos que las empresas observan como obstáculo a la innovación afectan positivamente a la probabilidad de cooperación

con competidores y proveedores, mientras compartir costos es sólo relevante para la decisión a cooperar con instituciones de investigación.

4.3 Principales resultados

Las estimaciones del modelo probit binomial se muestran en la Tabla 9. Como se observa en la parte inferior de la Tabla, la hipótesis de que ρ es igual a cero se rechaza, mostrando que el modelo probit binomial es más adecuado que las estimaciones de las ecuaciones por separado, ofreciendo asimismo evidencia de que existe interdependencia entre las estrategias de cooperación.

En relación a los determinantes tradicionales de la cooperación, las estimaciones muestran una relación positiva y significativa entre spillovers entrantes y la probabilidad de cooperar en los dos tipos de cooperación. Si la empresa otorga una mayor importancia a la información disponible públicamente y útil para los procesos de innovación, significa que las estas tienen mayor capacidad para explotar los spillovers con el fin de incrementar la productividad de sus actividades de innovación y consecuentemente obtener mayores beneficios a través de acuerdos de cooperación (Cassiman y Veugelers, 2002, López, 2008). Comparando ambos casos, aparece encontrarse un mayor impacto de los spillovers entrantes en el caso de la cooperación con instituciones.

De acuerdo con algunos estudios previos, se obtiene que la protección legal influye positivamente sobre la probabilidad de la cooperación en I+D (López, 2008, Abramovsky et al., 2009). Esta variable indica la posibilidad de apropiación de los resultados de las innovaciones por parte de la empresa, aproximando lo que en la literatura se conoce como outgoing spillovers o flujos de información salientes. Nuestros resultados muestran que hacer uso de métodos de protección de los beneficios de las innovaciones, es decir, reducir la transmisión de flujos de información involuntarios, aumenta la probabilidad de cooperar con proveedores o clientes pero no afecta a la probabilidad de cooperar con instituciones de investigación.

En el caso de las empresas del sector automovilístico en España el efecto de la intensidad en I+D interna no es relevante en la decisión de participar en acuerdos de cooperación vertical o institucional. Asimismo, podemos decir que la problemática

debida a la existencia de restricciones de costos para llevar a cabo actividades de innovación no es relevante para la decisión de participación en este tipo de acuerdos de cooperación (es negativo y marginalmente significativo sólo en el caso de cooperación vertical).

Respecto al riesgo como factor que dificulta las actividades de innovación, se observa que las empresas del sector automovilístico que dan mayor valor al riesgo como factor que dificulta la innovación son más propensas a participar en acuerdos de cooperación con proveedores o clientes y con instituciones de investigación. Dada su aversión a los riesgos inherentes a la innovación, puede resultar más viable para ellas acceder a relacionarse con instituciones de investigación o con clientes y proveedores en un acuerdo de colaboración con la motivación de compartir riesgos asociados a las actividades de I+D.

También puede observarse que el apoyo financiero público por parte de las administraciones locales y nacionales (Subsidios) es uno de los principales determinantes de la colaboración tanto en un tipo de cooperación como en otro. Este resultado es consistente con varios estudios como Cassiman y Veugelers, (2002), Miotti y Sachwald (2003), y López (2008) quienes encuentran que los subsidios públicos para la innovación tiene un efecto especialmente importante sobre el incremento de las relaciones de cooperación con instituciones de investigación (universidades, centros tecnológicos y/o organismos públicos de investigación). Esto puede explicarse porque a menudo las subvenciones son orientadas a estimular la relación empresa-universidades, y así lo demuestra la mayor magnitud del coeficiente para el caso de la cooperación institucional respecto a la vertical, si bien también en este caso resulta significativo.

En cuanto al tamaño de las empresas, las estimaciones muestran que esta variable presenta un efecto positivo y significativo sobre las decisiones de los dos tipos de cooperación. Así, en el caso de la cooperación vertical, las empresas con más de 500 trabajadores presentan mayor probabilidad de realizar acuerdos de cooperación en I+D. Mientras que en el caso de la cooperación institucional, con tener más de 250 trabajadores, ya es más probable que la empresa coopere.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos analizado la cooperación en actividades de I+D en el sector automovilístico en España. Las empresas españolas de dicho sector se caracterizan porque en su mayoría innovan en productos y procesos, pero generalmente disponen de un reducido volumen de personal asignado a actividades de I+D, salvo las grandes empresas con más de 500 trabajadores, que realizan mayor innovación en productos. En cambio, las pequeñas son las que menos, en parte porque este colectivo se caracteriza por una mayor proporción de empresas que reciben, ya diseñado y desarrollado por el cliente, el producto que han de fabricar. En el caso de las innovaciones en procesos, las empresas con más de 500 trabajadores asimismo se distinguen porque efectúan mayores innovaciones logísticas, debido a la relevancia de la logística para su competitividad y exigencia del fabricantes de automóviles de tener una adecuada integración, para efectuar de forma eficiente el suministro JIT en sincronizado y/o secuenciado.

