

XV ENCUENTRO DE ECONOMÍA APLICADA
A CORUÑA, 7 Y 8 DE JUNIO DE 2012

HETEROGENEIDAD EN LAS DECISIONES DE COOPERACIÓN EN I+D SEGÚN TIPO DE SOCIO Y SECTOR¹

Erika Raquel Badillo

AQR-IREA, Universitat de Barcelona

ebadillo@ub.edu

Dpt. Econometría, Estadística i Economia Espanyola

Avda. Diagonal 690, 08034, Barcelona, Telf. +34934021412 - Fax +34934021821

Rosina Moreno

AQR-IREA, Universitat de Barcelona

rmoreno@ub.edu

Dpt. Econometría, Estadística i Economia Espanyola

Avda. Diagonal 690, 08034, Barcelona, Telf. +34934021823 - Fax +34934021821

RESUMEN: En este trabajo se analizan las heterogeneidades en las decisiones de cooperación en I+D teniendo en cuenta el tipo de socio (cooperación con otras empresas del mismo grupo, proveedores y clientes, competidores y con instituciones de investigación) y el sector al que pertenece la empresa (industria y servicios). Se utiliza la información del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para los años 2006-2008 y se hacen estimaciones probit multivariante corregidas por endogeneidad. Se encuentra que los determinantes de la cooperación en I+D difieren entre sectores. Los factores de riesgo como obstáculos a la innovación en el sector de la industria dificultan los acuerdos de cooperación con empresas del mismo grupo y con competidores mientras que en el sector de servicios este factor juega un papel negativo en la cooperación con proveedores y clientes. Por su parte, la posibilidad de acceder a recursos humanos complementarios presenta un efecto positivo importante en la cooperación con cualquier tipo de socio en el sector de servicios, pero no en la industria.

PALABRAS CLAVE: Cooperación en innovación, tipo de cooperación, industria, servicios, España

CÓDIGOS JEL: L2, L60, L80, O32

¹ Los autores agradecen el apoyo recibido del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto ECO2011-30260-C03-03.

1. INTRODUCCIÓN

La innovación es un proceso de generación de nuevas ideas, conceptos, productos y servicios que pretenden aumentar la productividad de las empresas, regiones o países. En la actualidad, con el proceso de globalización de los mercados, la innovación se ha convertido en un elemento clave para mantener la competitividad y, por tanto, la posición en un determinado mercado. Además, la facilidad con que circula la información hace que los procesos de adopción de nuevos conocimientos sea algo inevitable e implica amplios beneficios no sólo económicos, sino también sociales (Schumpeter, 1939, Stoneman, 1990).

No obstante, los procesos de innovación de las empresas son cada vez más complejos y los costos que demandan tales procesos se han incrementado. En consecuencia, las empresas deben hacer un mayor esfuerzo en tiempo y recursos en los procesos de innovación para seguir siendo competitivos en el mercado. Una estrategia para realizar las actividades de innovación es la cooperación con otras empresas o instituciones (públicas o privadas).

Estudios que analizan los efectos de la cooperación en I+D resaltan su importancia como un insumo para el buen desempeño económico de las empresas. Faems *et al.* (2005) muestran que el éxito económico de las empresas se encuentra positivamente determinado por la combinación de las estrategias de cooperación en I+D y los mecanismos de complementariedad que se generan entre estas estrategias. El trabajo teórico de D'Aspremont y Jacquemin (1988) expone que existe un impacto positivo de la cooperación sobre la competitividad e incluso sobre el bienestar económico. Empíricamente, Miotti y Sachwald (2003), Belderbos *et al.* (2004a), Löf y Broström (2008), y Aschoff y Schmidt (2008) muestran que el desempeño económico de las empresas se halla influenciado positivamente por los acuerdos de cooperación en I+D.

En esta línea, en este trabajo se analiza los determinantes de las estrategias de cooperación en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D) que eligen las empresas españolas para llevar a cabo sus actividades de innovación. Aunque la cooperación en I+D ha sido ampliamente estudiada, existen pocos estudios que se centren en las

heterogeneidades en los determinantes según las diversas fórmulas de colaboración (con empresas del mismo grupo, competidores, proveedores, clientes o instituciones de investigación) y según el sector económico al que pertenece la empresa (típicamente se ha analizado el sector industrial). Para entender dichas estrategias, es necesario examinar cómo el efecto de los determinantes de la cooperación con un determinado tipo de socio difiere de acuerdo al sector al que pertenece la firma.

Para este estudio se utiliza el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), el cual es una base de datos exhaustiva a nivel de empresas españolas que se siguen a lo largo del tiempo entre los años 2003 y 2009. Dada la estructura panel de la base es posible solventar algunas de las limitaciones a las que se han enfrentado la mayoría de estudios previos, los cuales han contado con bases de datos de corte transversal. La utilización de una base de datos longitudinal permite en este trabajo tener en cuenta el carácter temporal de los efectos de la cooperación sobre las variables explicativas a partir de la inclusión de variables rezagadas. Además, se hace corrección por endogeneidad a partir de técnicas de variables instrumentales.

El modelo de estimación utilizado es un probit multivariante de cuatro ecuaciones según el tipo de cooperación elegido por las empresas, a saber: empresas del mismo grupo, competidores, proveedores y/o clientes e instituciones de investigación. Este modelo permite analizar las estrategias de cooperación de tal forma que se identifiquen las heterogeneidades entre las distintas estrategias y además, el carácter complementario entre éstas.

Los resultados muestran que existe una significativa heterogeneidad entre las estrategias de la cooperación en I+D y de ahí la necesidad de analizar los diferentes tipos de socio que existen. En este sentido, existe una interdependencia en las decisiones de participar en acuerdos de cooperación con un determinado socio dado que en la mayoría de los casos una misma empresa lleva acuerdos de cooperación de diferentes tipos simultáneamente. También se encuentra que existen importantes diferencias en las decisiones de cooperación de las empresas en el sector industrial y de servicios, sobre todo en lo que tiene que ver con los riesgos presentes en los procesos de innovación y la

necesidad de solventar las carencias de recursos a partir de los acuerdos de cooperación. En las empresas del sector industrial un mayor riesgo disminuye la probabilidad de realizar acuerdos de cooperación con otras empresas del mismo grupo, con competidores y con instituciones y no afecta a la cooperación con proveedores y clientes. Mientras que las empresas de servicios ante un mayor riesgo prefieren no cooperar con proveedores o clientes, e instituciones. Por otro lado, la relación positiva entre el escaso capital humano y la probabilidad de cooperar con cualquier tipo de socio sólo está presente para las firmas en el sector servicios y no para las firmas en el sector industrial.

También se han encontrado diferencias en los efectos de tamaño del sector industrial sobre las estrategias de cooperación: el tamaño resulta ser un factor relevante para los acuerdos con instituciones, proveedores y clientes y con empresas del mismo grupo, siendo las empresas grandes las que tienen mayor probabilidad de cooperar en este sentido, y no para la cooperación horizontal donde parece ser que el tamaño no es determinante. Por su parte, en el sector de servicios el tamaño tiene un efecto positivo en la probabilidad de cooperar con cualquier tipo de socio. De nuevo, las empresas grandes del sector servicios son las que tienen mayor probabilidad de cooperar.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la sección dos se presenta la revisión de la literatura relacionada. En la sección tres se describe la base de datos utilizada y se muestran algunas estadísticas descriptivas. En la sección cuatro se detalla la metodología de estimación y en la sección cinco se presentan los resultados empíricos obtenidos. Por último, se presentan las conclusiones más relevantes.

2. LITERATURA RELACIONADA

Existe una importante cantidad de artículos y estudios, tanto teóricos como empíricos, sobre la cooperación en I+D. Sin ser exhaustivos, en esta sección se relacionan los trabajos que más contribuyeron al entendimiento de este tema. Principalmente se abarcan los trabajos que analizan los factores que influyen en las decisiones del tipo de cooperación en I+D.