En concreto, en primer lugar pretendemos estudiar en qué magnitud las empresas del sector cooperan con diversos agentes exteriores en el ámbito de la innovación tecnológica, y en caso de hacerlo, con qué tipo de socio colaborador (*partner*), prestando especial atención al papel que puede estar jugando el tamaño de las empresas en este tipo de actividades. En concreto, se observa que los proveedores y las empresas del grupo son los agentes externos con quienes más se colabora. En cambio, los competidores con quienes menos, implantándose escasamente la estrategia de cooperación. La baja colaboración con las universidades y centros tecnológicos puede ser consecuencia de que éstas deberían ajustarse mejor a las necesidades de las empresas y falta de conocimiento de las Pymes sobre las posibilidades reales que ofrecen los diferentes grupos de investigación. También reflejaría que la mayoría de multinacionales de capital extranjero que innovan en producto en España, efectúan más en sus filiales españolas la fase del desarrollo de producto, pero sensiblemente menos la investigación y el diseño de sus productos, que recabaría en mayor medida en sus matrices y otros centros técnicos en el exterior. Sorprende la moderada frecuencia relativa del ítem “cooperación con los clientes”, que en otros estudios, como el realizado en Cataluña por Llorente (2011) para los proveedores directos de los fabricantes o bien Martínez y Pérez (2000) para la industria auxiliar de automoción en Aragón, ofrecen valores mucho más altos. Estos valores de cooperación con clientes más elevada sería consecuencia de la tendencia en el sector de implantar la producción

ajustada, que incorpora la ingeniería simultánea, e implica una mayor colaboración entre clientes y proveedores, estableciendo relaciones de socios principalmente con las grandes empresas. Posiblemente una explicación del menor porcentaje de cooperación con clientes en nuestro caso sea que en la PITEC sólo se consideran las colaboraciones formales.

Por tamaño empresarial, la cooperación vertical y horizontal presenta proporciones moderadas, siendo muy reducidas o nulas en las pequeñas empresas, cooperando menos que el resto de dimensiones consideradas. Ello a pesar de que tener inferiores recursos para realizar I+D podría hacerles más atractivo, a las pequeñas empresas, el cooperar con terceros. En la situación de globalización actual, las pequeñas empresas, al estar en niveles inferiores de la industria auxiliar, soportan mayores presiones en los precios y deberían buscar incrementar el valor añadido de sus productos para poder sobrevivir, lo que requiere dar una mayor importancia estratégica a la innovación. El poder compartir costes y riesgos, así como absorber conocimientos externos a través de la cooperación con agentes externos, son factores que deberían ser más tenidas en cuentas por las direcciones de las pequeñas empresas. Se verifica que las empresas que tienen entre 251 y 500 trabajadores son las que ofrecen mayores proporciones de cooperación, al considerar conjuntamente los agentes que forman parte de la cooperación vertical, mientras que las superiores a 500 trabajadores utilizan en una mayor proporción la cooperación institucional, aunque con valores también moderados. La cooperación simultánea con la diversidad de agentes considerados es muy escasa en las medianas y grandes empresas, siendo nula en las empresas pequeñas. Asimismo, se verifica, en las empresas que realizan innovación de productos, que hay diferencias significativas en la medida de posición central del personal interno dedicado a I+D, al analizar la cooperación individual con cada agente exterior considerado, siendo superior en las que colaboran con los mismos, excepto en el caso de hacerlo con los competidores.

En relación a los factores que resultan tener un efecto determinante en la decisión de las empresas de llevar a cabo actividades de colaboración en I+D, se ha estimado un modelo probit bivariante donde se tienen en cuenta los dos tipos de cooperación más utilizados en el sector automovilístico, la cooperación vertical y la institucional, considerando explícitamente las interdependencias que pueden surgir en la elección de ambas simultáneamente por parte de la misma empresa. Las estimaciones muestran

cómo si la empresa otorga una mayor importancia a la información disponible públicamente y útil para los procesos de innovación, probablemente significa que tienen mayor capacidad para explotar los spillovers con el fin de incrementar la productividad de sus actividades de innovación y consecuentemente obtener mayores beneficios a través de acuerdos de cooperación. Asimismo, se obtiene que la protección legal, el apoyo financiero público por parte de las administraciones locales y nacionales y el tamaño de las empresas son determinantes relevantes de la colaboración. Por el contrario, en el caso de las empresas del sector automovilístico en España, el efecto de la intensidad en I+D interna no es relevante en la decisión de participar en acuerdos de cooperación vertical o institucional, como tampoco lo es la existencia de restricciones de costos para llevar a cabo actividades de innovación, que parece ser no relevante para la decisión de participación en este tipo de acuerdos de cooperación. En cambio, se observa que las empresas del sector automovilístico que dan mayor valor al riesgo como factor que dificulta la innovación son más propensas a participar en acuerdos de cooperación con proveedores o clientes y con instituciones de investigación. Dada su aversión a los riesgos inherentes a la innovación, puede resultar más viable para ellas acceder a relacionarse con instituciones de investigación o con clientes y proveedores en un acuerdo de colaboración con la motivación de compartir riesgos asociados a las actividades de I+D.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMOVSKY, L., FREMP, E., LÓPEZ, A., SCHIDT, T. SIMPSON, H. (2009): "Understanding cooperative R&D activity evidence from four European countries", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 18, Nº 3, pp. 243-265.
- BARGE-GIL, A., MODREGO, A., SANTAMARIA, A. (2007): "Complementarities between external source of knowledge: the case of universities and technology institutes in Spain", Trabajo presentado en ALTEC 2007, Buenos Aires.
- BAYONA, C., GARCÍA, T. Y HUERTA, E. (2000): *Situación de la cooperación en I+D en España con Universidades y Centros de Investigación*. Documento de Trabajo 45, Universidad Pública de Navarra.
- BAYONA, C.; MARCO, T.G. & HUERTA, E. (2002): "Collaboration in R&D with universities and research centres. An empirical study of spanish firms", *R&D Management*, Vol. 32, Nº 4, pp. 321-341.
- BAYONA, C., GARCÍA, T. Y HUERTA, E. (2001): "Firms' motivations for cooperative R&D: an empirical análisis of spanish firms", *Research Policy*, Vol. 30, Nº 8, pp. 1289-1307.
- BAYONA, C., GARCÍA, T. Y HUERTA, E. (2003): "¿Cooperar en I+D?. Con quién y para qué", *Revista de Economía Aplicada*, Vol. 11, Nº 31, pp. 103-134.
- BECKER, W. y DIETZ, J. (2004): "R&D cooperation and innovation activities of firms-evidence for the German manufacturing industry", *Research Policy*, Vol. 33, Nº 2, pp. 209-223.
- BENAVIDES, C. y QUINTANA, C. (2000): "Alianzas estratégicas y gestión del conocimiento: una experiencia alemana", *Revista de Economía y Empresa*, Vol. XIV, Nº 40, pp. 59-85.
- BENNET, D. y KLUG, F. (2012): "Logistic supplier integration in the automotive industry", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32, Nº 11, pp. 1281-1305
- BRANDENBURGER, A.M. y NALEBUFF, B.J. (1996); *Coopetition*, Duleday, New York.
- CALLEJÓN, M., BARGE-GIL, A. y LÓPEZ, A. (2008): "La Cooperación pública-privada en la innovación a través de los centros tecnológicos", *Economía Industrial*, Nº 366, pp. 123-132.
- CASSIMAN, B. y VEUGELERS, R. (1998); *R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium*, Economic Working Papers 328, Department of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra.
- CASSIMAN, B. y VEUGELERS, R. (2002): "R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium", *The American Economic Review*, Vol. 92, pp. 1169-1184.
- CHEN, H. y CHEN, T.J. (2003): "Governance structures in strategic alliances: transaction cost versus resource-based perspective", *Journal of World Business*, Vol. 38, Nº 1, pp. 1-14.
- CHESBROUGH, H.W., VANHAVERBEKE, W. y WEST, J. (2008): *Open Innovation: Rearching a nwe paradigm*, Oxford University Press, Oxford.
- CHUN, H. y MUN, S.B. (2012): "Determinants of R&D cooperation in small and medium size enterprises", *Small Business Economic*, Vol. 14, Nº 2, pp. 419-436.
- CZAKON, W. (2010): "Emerging coopetition: an empirical investigation of coopetition as inter-organizational relationship instability". En Yami et al. (eds.): *Coopetition. Winning strategies for the 21 st Century*, Edward Elgar, Cheltenham.
- DE BACKER, f. (2008): *Open innovation in global networks*, OCDE, Paris.
- DE JUÁN, J. (2003): *Presente y futuro de la industria del automóvil*. FITSA, Madrid.
- DOOLEY, L. y KIRK, D. (2007): "University-industry collaboration. Grafting the entrepreneurial paradigm onto academic structures", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 10, Nº 2, 316-332.
- FEDIT (2010): *Tendencias tecnológicas del sector de automoción. Repercusión de las líneas de innovación sobre las empresas en España*, Observatorio Industrial de Equipos y componentes de automoción, MICYT.
- FONTANA, R., GEUNA, A. y MATT, M. (2006): "Factors affecting university-industry R&D projects: The importance of searching, screening and signalling", *Research Policy*, Vol. 35, Nº 2, pp. 309-323.
- FORREST, J.E. y MARTÍN, M.J.C.(1992): "Strategic alliances between large and small research intensive organizations. Experiences in biotechnology industry", *R&D Management*, Vol. 22, Nº 1, pp. 41-53.
- FRITSCH, M. y LUKAS, R. (2001): "Who cooperates on R&D?", *Research Policy*, Vol. 30, pp. 297-312
- FRELS, J.K., SHERVANI, T. y SRIASTAVA, R. K. (2003): "The integrated network model: explaining resource allocation in network market", *Journal of Marketing*, Vol. 67, Nº 1, pp. 29-45
- GÓMEZ CASSERES, B. (1997): *The alliance revolution: the new shape of business rivalry*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- GRACIA, R. y SEGURA, I. (2003): "Los centros tecnológicos y su compromiso con la competitividad. Una oportunidad para el sistema español de innovación", *Economía Industrial*, Nº 354, pp. 71-84
- HEWITT-DUNDAS, N. (2006): "Resource and capability constraints to innovation in small and large