Existen dos principales 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. Se tiene la literatura de la Organización Industrial que enfatiza los spillovers de conocimiento por la inclusión de nueva tecnología, destacándose los trabajos de Katz (1986), D'Aspremont y Jacquemin (1988), y Kamien *et al.* (1992). En el otro enfoque se encuentra la literatura de la Dirección Estratégica y se centra en la importancia de los costos, riesgos y complementariedades presentes en los procesos de innovación. En este último enfoque se resaltan los trabajos de Pisano (1990), Das y Teng (2000), y Hagedoorn *et al.* (2000).

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.

Empíricamente, Cassiman y Veugelers (2002) con datos de la Encuesta Comunitaria de Innovación (*CIS*, por sus siglas en inglés) para las empresas industriales belgas, obtienen que los spillovers entrantes y la capacidad de la empresa para apropiarse de los rendimientos de las innovaciones tienen un efecto positivo y significativo sobre la probabilidad de cooperación en I+D de cualquier tipo. Además muestran que cuanto más altos los spillovers entrantes, mayor es la probabilidad de cooperación con institutos de investigación y universidades pero no tiene efecto sobre la cooperación con clientes y proveedores, resultados similares son encontrados en Veugelers y Cassiman (2005), Serrano-Bedia *et al.* (2010), y Chun y Mun (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.

Abramovsky *et al.* (2009) realizan una comparación para Francia, Alemania, España y Reino Unido de los determinantes de la cooperación en I+D con datos de empresas industriales y de servicios. En este trabajo se evidencia que los spillovers entrantes juegan un papel más importante en los acuerdos de colaboración con instituciones de investigación que con otros socios, a su vez la capacidad para apropiarse de los retornos de las actividades de innovación es relevante en las decisiones de cooperación con instituciones de investigación y clientes y proveedores pero no así en el caso de la cooperación con competidores. Particularmente para España, a diferencia de los otros países, se encuentra que la principal motivación para realizar acuerdos de cooperación es la necesidad de superar las restricciones financieras, esta relación es generada principalmente por el sector manufacturero y desaparece en el sector servicios.

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.

Para España, Bayona *et al.* (2001), analizan los determinantes de participar en acuerdos de cooperación en I+D sin distinguir entre tipo de socio. A partir de los datos de la Encuesta sobre Innovación Tecnológica de 1996, se analiza las motivaciones para cooperar en I+D en una muestra de 1652 empresas industriales. Los autores encuentran el hecho de que la innovación sea costosa e incierta como una de las motivaciones principales para cooperar y además para ello las empresas deben tener cierta capacidad de absorción, mientras que no parece ser tan importante las motivaciones de acceso a los mercados o la búsqueda de oportunidades. Adicionalmente, se realiza un análisis por submuestras según el tamaño de la empresa mostrando que las razones de la cooperación en I+D difieren entre grandes y pequeñas empresas, siendo las empresas grandes las que más recurren a la cooperación a la hora de innovar.

López (2008) usa un enfoque similar al desarrollado por Cassiman y Veugelers (2002) destacando el impacto de los spillovers sobre los acuerdos de cooperación en I+D que llevan a cabo las empresas industriales españolas. Al igual que Cassiman y Veugelers, López analiza la posible endogeneidad sobre las variables de spillovers y la intensidad en I+D, encontrando que las conclusiones pueden variar según la técnica de estimación utilizada y la forma de abordar la endogeneidad. En relación a la cooperación vertical y cooperación con instituciones de investigación encuentra que el principal determinante

es el intercambio de costos y riesgos, mientras, para en la cooperación con competidores es la efectividad de los métodos de protección.

Un número muy limitado de trabajos tienen en cuenta el sector servicios. Kaiser (2002), por ejemplo, realiza un análisis empírico a través de un modelo logit anidado usando datos de la Encuesta sobre Innovación para el sector de servicios en Alemania. En este trabajo se investigan las decisiones de cooperación como un proceso en dos etapas: en la primera, la decisión de la firma de cooperar o no, y en la segunda etapa la elección del tipo de cooperación. El autor distingue entre cooperación vertical y mixta con universidades y competidores. Entre los principales resultados se encuentra que existen diferentes motivaciones para cooperar con los distintos socios, y que el gasto en I+D y los spillovers no tienen un impacto sobre la cooperación en investigación.

Por su parte, Belderbos *et al.* (2004b) explora las heterogeneidades en los determinantes de la decisión de participar en cooperación en I+D, diferenciando entre competidores, proveedores, clientes e institutos de investigación y universidades. Los autores aplican un modelo probit multivariante con datos para Holanda de la Encuesta Comunitaria sobre Innovación de los años 1996 y 1998, incluyendo tanto empresas de industria como de servicios. La aplicación de este método de estimación permite verificar el carácter complementario o sustitutivo de las estrategias de cooperación en innovación a partir de las correlaciones entre ellas. De esta manera, los autores evidencian que existe complementariedad (es decir, la empresa puede obtener mayores beneficios de la cooperación si realiza acuerdos con distintos tipos de socio) entre los diversos tipos de cooperación en innovación y encuentran que los determinantes de la cooperación difieren significativamente entre los diversos socios. En relación a la intensidad en I+D, los resultados sugieren un efecto cóncavo robusto para el caso de la cooperación con clientes, proveedores e instituciones pero no así con competidores. El efecto del tamaño de la firma es más fuerte en el caso de las instituciones, mientras la incertidumbre en los mercados no es importante en este tipo de acuerdos, no obstante, si lo es para competidores y proveedores. Los spillovers de información sólo son importantes en los cuatro tipos de cooperación siempre que la información provenga de instituciones de investigación. Los autores incluyen una variable binaria de sector para controlar por

características propias del sector, pero no encuentran diferencias substanciales entre el sector industrial y de servicios.

De la anterior revisión de la literatura se puede concluir que existe poca evidencia sobre las diferencias sectoriales que podrían existir en los determinantes de la cooperación en I+D y menos aún para el sector servicios, el cual ha tenido un importante crecimiento en las últimas décadas y presenta diferentes dinámicas en los procesos de innovación respecto al sector industrial. De igual forma, la mayoría de los análisis empíricos se han hecho suponiendo que las estrategias de cooperación en I+D son independientes; sin embargo la existencia de acuerdos simultáneos con diferentes socios puede llevar a complementariedades entre las estrategias de cooperación, lo cual implica que las decisiones sobre el tipo de cooperación no son independientes. Además, poco se ha tenido en cuenta sobre el carácter temporal de los efectos de la cooperación sobre algunas de las variables explicativas que por tanto se consideran como endógenas. Este trabajo pretende aportar evidencia adicional sobre estos temas y contribuir al análisis de las diferencias sectoriales en los procesos de cooperación para la innovación. Para ello, la posibilidad de contar con una base de datos longitudinal permitirá hacer correcciones a la endogeneidad que pueden surgir en este tipo análisis.

3. DATOS Y ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La base de datos utilizada en este trabajo es el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC)². Este 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. El PITEC proporciona información sobre la actividad innovadora de las empresas españolas de manera consecutiva entre los años 2003 y 2009³.

En este estudio se analizan los determinantes de las estrategias de cooperación en I+D elegida por las empresas españolas para los años 2006-2008. La ventaja de usar esta base de datos es que permite controlar en parte los posibles problemas de endogeneidad

² Base de datos disponible públicamente en <http://sise.fecyt.es/>

³ El año correspondiente a 2009 ha sido publicado recientemente.

que subyacen en este contexto, mediante la introducción de variables retardadas como variables explicativas. En concreto, se tiene que las variables de cooperación en I+D (variables dependientes) se toman de la encuesta de 2008, mientras que las variables explicativas corresponden a la encuesta del año 2006.