plants”, *Small Business Economics*, Vol 26, Nº 3, pp. 257–277.

KOGUT, B. (1988): “Joint ventures: theoretical and empirical perspectives”, *Strategic Management Journal*, Vol. 9, Nº 4, pp. 319-332.

LARA, A.A., TRUJANO, G. y GARCÍA, A. (2005): “Producción modular y coordinación en el sector de autopartes en Mexico”, *Región y Sociedad*, Vol. 17, Nº 32, pp. 33-71.

LEE, Y.S. (2000): “The sustainability of University-Industry research collaboration. An empirical assessment”, *The Journal of Technological Transfer*, Vol. 25, Nº 2, pp. 111-133.

LOPEZ, A. (2008): “Determinants for R&D collaboration: evidence from manufacturing spanish firms” *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 26, Nº 1, pp. 113-136.

LLORENTE, F. (2008): *La innovació com a estratègia empresarial per a la competitivitat del sector automobilístic*, CTESC, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

LLORENTE, F. (2011): “Cooperación en la I+D: con quien y por qué. El caso de los fabricantes de equipos y componentes en Cataluña”. *Economía Industrial*, Nº 379, pp. 133-149.

LLORENTE, F. (2012): “La colaboración en I+D en la industria auxiliar del automóvil en Cataluña. Análisis según el tamaño empresarial”. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*; Vol. 18, Nº 2, pp.156-65.

MAHAPATRA, K., NARASIMHAN, R. Y BIERIBERI, P. (2010): “Strategic interdependence governance effectiveness and supplier performance. A dyadic study investigation and theory development”, *Journal of Operations Management*, Vol. 28, Nº 6, pp. 537-552.

MARTÍNEZ, A. y PÉREZ, M.P. (2000): “Organización para la producción flexible. El caso de la industria auxiliar de automoción de Aragón”, *Economía Industrial* Nº 332, pp. 61-72.

MARTÍNEZ, A., PÉREZ, M.P. (2002): “Cooperación y producción ligera en la industria auxiliar de automoción”, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 11, nº 4 pp. 75-90.

MARTÍNEZ, A., PÉREZ, M.P. (2003): “Cooperation and the ability to minimize the time and cost of new product development within the spanish automotive supplier industry”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 20, Nº 1, pp. 57-69.

MIOTTI, L. y SACHWALD, F. (2003): “Cooperative R&D: why and with whom?. An integrated framework of analysis”, *Research Policy*, Vol. 32, Nº 6, pp. 1481-1499.

MONTORO, M.A. (2005): “Algunas razones para la cooperación en el sector de automoción”, *Economía Industrial* Nº 358, pp. 27-36.

NARULA, Rajneesh (2004): “R&D collaboration by SMEs: new opportunities and limitations in the face of globalisation”, *Technovation*, Vol 24, Nº 2, pp. 153-161.

NEGASSI, S. (2004): “R&D co-operation and innovation a microeconomic study on French firms”, *Research Policy*, Vol. 33, Nº 3, pp. 365–384.

NELSON, (1993): *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, New York.

NIETO, M.J. y SANTAMARÍA, I. (2007): “The importance of diverse collaboration networks for the novelty of product innovation”, *Technovation*, Vol. 27, Nº 6, pp. 367-377.

NORDIN, N., DEROS, B.M., WAHAB, D.A. (2010): “A survey on lean manufacturing implementation in malaysian automotive industry”, *International Journal of innovation, management and technology*, Vol. 1, Nº 4, pp. 374-370.

OECD (2003): *Turning science into business, patenting and licensing at public research organization*, OECD, Paris.