La muestra de PITEC 2008 contiene información para 12,813 empresas, si bien después de un proceso de depuración de los datos⁴ y seleccionar únicamente los sectores de industria y servicios, ésta se reduce a 10,443. De otro lado, debido a que el objetivo de este artículo es estudiar la cooperación en I+D y sólo las empresas que realizan actividades de innovación responden a las preguntas relevantes para este estudio, el análisis se restringe al grupo de empresas innovadoras⁵. Finalmente, se tiene 7,362 empresas para los años 2006 y 2008.

En la tabla 1 se observan las distintas estrategias de cooperación elegidas por las empresas innovadoras. Según estos datos, cerca del 36% de las empresas innovadoras industriales y de servicios indicó haber colaborado con al menos un socio durante el periodo 2006-2008. Los institutos de investigación constituyen el principal socio con el que las empresas establecen acuerdos de cooperación en actividades de innovación, en concreto, el 74%, mientras la cooperación con competidores es la menos frecuente, 23% del total de firmas que realizan algún acuerdo. No obstante, en su mayoría las empresas mantienen simultáneamente acuerdos con diferentes tipos de socio, el 54% coopera con al menos dos tipos de socio. Por ejemplo, cuando se habla de acuerdos de cooperación con instituciones, hay que tener en cuenta, que de las 1,954 empresas que cooperan con este tipo de socio, el 65% también tiene acuerdos con otro socio. De lo anterior puede pensarse que las empresas encuentran beneficios en la complementariedad entre las distintas formas de cooperación. En particular, los datos muestran que la cooperación con instituciones se complementa en mayor medida con la de tipo vertical pues el

⁴ Se eliminan las empresas que reportan incidencias debido a confidencialidad, fusiones, cierre, incidencias en el empleo, entre otras. Se eliminan además, aquellas observaciones que presentan alguna anomalía tales como empresas con cifra de negocios con valor nulo o valores de intensidad en I+D (ratio entre el gasto en I+D sobre la cifra de negocios) excesivamente grandes (la media más dos veces la desviación estándar).

⁵ La innovación se define como: empresas que han introducido innovaciones de producto o proceso, o tienen en curso o han abandonado actividades de innovación durante el período 2006-2008.

número de empresas que cooperan con instituciones y otro tipo es mayor en el caso de vertical.

Tabla 1. Estrategias de cooperación que siguen las empresas innovadoras

I	V	H	G	Estrategia	Empresas	%
0	0	0	0	No cooperan	4,718	64.1
			1	Sólo Grupo	124	4.7
		1	0	Sólo Horizontal	75	2.8
			1	Horizontal + Grupo	5	0.2
	1	0	0	Sólo Vertical	346	13.1
			1	Vertical + Grupo	90	3.4
		1	0	Vertical + Horizontal	31	1.2
			1	Vertical + Horizontal + Grupo	19	0.7
1	0	0	0	Sólo Instituciones	680	25.7
			1	Instituciones + Grupo	108	4.1
		1	0	Instituciones + Horizontal	113	4.3
			1	Instituciones + Horizontal + Grupo	19	0.7
	1	0	0	Instituciones + Vertical	460	17.4
			1	Instituciones + Vertical + Grupo	223	8.4
		1	0	Instituciones + Vertical + Horizontal	200	7.6
			1	Todas	151	5.7
Total firmas innovadoras con al menos un acuerdo de cooperación					2,644	35.9
Cooperación Grupo (G)*					739	28.0
Cooperación Horizontal (H)*					613	23.2
Cooperación Vertical (V)*					1,520	57.5
Cooperación Instituciones (I)*					1,954	73.9

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008

* G: Otras empresas de su mismo grupo; H: Competidores; V: Clientes y/o proveedores; I: Consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D; Universidades u otros centros de enseñanza superior; Organismos públicos de investigación; y Centros tecnológicos

La proporción de empresas innovadoras con acuerdos de cooperación y tipo de socio por sector se muestra en la tabla 2. La muestra presenta una mayor proporción de empresas innovadoras pertenecientes a la industria (62.8%) que empresas del sector servicios (37.2%). Sin embargo, se puede apreciar que existe una mayor propensión a cooperar en los servicios: el 41.3% de las empresas innovadoras de este sector mantiene acuerdos de colaboración con otros socios; mientras que en el sector industrial sólo el 32.7% utiliza como mecanismo para realizar las actividades de innovación la cooperación.

Por otro lado, de la misma tabla 2 se observa que tanto en el sector de servicios como en el de industria, las empresas innovadoras prefieren cooperar con instituciones de investigación. Sin embargo, la proporción de empresas que cooperan con este tipo de socio es mayor en los servicios, 31.2% frente a 23.8% en la industria. Existe también una diferencia significativa entre los dos sectores en cuanto a la proporción de empresas innovadoras que se asocian con competidores, este valor corresponde a 13.3% en los servicios y 5.4% en el sector industrial. De hecho el menor socio que frecuentan las empresas pertenecientes al sector industrial es el de tipo horizontal y en el sector de servicios es la cooperación con empresas del mismo grupo. La menor cooperación de tipo horizontal puede estar asociada al miedo por comportamientos anticompetitivos, al que tendrían más respeto las empresas industriales.

Tabla 2. Porcentaje de firmas innovadoras según tipos de cooperación y sector
(% sobre empresas innovadoras)

Sectores	Empresas Innovadoras	Cooperación	Grupo	Horizontal	Vertical	Instituciones
<i>Industria</i>	62.82	32.71	9.86	5.38	18.92	23.81
<i>Servicios</i>	37.18	41.32	10.34	13.30	23.57	31.17
Total	100.00	35.91	10.04	8.33	20.65	26.54

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008

En la tabla 3 se recogen algunas estadísticas descriptivas que caracterizan a las empresas según hayan realizado algún acuerdo de colaboración y el tipo de acuerdo establecido. En términos generales, se observa que tanto en los servicios como en la industria, las empresas innovadoras que mantienen acuerdos de cooperación se caracterizan por recibir apoyo financiero que las que no cooperan, además de una mayor intensidad media en I+D interna, así como el uso de algún método de protección legal.

En relación al tamaño, se observa que a menor tamaño, mayor propensión a cooperar tanto en servicios como industria. Pero si nos centramos en las PYMES, mientras que en servicios hay un mismo porcentaje de firmas que cooperan y que no cooperan, en el caso de la industria, hay 10 puntos porcentuales de diferencia a favor de las que no cooperan. Por lo tanto, se puede decir que a las PYMES les cuesta más cooperar en la industria.

Tabla 3. Características de las empresas innovadoras y sus estrategias de cooperación^a

Sector	Variables	Empresas innovadoras	Cooperan	No cooperan	Tipo de cooperación			
					Grupo	Horizontal	Vertical	Instituciones
Industria	N	4,625	1,513	3,112	456	249	875	1,101
	Spillovers Entrantes	0.356	0.415	0.327	0.443	0.489	0.436	0.430
	Protección Legal	36%	43%	33%	45%	46%	44%	45%
	Intensidad en I+D	0.053	0.078	0.041	0.075	0.109	0.071	0.083
	Riesgos	0.518	0.531	0.511	0.507	0.531	0.539	0.540
	Costes	0.588	0.599	0.583	0.570	0.616	0.596	0.608
	Escaso KH	0.471	0.476	0.468	0.428	0.477	0.473	0.476
	Subsidios	42%	61%	33%	59%	70%	61%	67%
	Grupo	37%	49%	31%	93%	55%	51%	48%
	Menos de 50 emp	48%	41%	51%	18%	35%	37%	42%
	50 - 249 emp	37%	37%	37%	38%	38%	38%	36%
	250 - 499 emp	9%	12%	8%	24%	15%	14%	12%
	500 y más emp	6%	10%	4%	20%	12%	11%	10%
Servicios	N	2,737	1,131	1,606	283	364	645	853
	Spillovers Entrantes	0.365	0.436	0.315	0.443	0.485	0.454	0.460
	Protección Legal	33%	40%	28%	40%	45%	42%	43%
	Intensidad en I+D	0.274	0.415	0.174	0.325	0.468	0.451	0.476
	Riesgos	0.480	0.498	0.467	0.502	0.534	0.493	0.516
	Costes	0.589	0.621	0.566	0.575	0.639	0.613	0.643
	Escaso KH	0.442	0.468	0.423	0.495	0.497	0.476	0.481
	Subsidios	45%	64%	33%	58%	72%	64%	72%
	Grupo	36%	38%	34%	93%	37%	42%	34%
	Menos de 50 emp	59%	59%	59%	36%	52%	51%	61%
	50 - 249 emp	21%	21%	21%	24%	28%	25%	22%
	250 - 499 emp	8%	7%	9%	13%	6%	7%	5%
	500 y más emp	12%	13%	11%	27%	14%	17%	11%