OLIVER WYMAN. (2008): *Car Innovation 2016. A comprehensive study on innovation in the automotive industry*.

PORTER, M. (1986): “Changing patterns of international competition”, *California Management Review*, Vol. 28, Nº 2, pp. 9-40

PISANO, G. (1990): “The R&D boundaries of the firm: an empirical analysis”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, Nº 1, pp. 153-176.

PETER, J. y BECKER, W. (1998): “Vertical corporate networks in the German automotive industry: structure, efficiency, and R&D spillovers.(the construction, forms, and consequences of industry networks)”, *International Studies of Management & Organization*, Vol. 27, Nº 4, pp. 158-185.

PÉREZ, M. y SÁNCHEZ, A. (2002): “Lean production and technology networks in the spanish automotive supplier industry”, *Management International Review*, Vol. 42, Nº 3, pp. 261-277.

POWELL, W. W. (1990): “Neither market nor hierarchy: Network forms of organization”, *Research in Organizational Behavior*, Vol, 12, pp. 295–336.

ROBERTSON, T.S. y GATIGNON, H. (1998): “Technology development mode: A Transaction Cost Conceptualization”, *Strategic Management Journal*, Vol. 19, Nº 6, pp. 515-531.

ROTHWELL y DOGSON (1991) “External linkages and innovation in small and medium sized enterprises”, *R&D Management*, Vol. 21, Nº 2, pp. 125-136.

- RUGRAFF, E. (2011): *The new competitive advantage of automobile manufacturers*, 8th ENEF Meeting Strategy and Economics of the Firm, 7-8 September 2011, Strasbourg.
- SAKO, M. y Helper, S. (1998): "Determinants of trust in supplier relations: Evidence from the automotive industry in Japan and the United States," *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 34, N° 3, pp. 387-417.
- SÁNCHEZ, G. (2007): "Factores que determinan la colaboración con clientes en innovación", *Cuadernos de estudios empresariales*, Vol. 17, pp. 117-140.
- SANTAMARÍA, L. (2001): *Centros tecnológicos, confianza e innovación tecnológica ne la empresa. Un análisis económico*, Tesis Doctoral, Bellaterra, Departamento de la Empresa, UAB.
- SANTAMARÍA, I. y RIALP, J. (2007): "La elección de socio en las cooperaciones tecnológicas. Un análisis empírico", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, N° 31, pp. 67-96.
- SANTORO, M. t CHAKRABARTI, A. (1999): "Building industry-university research centres: some strategic considerations", *Internacional Journal of Management Review*, Vol. 1, N° 1, pp. 1-21.
- SHAPIRA, P., ROESSNER, D. y BARKE, R. (1995): "New public infrastructures for small firm industrial modernization in USA", *Entrepreneurship & Regional Development*, Vol. 7, pp. 63-84.
- TAKEISHI, A. (2001): "Bridging inter and intra firm boundaries: management of supplier involvement in the automobile product development", *Strategic Management Journal*, Vol. 22, N° 5, pp. 403-433.
- TETHER, B.S. (2002): "Who co-operate for innovations, and why. An empirical analysis", *Reseach Policy*, Vol. 31, N° 6, pp. 947-967.
- VAN LOOY, B.; DEBACKERE, K. y ANDRIES, P. (2003): "Policies to stimulate regional innovation capabilities via university–industry collaboration: an analysis and a assessment", *R & D Management*, Vol. 33, N° 2, pp. 209-229.
- VON HIPPEL, E. THOMPKE, S. y SONNACK, M. (1999): "Creating breakthroughs at 3M". *Harvard Business Review*, Vol. 77, N° 5, pp. 47-57.
- WILLIAMSON, O.E. (1985): *The economic institutions of capitalism –firms, market, relational contracting*, The Free Press, New York.

Tabla 1. Total empresas según el tamaño empresarial y tipo de capital

	Pública	Privada sin participación extranjera	Privada con participación extranjera < 10%	Privada con participación extranjera del 10% al 50%	Privada con participación extranjera sup. al 50%	Total
Hasta 100	0(0%)	59 (30,1%)	0 (0,0%)	1 (0,5%)	7 (3,6%)	67 (34,2%)
101-250	0(0%)	37 (18,9%)	2(1,0%)	1 (0,5%)	18 (8,7%)	58 (29,6%)
251-500	2 (1,0%)	20 (10,2%)	0(0,0%)	3(1,5%)	14 (7,1%)	39 (19,9%)
> 500	0 (0,0%)	9 (4,6%)	0 (0,0%)	1 (0,5%)	22 (11,2%)	32 (16,3%)
Total	2 (1,0%)	125 (63,8%)	2 (1,0%)	6 (3,1%)	61 (31,1%)	196 (100,0%)

Fuente: PITEC

Nota: Los porcentajes están calculados sobre el total de empresas del sector.