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008. Nota: Valores medios cuando se presentan valores absolutos y en % indica la proporción de empresas que cumplen la característica correspondiente.

^a La descripción de las variables se presenta en la sección cinco.

Por último, la tabla 3 muestra que las diferencias son mínimas entre variables según tipo de cooperación, excepto que las empresas que cooperan de forma horizontal se caracterizan por tener mayores valores en la intensidad media en I+D interna y por haber recibido algún apoyo financiero público para realizar sus actividades de innovación. Las empresas pertenecientes a un grupo emprenden acuerdos de

cooperación internamente pero también es una característica en los demás tipos de colaboración.

4. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN

Es importante tener en cuenta que el análisis empírico abarca dos objetivos: en primer lugar, el análisis de los determinantes de la decisión de cooperación con cada tipo de socio y en segundo lugar, determinar si existen diferencias entre los sectores industrial y de servicios y, por tanto, entender cuáles son los determinantes más importantes en cada sector económico. Para ello, en la primera parte se estima un modelo que incluye ambos sectores y se analiza la relevancia de la variable sectorial incluida en el modelo sobre la probabilidad de cooperación con cada tipo de socio. Una vez la relevancia de los aspectos sectoriales se confirman se procede a realizar la misma estimación para submuestras de empresas industriales y de servicios por separado. En este último modelo se incluye también una variable que captura diferencias dentro del mismo sector a nivel de 2-dígitos.

En la sección anterior se observó que las estrategias de cooperación elegidas por las empresas no son excluyentes, lo cual puede implicar que la elección de un tipo de socio no es independiente de la de otro. Pueden existir complementariedades entre la decisión de cooperar con los diferentes tipos de socio que deben ser tenidas en cuenta. Por ejemplo, Belderbos *et al.* (2004b) para el caso de Holanda y Carboni (2010) para Italia encuentran que las decisiones de cooperación entre los diferentes socios son interdependientes.

Para tener en cuenta las posibles correlaciones sistemáticas entre las decisiones de las diferentes formas de cooperación, se plantea un modelo probit multivariante de cuatro ecuaciones binarias que vienen determinadas por los siguientes tipos de socio: empresas del mismo grupo, competidores, proveedores y/o clientes, e institutos de investigación. Si se corrobora que las correlaciones entre las ecuaciones existen, las estimaciones por separado de las decisiones de cooperación llegarían a ser ineficientes (Zellner y Haung, 1962). De acuerdo con Belderbos *et al.* (2004b), las correlaciones pueden ser debidas a complementariedades (correlación positiva) o a sustituibilidad (correlación negativa)

entre las diferentes formas de cooperación, por ejemplo, los beneficios de la cooperación vertical pueden ser mayores si la empresa también coopera con instituciones de investigación.

Además de verificar la complementariedad entre las cuatro formas de cooperación a través de las correlaciones, este modelo permitirá observar si existen diferencias entre los motivos que conducen a las empresas a establecer acuerdos de cooperación con distintos socios en sus actividades de innovación.

Se tiene, entonces, cuatro variables latentes y_{i1}^* , y_{i2}^* , y_{i3}^* , y_{i4}^* que miden la diferencia entre los beneficios y costos que la empresa i obtiene cooperando en sus actividades de I+D ya sea con empresas del mismo grupo, competidores, proveedores y/o clientes, e institutos de investigación, respectivamente. Asumiendo que dichas diferencias dependen linealmente de un conjunto de características propias de las empresas y sectoriales, recogidas en x , se tiene que:

$$y_{ij}^* = x_{ij}'\beta_j + \varepsilon_{ij}, \quad j = 1, \dots, 4 \quad (1)$$

donde β_j es un vector de parámetros incluido el término constante y ε_{ij} son términos de error distribuidos como una normal multivariante, cada uno con media cero y matriz de varianzas-covarianzas V , donde V tiene valores de uno sobre la diagonal y correlaciones $\rho_{jk} = \rho_{kj}$ ($k=1, \dots, 4$) 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 socio. Así el modelo probit multivariante especifica las variables binarias de la siguiente forma⁶:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{si } y_{ij}^* \leq 0 \end{cases} \quad j = 1, \dots, 4 \quad (2)$$

En este caso, de cuatro ecuaciones existen 16 probabilidades conjuntas correspondientes a las 16 combinaciones de los diferentes tipos de socios para la cooperación ($y_{ij} = 1$) y

⁶ Nótese que las firmas pueden escoger no cooperar en todos los casos.

no cooperación ($y_{ij} = 0$). Se tiene que las probabilidades posibles vienen determinadas por (Wooldridge, 2002; Greene, 2008; Capellari y Jenkins, 2003; Cameron y Trivedi, 2005):

$$p_{hklm} = \Pr[y_1 = h, y_2 = k, y_3 = l, y_4 = m] \quad (3)$$

$$= \Phi(q_1 x'_{i1} \beta_1, q_2 x'_{i2} \beta_2, q_3 x'_{i3} \beta_3, q_4 x'_{i4} \beta_4, \rho_{21}, \rho_{31}, \rho_{41}, \rho_{32}, \rho_{42}, \rho_{43}),$$

donde $\Phi(\cdot)$ es la función de distribución normal cuatrivariante, $q_n=1$ si $y_{in} = 1$ y $q_n=-1$ si $y_{in} = 0$ para $n=1, \dots, 4$. Estas probabilidades son la base para la estimación máximo verosímil. Esta estimación se lleva a cabo a partir de la rutina de Cappellari y Jenkis (2003) quienes utilizan métodos de simulación de la función de máxima verosimilitud, específicamente el simulador GHK (Geweke-Hajivassiliou-Keane), para el cálculo de las probabilidades.

Una cuestión a tener en cuenta en la estimación es la posible relación simultánea entre las estrategias de cooperación y algunas de las variables explicativas. La literatura ha destacado la endogeneidad principalmente de las variables spillovers de conocimiento (spillovers entrantes y protección legal) e intensidad en I+D. Las inversiones en I+D interna pueden incrementarse si la cooperación hace las actividades de I+D internas más efectivas y los spillovers pueden ser afectados por la información que se comparte entre las relaciones con los socios (Cassiman y Veugelers, 2002; López, 2008).

A pesar de que las variables explicativas se toman de manera retardada, tal como argumenta Belderbos *et al.* (2004b), esto sólo reduce el sesgo que se produce mas no lo corrige. Siguiendo a Cassiman y Veugelers (2002) y Abramovsky *et al.* (2009), para corregir este potencial problema de endogeneidad se realiza una estimación en dos etapas utilizando variables instrumentales. Se usan como instrumentos, el grado en el cual la actividad innovadora de la empresa es orientada hacia la investigación básica (I+D básica) que está positivamente relacionado con la capacidad de absorción de la firma (intensidad en I+D interna) y el grado en el cual ellas pueden beneficiarse de los spillovers entrantes. Por otro lado, las firmas con mayor intensidad exportadora (Export) enfrentan un ambiente más competitivo que podría implicar una mejora en la absorción de los spillovers y en una mayor tendencia a invertir en I+D interna. Además, se

incluyen medidas a nivel de industria a 2-dígitos de las variables potencialmente endógenas para controlar por características industriales no observables (López, 2008; Chun y Mun, 2011).

5. DETERMINANTES DE LAS ESTRATEGIAS DE COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN: UN ANÁLISIS MULTIVARIANTE

En la tabla 5 se definen las variables utilizadas en el análisis de regresión. Las estimaciones del modelo probit multivariante corregido por endogeneidad se muestran en las tablas 6 y 7, teniendo en cuenta toda la muestra, y por separado para las empresas industriales y las del sector de servicios, respectivamente. Previo a estos resultados, se realizó el test de endogeneidad de Durbin-Wu-Hausman y el test F de instrumentos débiles (Wooldridge, 2002; Stock y Yogo, 2005; Greene, 2008). Los resultados de estos test (tablas 1 y 2 del anexo) corroboran la endogeneidad de las variables spillover entrantes, protección legal e intensidad en I+D, y el estadístico F de la primera etapa indica que los instrumentos se encuentran altamente correlacionados con las variables potencialmente endógenas⁷.

Tabla 5. Variables utilizadas en el análisis de regresión	
Variabes	Definiciones
Dependientes	
Cooperación con otras Empresas del Mismo Grupo (Grupo)	= 1 La empresa cooperó en alguna de sus actividades de innovación con otras empresas del mismo grupo en el periodo 2006-2008 = 0 Otro caso
Cooperación con Competidores (Horizontal)	= 1 La empresa cooperó en alguna de sus actividades de innovación con competidores u otras empresas del sector en el periodo 2006-2008 = 0 Otro caso
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 (Instituciones)	= 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, revistas científicas y publicaciones comerciales/técnicas y, asociaciones profesionales y sectoriales. Reescalado entre 0 y 1

⁷ Los F-estadísticos son mayores que el umbral de 10 para instrumentos débiles sugerido por Stock y Yogo (2005), con excepción de intensidad en I+D en la muestra de empresas industriales.

Tabla 5. Variables utilizadas en el análisis de regresión (Continuación)	
Protección Legal de la Innovación (Protección legal)	= 1 si la empresa usa al menos uno de los métodos de protección (solicitó patentes, reclamó derechos de autor, registró marca y registró diseño industrial) = 0 en otro caso
Intensidad en I+D Interna (Intensidad I+D)	Ratio entre la cifra de gastos internos en I+D y la cifra de negocios de la empresa
Tamaño de la Empresa	<50 empleados =1 si tiene menos de 50 empleados; =0 en otro caso 50 – 249 empleados =1 si tiene entre 50 y 249 empleados; =0 en otro caso 250 – 499 empleados =1 si tiene entre 250 y 499 empleados; =0 en otro caso 500 y más empleados =1 si tiene 500 o más empleados; =0 en otro caso
Riesgos	= 1 - Suma de la puntuación que la empresa dio [número entre 1 (Alta) y 4 (No relevante/no empleada)] a la importancia atribuida a incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios innovadores, y a mercados dominados por empresas establecidas como factores que dificultaron 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 y coste demasiado alto de la innovación, como factores que dificultaron sus actividades de innovación. Reescalado entre 0 y 1.
Falta de personal cualificado (Escaso KH)	= 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 personal cualificado como factor 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
Pertenencia un grupo de empresas (Grupo)	= 1 si la empresa pertenece a un grupo de empresas = 0 Otro caso
Binaria de sector (Sector)	= 1 si pertenece al sector industrial = 0 si pertenece al sector de servicios
Instrumentos	
I+D Básica	= 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 consultores, laboratorios o institutos privados; universidades; organismos públicos de investigación y; centros tecnológicos. Reescalado entre 0 y 1
Intensidad de Exportación (Export)	Ratio entre el volumen de exportaciones y la cifra de negocios de la empresa
Nivel Industrial de Spillovers Entrantes (SpillSECT)	Promedio de de la variable spillovers entrantes por sectores de actividad a dos dígitos según CNAE-93
Nivel Industrial de Protección Legal (ProtLegalSECT)	Promedio de de la variable protección legal por sectores de actividad a dos dígitos según CNAE-93
Nivel industrial de Intensidad en I+D Interna (IntensSECT)	Promedio de de la variable intensidad en I+D interna por sectores de actividad a dos dígitos según CNAE-93
Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008	
Nota: Todas las variables explicativas son derivadas de PITEC 2006.	

Como se observan en las tablas 6 y 7, la significación estadística de los coeficientes de correlación (ρ) entre los términos de perturbación muestra la necesidad de la estimación multiecuacional. Esto implica que existen procesos de interdependencia entre las cuatro estrategias de cooperación para las actividades de innovación, tanto para toda la muestra de empresas como para el sector industrial y de servicios. El signo positivo de estos

coeficientes confirma la posible existencia de complementariedades entre las cuatro estrategias de colaboración. Estos resultados son consistentes con los encontrados por Belderbos *et al.* (2004b) y Carboni (2010) para el caso de Holanda e Italia, respectivamente.

Tabla 6. Modelo probit multivariante de cooperación en I+D corregido por endogeneidad
Total de empresas

	Cooperación Grupo	Cooperación Horizontal	Cooperación Vertical	Cooperación Instituciones
Spillovers Entrantes	1.249*** (0.212)	1.898*** (0.197)	1.619*** (0.154)	3.087*** (0.156)
Protección Legal	0.896*** (0.325)	-0.031 (0.310)	-0.443* (0.241)	-0.231 (0.240)
Intensidad en I+D	0.168 (0.105)	0.278*** (0.095)	0.363*** (0.082)	0.327*** (0.088)
Riesgos	-0.207** (0.093)	-0.128 (0.089)	-0.083 (0.068)	-0.247*** (0.068)
Costes	0.043 (0.091)	-0.013 (0.091)	-0.035 (0.068)	-0.063 (0.067)
Escaso KH	0.014 (0.084)	0.085 (0.081)	0.073 (0.062)	0.004 (0.061)
Subsidios	0.270*** (0.056)	0.445*** (0.053)	0.435*** (0.041)	0.675*** (0.040)
Grupo	1.533*** (0.066)	0.130** (0.052)	0.204*** (0.040)	0.129*** (0.040)
<i>Tamaño (base <50 empleados)</i>				
50 - 249 emp	0.022 (0.060)	0.145*** (0.056)	0.150*** (0.043)	-0.001 (0.043)
250 - 499 emp	0.225*** (0.079)	0.144 (0.089)	0.275*** (0.067)	0.019 (0.069)
500 y más emp	0.335*** (0.080)	0.342*** (0.086)	0.523*** (0.069)	0.309*** (0.072)
Sector (=1 industria)	-0.118** (0.057)	-0.454*** (0.056)	-0.062 (0.043)	-0.130*** (0.042)
Constante	-3.119*** (0.104)	-2.279*** (0.091)	-1.675*** (0.068)	-1.937*** (0.067)
	ρ_{21}	0.460*** (0.031)	ρ_{32}	0.546*** (0.023)
	ρ_{31}	0.646*** (0.021)	ρ_{42}	0.573*** (0.023)
	ρ_{41}	0.596*** (0.023)	ρ_{43}	0.662*** (0.015)
N	7362			
LogL	-9307.2503			
Test de Wald	Chi2(48) = 2243.1			
Ho: no significancia conjunta de los coeficientes	Pval = 0.000			
Test de Verosimilitud	Chi2(6) = 2280.73			
Ho: $\rho_{21}=\rho_{31}=\rho_{41}=\rho_{32}=\rho_{42}=\rho_{43}=0$	Pval = 0.000			

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

() Errores estándar robustos a la heteroscedasticidad

En cuanto a las variables explicativas introducidas en el modelo, se observan diferentes efectos sobre las estrategias de cooperación en I+D. Esto evidencia la heterogeneidad que existe entre los diferentes tipos de cooperación y de ahí la necesidad de desagregarlas. De igual forma, se nota un importante efecto sectorial en las probabilidades de cooperación con algún socio. La significación estadística del coeficiente asociado a la variable *Sector* en el modelo para toda la muestra (tabla 6) y los diferentes efectos que se observan en las estimaciones por separado para empresas industriales y de servicios (tabla 7), muestran dichas diferencias sectoriales. En concreto, el signo negativo de la variable sector en la tabla 6 evidencia que la probabilidad de cooperar, es inferior para las firmas industriales que para las del sector servicios, siendo las diferencias mucho más acusadas en el caso de la cooperación horizontal (con competidores); mientras que no existen diferencias significativas entre ambos sectores en el caso de la cooperación vertical.