Tabla 2. Personal interno dedicado a I+D

	n	Media	Coef. Var.	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Decil noveno
Total empresas	196	15,8	229,1%	0	4	12	40,0
Empresa <50 trabajadores	42	3,1	93,3%	0	3	5	7,7
Empresa 50-100 trabajadores	25	5,0	154,6%	0	3	7,5	13,8
Empresas <100	67	3,8	134,0%	0	3	5	9,2
Empresas 101-250	58	5,5	125,1%	0	3	9	14,8
Empresas 251-500	39	12,0	130,3%	0	8	17	47
Empresas > 500	32	64	108,9%	9,2	36,5	91,2	207
Empresas innovan en productos	151	19,7	210,0%	0	6	15,5	48,4
Empresas con gastos internos en I+D	134	23,1	181,2%	3,7	8,5	20,2	56,5

Fuente: PITEC y elaboración propia

Tabla 3. Tipos de innovación tecnológica según el tamaño empresarial. Frecuencias relativas. Asociación entre tipos de innovación tecnológica y Tamaño empresarial. Total empresas

	Hasta 100	101-250	251-500	> 500	Chi cuadrado	p-valor	V Cramer
Innovan productos	71,6%	74,1%	76,9%	93,7%	6,432	0,092 (†)	0,181
Innovan procesos	71,6%	77,6%	82,1%	84,4%	2,654	0,448	0,116
Innov. en métodos fabricación	55,2%	65,5%	69,2%	81,2%	6,863	0,076 (†)	0,187
Innovaciones sist.logísticos	7,5%	15,5%	33,3%	50,0%	27,265	0,000 (**)	0,373
Innovación act. apoyo procesos	37,3%	37,9%	35,9%	46,9%	1,098	0,778	0,075
Innov. productos + procesos	50,7%	62,1%	71,1%	81,2%	9,975	0,019 (*)	0,226
Total empresas	67 (100%)	58 (100%)	39 (100%)	32 (100%)			

Fuente: PITEC y elaboración propia. Los porcentajes están calculados respecto al total de empresas del correspondiente tamaño. (†) p<0,1; (*) p<0,05; (**) p<0,01.

Tabla 4. Agentes externos con quienes colaborar en actividades de innovación según el tamaño empresarial. Frecuencias. Asociación de cada agente a cooperar respecto el tamaño empresarial . Total empresas

	Hasta 100	101-250	251-500	>500	Total	Chi cuadrado	p-valor	Phi
Clientes	3 (4,5%)	9 (15,5%)	12 (30,8%)	5 (15,6%)	29 (14,8%)	13,593	0,004	0,263 (**)
Proveedores	13 (19,4%)	19 (32,8%)	13 (33,3%)	13 (40,6%)	58 (29,6%)	5,749	0,124	0,171
Empresas del grupo	5 (7,5%)	18 (31,0%)	12 (30,8%)	13 (40,6%)	48 (24,5%)	17,184	0,001	0,296 (**)
Universidades	3 (4,5%)	11 (19,0%)	9 (23,1%)	7 (21,9%)	30 (15,3%)	9,541	0,023	0,221 (*)
OPIS	1 (1,5%)	5 (8,6%)	4 (10,3%)	6 (18,8%)	16 (8,2%)	9,005	0,029	0,214 (*)
Centros tecnológicos	5 (7,5%)	12 (20,7%)	11 (28,2%)	10 (31,3%)	38 (19,4%)	10,98	0,012	0,237 (*)
Consultorías, laboratorios e instituciones privadas	3 (4,4%)	8 (14,0%)	8 (20,5%)	6 (18,8%)	25 (12,8%)	7,324	0,062	0,193
Competidores	2 (2,9%)	4 (6,9%)	3 (7,7%)	1 (3,1%)	10 (5,1%)	0,1805	0,614	0,096
Tamaño en cada submuestra o muestra	67 (100%)	58 (100%)	39 (100%)	32 (100%)	196			

Fuente: PITEC y elaboración propia. Los porcentajes están calculados respecto al total de empresas del correspondiente tamaño que incluye tanto empresas que cooperan como que no cooperan.