Las estimaciones muestran una relación positiva y significativa entre spillovers entrantes y la probabilidad de los cuatro tipos de cooperación. Cuanto mayor es la importancia atribuida por la empresa a fuentes de información externas a la misma, es de esperar que las empresas tengan mayor capacidad para explotar estos spillovers con el fin de incrementar la productividad de sus actividades de innovación, por tanto, mayores serían los beneficios que pueden obtener a través de acuerdos de cooperación (Cassiman y Veugelers, 2002, López, 2008) por lo que mayor es la probabilidad de cooperar. Se encuentra un impacto notablemente mayor en el caso de la cooperación con instituciones, y a su vez éste es mayor dentro de las empresas industriales. Por tanto, parece concluirse que principalmente las empresas del sector industrial son las que más consideran beneficiarse de la información que proviene de fuentes externas sobre todo a la hora de escoger cooperar con instituciones públicas.

Por el contrario, la variable de *Protección Legal* sólo presenta algún efecto cuando se toma el agregado de toda la muestra de empresas. La literatura ha sugerido un efecto ambiguo de esta variable (López, 2008). Por un lado, una más fácil apropiación de los resultados de la innovación a través de la protección puede tener un efecto positivo sobre la cooperación en I+D, ya que las firmas pueden controlar los flujos de

información salientes. Sin embargo, una excesiva protección legal puede dificultar la internalización de los flujos que se comparten entre los socios de la cooperación y tener un efecto negativo sobre ésta. En nuestro caso, se observa un efecto positivo y significativo de esta variable en la cooperación con otras empresas del mismo grupo, mientras que existe un efecto negativo aunque no tan significativo estadísticamente en la cooperación con proveedores y clientes. Sin embargo, a nivel de sector industrial y de servicios no se observan efectos significativos. Esto puede deberse a que una gran cantidad de empresas en la muestra son empresas pequeñas (véase tabla 3), las cuales no poseen suficientes recursos y poder de mercado para proteger sus procesos de innovación. Además, este tipo de empresas presentan una menor capacidad de negociación y, por tanto, mayores dificultades para apropiarse de los beneficios que puedan surgir en los acuerdos corporativos, lo cual hace que sean menos propensas a cooperar (Arundel, 2001; Chun y Mun, 2011).

El efecto de la intensidad en I+D interna es significativo y positivo para el total de las empresas. Esto es consistente con la mayoría de estudios que argumentan que las empresas dotadas de mayores actividades de I+D son más propensas a cooperar que las empresas con limitaciones en esta actividad (Fristch y Lucas, 2001, Laurensen y Salter, 2004). Esto se explica por el hecho de que la capacidad de absorción de una empresa puede aumentar a través de un mayor nivel de I+D interna (Cohen y Levinthal, 1989) y dicha capacidad hace que la empresa pueda sacar un mayor provecho de la colaboración con otros socios, sobre todo en la relación con sus competidores. Sin embargo, no obtenemos parámetros significativos de la intensidad en I+D interna cuando se toma las muestras de las firmas del sector industrial y de servicios por separado.

Una importante diferencia entre el sector industrial y de servicios radica en el impacto que poseen los factores de riesgos como obstáculos a la innovación. En las empresas del sector industrial un mayor riesgo disminuye la probabilidad de realizar acuerdos de cooperación con otras empresas del mismo grupo, con competidores y con instituciones y no afecta a la cooperación con proveedores y clientes. Mientras que las empresas de servicios ante un mayor riesgo prefieren no cooperar con proveedores o clientes, e instituciones. Este efecto negativo puede deberse a que empresas para las que el riesgo

es una importante barrera a la innovación es menos probable que cooperen. En este sentido, en un ámbito de alto riesgo es más difícil minimizar los compartimientos oportunistas y lograr un éxito en los acuerdos de cooperación en I+D. Este efecto de un mayor riesgo, aumento en el oportunismo y, por tanto, menor propensión a cooperar es más relevante para la cooperación con instituciones de investigación. Un efecto similar es encontrado en Cassiman y Veugelers (2002).

**Tabla 7. Modelo probit multivariante de cooperación en I+D corregido por endogeneidad
Empresas industriales y de servicios**

	Cooperación Grupo		Cooperación Horizontal		Cooperación Vertical		Cooperación Instituciones	
	Industria	Servicios	Industria	Servicios	Industria	Servicios	Industria	Servicios
Spillovers Entrantes	1.892*** (0.454)	1.252*** (0.345)	1.982*** (0.521)	1.742*** (0.268)	1.429*** (0.340)	1.294*** (0.244)	3.722*** (0.346)	2.439*** (0.241)
Protección Legal	-0.33 (0.904)	0.824 (1.208)	0.337 (1.084)	-0.235 (0.990)	1.008 (0.667)	-0.02 (0.891)	-0.272 (0.689)	-0.023 (0.854)
Intensidad en I+D	0.074 (0.682)	0.139 (0.267)	0.289 (0.642)	0.114 (0.217)	0.289 (0.543)	0.198 (0.210)	-0.251 (0.430)	0.021 (0.204)
Riesgos	-0.274*** (0.120)	-0.111 (0.151)	-0.280*** (0.135)	-0.059 (0.118)	-0.077 (0.093)	-0.217*** (0.107)	-0.300*** (0.091)	-0.233** (0.108)
Costes	0.156 (0.117)	-0.174 (0.206)	0.050 (0.131)	-0.091 (0.166)	-0.047 (0.088)	-0.062 (0.143)	-0.057 (0.088)	-0.149 (0.141)
Escaso KH	-0.165 (0.110)	0.311** (0.147)	0.035 (0.123)	0.244** (0.113)	-0.072 (0.084)	0.239*** (0.103)	-0.138* (0.082)	0.224** (0.102)
Subsidios	0.294*** (0.085)	0.332** (0.153)	0.435*** (0.092)	0.479*** (0.120)	0.335*** (0.062)	0.454*** (0.103)	0.676*** (0.061)	0.717*** (0.103)
Grupo	1.382*** (0.081)	1.761*** (0.113)	0.245*** (0.076)	-0.028 (0.078)	0.236*** (0.052)	0.134*** (0.065)	0.168*** (0.053)	0.028 (0.066)
<i>Tamaño (base <50 empleados)</i>								
50 - 249 emp	0.137 (0.093)	-0.120 (0.116)	0.081 (0.091)	0.214** (0.098)	0.061 (0.065)	0.187** (0.086)	-0.036 (0.061)	-0.002 (0.087)
250 - 499 emp	0.348*** (0.128)	0.219 (0.150)	0.101 (0.149)	0.087 (0.145)	0.167 (0.102)	0.198* (0.119)	-0.005 (0.102)	-0.051 (0.122)
500 y más emp	0.552*** (0.164)	0.287** (0.141)	0.148 (0.194)	0.376*** (0.134)	0.273** (0.129)	0.484*** (0.116)	0.348*** (0.131)	0.278*** (0.115)
Constante	-2.963*** (0.232)	-3.083 (0.351)	-3.131*** (0.264)	-2.514*** (0.455)	-2.185*** (0.171)	-1.526*** (0.274)	-2.221*** (0.171)	-1.744*** (0.257)