(†) p<0,1; (*) p<0,05; (**) p<0,01

Tabla 5. Agentes externos con los que se colabora en I+D según tamaño empresarial. Frecuencias conjuntas. Total empresas

	Hasta 100	101-250	251-500	>500	Total
Clientes + Proveedores	3 (4,5%)	7 (12,1%)	10 (25,6%)	4 (12,5%)	24 (12,2%)
Cliente + Empresa Grupo	1 (1,5%)	8 (13,8%)	9 (23,1%)	3 (9,4%)	21 (10,7%)
Proveedores + Empresas Grupo	3 (4,5%)	11 (19,0%)	7 (17,9%)	10 (31,2%)	31 (15,8%)
Clientes + Proveedores + Empresas Grupo	1 (1,5%)	6 (10,3%)	7 (17,9%)	3 (9,4%)	17 (15,8%)
Clientes + Proveedores + Consultoría, laboratorios e instituciones privadas	1 (1,4%)	4 (6,9%)	6 (15,4%)	3 (9,4%)	14 (7,1%)
Clientes + Proveedores+ Empresas Grupo+ Consultoría, laboratorios e inst. privadas	1 (1,4%)	4 (8,8%)	4 (10,3%)	3 (9,4%)	12 (6,1%)
Clientes + Proveedores + Competidores	0 (0,0%)	3 (5,2%)	3 (7,7%)	1 (3,1%)	7 (3,6%)
Clientes + Proveedores + Empresas Grupo +Competidores	0 (0,0%)	2 (3,5%)	3 (7,7%)	1 (3,1%)	6 (3,1%)
Clientes + Proveedores + Grupo + Consultoría, lab. e inst. privadas + Competidores	0 (0,0%)	2 (3,5%)	2 (5,1%)	1 (3,1%)	5 (2,6%)
Universidades y CES + Centros Tecnológicos	1 (1,4%)	7 (12,1%)	6 (15,4%)	5 (15,5%)	18 (9,2%)
Universidades y C.ES. + OPIs	0 (0,0%)	4 (6,9%)	4 (10,3%)	5 (15,5%)	13 (6,6%)
Universidades y C.ES. + OPIs + Centros Tecnológicos	0 (0,0%)	3 (5,1%)	3 (7,7%)	5 (15,6%)	11 (5,6%)
Universidades + Centros Tecnológicos + Consultorías, lab. e instituciones privadas	0 (0,0%)	5 (8,6%)	4 (10,3%)	4 (12,5%)	13 (6,6%)
Universidades y CES + OPIs + Centros Tecnológicos + Consultorías, lab. e inst. priv.	0 (0,0%)	2 (3,5%)	2 (5,1%)	4 (12,5%)	8 (4,1%)
Proveedores + Universidades y CES.	1 (1,5%)	8 (13,9%)	9 (23,1%)	6 (18,7%)	24 (12,2%)
Proveedores + Centros Tecnológicos	2 (3,0%)	10 (17,2%)	9 (23,1%)	7 (21,9%)	28 (14,3%)
Clientes + Universidades y CES	1 (1,5%)	6 (10,3%)	8 (20,5%)	2 (6,2%)	17 (8,7%)
Clientes + Centros Tecnológicos	0 (0,0%)	7 (12,1%)	9 (23,1%)	3 (9,4%)	19 (9,7%)
Proveedores + Universidades y CES + Centros Tecnológicos	0 (0,0%)	7 (12,1%)	6 (15,4%)	4 (12,5%)	17 (8,7%)
Proveedores + Empresas grupo + Universidades y CES + Centros Tecnológicos	0 (0,0%)	6 (10,3%)	5 (12,6%)	4 (12,5%)	15 (7,6%)
Clientes + Universidades y CES + Centros Tecnológicos	0 (10,3%)	6 (10,3%)	6 (15,4%)	2 (6,3%)	14 (7,1%)
Clientes + Proveedores + Universidades y CES + Centros Tecnológicos	0 (0,0%)	6 (10,3%)	6 (15,4%)	2 (6,2%)	14 (7,1%)
Clientes + Proveedores + Universidades y CES + OPIs + Centros Tecnológicos	0 (0,40%)	3 (5,1%)	3 (7,7%)	2 (6,2%)	8 (4,1%)
Clientes + Proveedores + Universidades y CES + OPIs + Centros Tecnológicos + Consultoría, labor. e inst. priv.	0 (0,0%)	2 (3,5%)	2 (5,1%)	2 (6,2%)	6 (3,1%)
Clientes + Proveedores + Empresas Grupo + Universidades y CES + OPIs + Centros Tecnológicos + Consultoría, labor. E inst. priv.+ Competidores	0 (0,0%)	2 (3,5%)	1 (2,6%)	1 (3,1%)	4 (2,0%)
Tamaño en cada submuestra	67 (100%)	58 (100%)	39 (100%)	32 (100%)	196 (100%)

Fuente: PITEC y elaboración propia. Los porcentajes están calculados respecto al total de empresas del correspondiente tamaño que incluye tanto empresas que cooperan como que no cooperan.

Tabla 6. Contraste de la medida de posición central del personal interno dedicado a I+D según el agente a colaborar. Empresas que innovan en productos

	U Mann Whitney	Wilcoxon	Z	p-valor
Empresas del grupo	1143,00	7183,00	-4,801	0,000
Cliente	1027	8902	-2,973	0,003
Proveedores	1879	6632	-2,898	0,004
Consult., laboratorios, inst. privadas	1034,5	9035,5	-2,730	0,006
Universidad y centros superiores	1341,5	8722,5	-2,228	0,026
OPIs	692	9872	-2,336	0,018
Centros Tecnológicos	1152	7707	-4,177	0,000

Fuente: PITEC y elaboración propia

Tabla 7. Rangos promedios de personal interno dedicado a I+D según la empresa realiza o no cada modalidad de cooperación

	Grupo	Clientes	Proveedores	Consultorías, labor., inst. priv.	Universidades y centros sup	OPIs	Centros Tecnol.
No	65,49	71,22	68,37	71,71	72,09	73,13	67,61
Si	103,29	99,0	89,70	97,62	91,78	100,25	101,86

Fuente: PITEC y elaboración propia

Tabla 8. Variables utilizadas en el análisis de regresión

Variables	Definiciones
Dependientes	
Cooperación con Proveedores o Clientes (Vertical)	= 1 La empresa cooperó en alguna de sus actividades de innovación con proveedores de equipos, material, componentes o software; o clientes en el periodo 2006-2008 = 0 Otro caso
Cooperación con Instituciones de Investigación (Institucional)	= 1 La empresa cooperó en alguna de sus actividades de innovación con Consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D; Universidades u otros centros de enseñanza superior; Organismos públicos de investigación; y Centros tecnológicos en el periodo 2006-2008 = 0 Otro caso
Independientes	
Spillovers Entrantes	= 1 - Suma de la puntuación que la empresa dio [número entre 1 (Alta) y 4 (No relevante/no empleada)] a la importancia atribuida a la fuente de información procedente de conferencias, ferias comerciales, exposiciones; organismos públicos de investigación; y asociaciones profesionales y sectoriales. Reescalado entre 0 y 1
Protección Legal de la Innovación	= 1 si la empresa si la empresa solicitó patentes; reclamó derechos de autor; registró marca; y/o registró diseño industrial = 0 Otro caso
Intensidad en I+D Interna	Ratio entre la cifra de gastos internos en I+D y la cifra de negocios de la empresa
Riesgos	= 1 - La puntuación que la empresa dio [número entre 1 (Alta) y 4 (No relevante/no empleada)] a la importancia atribuida a la incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios innovadores como factor que dificultó sus actividades de innovación. Reescalado entre 0 y 1
Costes	= 1 - Suma de la puntuación que la empresa dio [número entre 1 (Alta) y 4 (No relevante/no empleada)] a la importancia atribuida a la falta de fondos en la empresa o grupo de empresas; falta de financiación de fuentes externas a la empresa; coste demasiado alto de la innovación como factores que dificultaron sus actividades de innovación. Reescalado entre 0 y 1
Financiación pública (Subsidios)	= 1 si la empresa recibió apoyo financiero público procedente de las Administraciones Locales o Autonómicas y/o la Administración del Estado para sus actividades de innovación = 0 Otro caso
Tamaño de la Empresa	<50 empleados =1 si la empresa tiene menos de 50 empleados; =0 otro caso 50 - 249 empleados =1 si la empresa tiene entre 50 y 249 empleados; =0 otro caso 250 - 499 empleados =1 si la empresa tiene entre 250 y 499 empleados; =0 otro caso 500 o más empleados =1 si la empresa tiene 500 o más empleados; =0 otro caso

Nota: Todas las variables explicativas son derivadas de PITEC 2006.

Tabla 9. Modelo probit binomial de cooperación en I+D en el sector automovilístico

	Cooperación Vertical	Cooperación Institucional
Spillovers Entrantes	0.7535* (0.395)	1.0839** (0.435)
Protección Legal	0.5828** (0.246)	0.0557 (0.245)
Intensidad en I+D Interna	-1.5508 (1.813)	-0.643 (1.647)
Riesgos	0.9936*** (0.345)	0.9228** (0.38)
Costos	-0.6939* (0.412)	-0.3781 (0.438)
Subsidios	0.6793*** (0.216)	1.1492*** (0.234)
<i>Tamaño de la Empresa (base <50 empleados)</i>		
Entre 50 y 249 empleados	0.3423 (0.287)	0.4042 (0.326)
Entre 250 y 499 empleados	0.5176 (0.316)	0.7449** (0.351)
500 o más empleados	0.6754** (0.343)	0.711* (0.378)
Constante	-1.699*** (0.375)	-2.3764*** (0.424)
ρ	0.7610*** (0.075)	
Tamaño muestral	190	
LogL	-168.466	
Test de Wald	Chi2(18) = 66.72	
Ho: no significancia conjunta de los coeficientes	Prob > chi2 = 0.000	

Errores estándar robustos a la heteroscedasticidad. (*) p<0.1; (**) p<0.05; (***) p<0.01.