	Industria				Servicios			
	ρ_{21}	0.490*** (0.042)	ρ_{32}	0.545*** (0.033)	ρ_{21}	0.432*** (0.049)	ρ_{32}	0.551*** (0.032)
	ρ_{31}	0.673*** (0.026)	ρ_{42}	0.564*** (0.033)	ρ_{31}	0.623*** (0.037)	ρ_{42}	0.604*** (0.031)
	ρ_{41}	0.596*** (0.029)	ρ_{43}	0.665*** (0.019)	ρ_{41}	0.613*** (0.038)	ρ_{43}	0.678*** (0.024)
N	4625				2737			
LogL	-5355.6				-3767.2			
Test de Verosimilitud	Chi2(6) = 1308.52				Chi2(6) = 958.16			
Ho: $\rho_{21}=\rho_{31}=\rho_{41}=\rho_{32}=\rho_{42}=\rho_{43}=0$	Pval = 0.000				Pval = 0.000			

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

() Errores estándar robustos a la heteroscedasticidad

Se han incluido efectos fijos de sector a dos dígitos

Referente a las limitaciones en cuanto a la falta de personal cualificado (*Escaso KH*) se observa que para el total de empresas no existen efectos significativos, mientras que cuando se separa la muestra en empresas industriales y de servicios surgen efectos nada desdeñables. En el sector de servicios una falta de personal cualificado incrementa la probabilidad de realizar acuerdos con todos los tipos de cooperación. Este efecto positivo implica la posibilidad de acceder a recursos complementarios mediante la asociación con otras empresas o instituciones, que son más relevantes en empresas de servicios ya que es un sector intensivo en conocimiento. Por el contrario, las decisiones de cooperación en las firmas del sector industrial no parecen verse afectadas por la escasez de recursos humanos.

El apoyo financiero público por parte de las administraciones locales y nacionales (*Subsidios*) es uno de los principales determinantes de la colaboración para todos los tipos de cooperación. Se observa el efecto positivo más elevado en la cooperación con instituciones de investigación, y más incluso en el sector de servicios. Esto puede explicarse porque a menudo las subvenciones están orientadas a estimular la relación empresa-universidades. Esta relación es mucho más fuerte cuando el tipo de empresa es intensiva en conocimiento, como es el caso de las empresas del sector servicios. Asimismo, destaca el efecto de las subvenciones sobre la estrategia de cooperación horizontal. Empresas que afrontan sus problemas financieros mediante subvenciones tienen menos inconvenientes para asociarse con sus competidores, quizás debido a que el apoyo financiero público es un factor que se encuentra fuera del terreno de la competencia (Tether, 2002).

Por último, se observa que empresas pertenecientes a un grupo empresas y con mayor tamaño tienen mayor probabilidad de establecer acuerdos para la innovación. A nivel de sector se nota que en la industria son las empresas de más de 500 empleados las que tienen una mayor probabilidad de cooperación con otras empresas del mismo grupo, seguido de la cooperación con instituciones de investigación. Por su parte, en el sector de servicios este mismo tipo de empresas grandes presentan una mayor probabilidad de cooperar con proveedores o clientes, seguida de la cooperación con competidores. La

capacidad de las empresas grandes para aprovechar los rendimientos de los acuerdos de cooperación, hacen que éstas tengan una mayor probabilidad de cooperar.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se han analizado los determinantes de las diferentes estrategias de cooperación en I+D (cooperación con el mismo grupo de empresas, de tipo horizontal, de tipo vertical y cooperación con instituciones de investigación), prestando especial énfasis en las diferencias entre las mismas así como entre los sectores de industria y de servicios. Este análisis se realizó con los datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) correspondiente a los años 2006 y 2008, para las empresas innovadoras españolas.

El análisis descriptivo muestra que las empresas eligen simultáneamente varios tipos de socios para llevar a cabo sus actividades de innovación, concretamente el 54% de las empresas que cooperan lo hicieron con al menos dos tipos de socios. La relación de cooperación más frecuente en el caso de las empresas españolas se da con instituciones de investigación y aparentemente las estrategias que mejor se complementan son las cooperaciones con instituciones y con clientes y proveedores, simultáneamente. Es decir, las elecciones del tipo de socio no parecen ser, a tenor de los contrastes estadísticos, independientes unas de otras. También se observó que en la muestra existe una mayor proporción de empresas innovadoras en el sector de servicios y la mayoría de estas empresas pertenecen a la clasificación de sectores de servicios intensivos en conocimiento.

Por su parte, las estimaciones econométricas obtenidas mediante un modelo probit multivariante corroboran la relevancia de la estimación multivariante frente a la univariante e indican la existencia de heterogeneidades entre las cuatro estrategias de colaboración, las cuales pueden obedecer a complementariedades entre ellas.

En general, los resultados indican la importancia de los spillovers entrantes en la elección de cooperar en actividades de I+D con todos los tipos de socio, indistintamente del sector de la empresa, teniendo una mayor relevancia en el caso de asociación con

instituciones de investigación. De la misma manera, el apoyo financiero público juega también un papel fundamental en las decisiones de cooperación, independientemente del tipo de socio, si bien es especialmente importante en la elección de la cooperación con instituciones. Esto puede deberse a que gran parte de la orientación de la financiación pública de la innovación tiene como objetivo incentivar y promover la transferencia desde las universidades a las empresas.

En cuanto a las diferencias entre los sectores, se encuentra principalmente que los factores asociados con los riesgos tienen diferentes efectos sobre los tipos de cooperación según sea el sector al que pertenece la empresa. Para las empresas industriales la existencia de un mayor riesgo obstaculiza los acuerdos de cooperación con empresas del mismo grupo, con competidores y con instituciones, mientras que para el sector de servicios este factor igualmente juega un papel negativo pero en concreto haciendo menos probable su cooperación con proveedores o clientes, e instituciones. Un alto riesgo incentiva la aparición de comportamientos oportunistas en los acuerdos de cooperación.

Otra importante diferencia encontrada entre sectores es en relación a la posibilidad de acceder a recursos humanos complementarios mediante la asociación con otras empresas o instituciones. Este efecto presenta una relevante importancia en el sector de servicios, mas no en la industria. El sector servicios al estar constituido principalmente por empresas que pertenecen a la clasificación de intensivas en conocimiento (80%), ven en los acuerdos de cooperación una forma más efectiva para potenciar y complementar sus recursos humanos.

Las diferencias encontradas entre los sectores de industria y de servicios evidencian que las empresas siguen trayectorias diferentes en sus procesos de innovación y, por tanto, tienen necesidades diferentes, lo cual debe ir en línea con las políticas que incentivan la cooperación como mecanismo para incrementar las actividades de innovación de las empresas y conseguir una mayor competitividad y crecimiento de su productividad.

ANEXOS

Tabla 1. Estimaciones MCO de la primera etapa para la corrección de endogeneidad

	Total empresas			Empresas industriales			Empresas del sector servicios		
	Spillovers Entrantes	Protección legal	Intensidad I+D	Spillovers Entrantes	Protección legal	Intensidad I+D	Spillovers Entrantes	Protección legal	Intensidad I+D
I+D Básica	0.516*** (0.012)	0.153*** (0.023)	0.119*** (0.033)	0.493*** (0.015)	0.193*** (0.030)	0.062** (0.026)	0.556*** (0.020)	0.083** (0.037)	0.199*** (0.073)
Export	0.0002 (0.0001)	0.001*** (0.0003)	0.0005 (0.001)	0.0002 (0.0002)	0.001*** (0.0003)	0.00002 (0.0004)	0.0004 (0.0003)	0.001 (0.0007)	0.003 (0.003)
SpillSECT	0.555*** (0.075)	-0.192 (0.148)	-0.141 (0.185)	0.635*** (0.100)	-0.227 (0.201)	-0.087 (0.241)	0.403*** (0.133)	-0.460* (0.251)	-0.544 (0.488)
ProtLegalSECT	-0.033 (0.042)	0.975*** (0.074)	-0.019 (0.094)	-0.016 (0.064)	1.066*** (0.117)	0.000 (0.131)	-0.017 (0.061)	0.896*** (0.109)	-0.076 (0.157)
IntensSECT	-0.027* (0.014)	-0.014 (0.030)	0.937*** (0.083)	0.053 (0.047)	0.060 (0.110)	0.874*** (0.225)	-0.036 (0.023)	0.008 (0.047)	0.928*** (0.124)
Riesgos	0.088*** (0.011)	0.047** (0.021)	-0.023 (0.025)	0.094*** (0.013)	0.070*** (0.026)	-0.017 (0.025)	0.076*** (0.018)	0.003 (0.033)	-0.043 (0.053)
Costes	0.030*** (0.011)	0.046** (0.021)	0.013 (0.027)	0.015 (0.013)	0.002 (0.027)	0.018 (0.023)	0.056*** (0.018)	0.116*** (0.034)	-0.004 (0.061)
Escaso KH	0.022** (0.010)	0.015 (0.020)	-0.022 (0.024)	0.037*** (0.013)	0.023 (0.025)	-0.030 (0.021)	-0.002 (0.017)	0.019 (0.032)	0.001 (0.055)
Subsidios	-0.018*** (0.006)	0.068*** (0.012)	0.082*** (0.014)	-0.024*** (0.007)	0.047*** (0.015)	0.027** (0.011)	-0.004 (0.011)	0.101*** (0.020)	0.183*** (0.035)
Grupo	-0.003 (0.007)	-0.009 (0.013)	-0.009 (0.016)	-0.001 (0.008)	-0.008 (0.017)	-0.007 (0.016)	-0.004 (0.011)	-0.016 (0.020)	-0.013 (0.034)
<i>Tamaño (base <50 empleados)</i>									
50 - 249 emp	0.011 (0.007)	0.019 (0.013)	-0.091*** (0.015)	0.006 (0.008)	0.021 (0.016)	-0.057*** (0.014)	0.027** (0.013)	0.028 (0.023)	-0.150*** (0.035)
250 - 499 emp	0.021* (0.011)	0.041* (0.021)	-0.114*** (0.017)	0.017 (0.014)	0.058** (0.028)	-0.065*** (0.021)	0.031* (0.018)	0.006 (0.033)	-0.159*** (0.027)
500 y más emp	0.010 (0.011)	0.074*** (0.022)	-0.102*** (0.024)	-0.008 (0.015)	0.111*** (0.033)	-0.044 (0.041)	0.029* (0.016)	0.041 (0.031)	-0.138*** (0.029)
Constant	-0.033 (0.023)	-0.072 (0.047)	0.057 (0.056)	-0.066** (0.029)	-0.096 (0.059)	0.052 (0.053)	0.002 (0.045)	0.043 (0.088)	0.188 (0.178)
N	7362	7362	7362	4625	4625	4625	2737	2737	2737
R²	0.276	0.051	0.161	0.254	0.050	0.037	0.314	0.061	0.177

Test F de instrumentos débiles (Wooldridge, 2002, p. 90 - 92; Stock y Yogo, 2005)

	F(5,7348)			F(5,4611)			F(5,2723)		
	F = 445.76	F = 57.33	F = 32.66	F = 257.61	F = 36.65	F = 5.60	F = 177.47	F = 17.23	F = 21.77
	Pval = 0.000								

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

() Errores estándar robustos a la heteroscedasticidad

Tabla 2. Test de Durbin-Wu-Hausman para endogeneidad

	Spillovers Entrantes	Protección legal	Intensidad I+D
Ho: coeficientes de los residuales = 0	Chi2(4) = 31.80 Pval = 0.000	Chi2(4) = 18.92 Prob > chi2 = 0.001	Chi2(4) = 8.44 Prob > chi2 = 0.077

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2006-2008.

REFERENCIAS

- Abramovsky, L; Kremp, E.; López, A.; Schmidt T. y Simpson, H. (2009), "Understanding co-operative innovative activity: Evidence from four European countries", *Economics of Innovation and New Technology*, 18(3), 243-265.
- Aschhoff, B. y Schmidt, T. (2008), "Empirical evidence on the success of R&D cooperation -- Happy together?", *Review of Industrial Organization*, 33(1), 41-62.
- Arranz, N. y Arroyabe, J. C. Fdez. de (2008), "The choice of partners in R&D cooperation: An empirical analysis of Spanish firms", *Technovation*, 28, 88-100.
- Arundel, A. (2001), "The Relative Effectiveness of Patents and Secrecy for Appropriation", *Research Policy*, 30(4), 611-624.
- Bayona, C., Gracia-Marco, T. y Huerta, E. (2001), "Firms' motivation for cooperative R&D: An empirical analysis of Spanish firms", *Research Policy*, 30(8), 1289-307.
- Belderbos, R., Carree, M. A. y Lokshin, B. (2004a), "Cooperative R&D and firm performance", *Research Policy*, 33(10), 1477-1492.
- Belderbos, R., Carree, M. A., Diederen, B., Lokshin, B. y Veugelers, R. (2004b), "Heterogeneity in R&D co-operation strategies", *International Journal of Industrial Organization*, 22(8-9), 1237-63.
- Cameron, C. y Trivedi, P. (2005), *Microeconometrics: Methods and Applications*, New York, Cambridge University Press.
- Cappellari, L. y Jenkins, S. P. (2003), "Multivariate Probit Regression Using Simulated Maximum Likelihood", *Stata Journal*, 3(3), 221- 235.
- Carboni, O. A. (2010), "Heterogeneity in R&D cooperation: An empirical investigation", *Working Papers Centro Ricerche Economiche Nord Sud*, 2010/29.
- Cassiman, B. y Veugelers, R. (2002), "R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium", *American Economic Review*, 92(4), 1169-1184.
- Chun, H. y Mun, S.-B. (2011), "Determinants of R&D cooperation in small and medium-sized enterprises", *Small Business Economics*, Enero (2011), 1-18.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989), "Innovation and learning: The two faces of R&D", *Economic Journal*, 99, 569-596.
- D'Aspremont, C. y Jacquemin, A. (1988), "Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers", *The American Economic Review*, 78(5), 1133-7.
- Das, T. y Teng, B.-S. (2000), "A resource-based theory of strategic alliances", *Journal of Management*, 26, 31-60.
- Faems, D., Van Looy, B. y Debackere, K. (2005), "Interorganizational collaboration and innovation: Toward a portfolio approach", *Journal of Product Innovation Management*, 22(3), 238-250.
- Fritsch, M. y Lukas, R. (2001), "Who cooperates on R&D?", *Research Policy*, 30, 297-312.
- Greene, W. (2008), *Econometric Analysis*, Prentice Hall, 7th Edition.
- Hagedoorn, J. (1993), "Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of co-operation and sectoral differences", *Strategic Management Journal*, 14(5), 371-85.
- Hagedoorn, J., Link, A. N. y Vonortas, N. S. (2000), "Research partnerships", *Research Policy*, 29, 567-586.
- Kaiser, U. (2002), "An empirical test of models explaining research expenditures and research co-operating: Evidence from the German service sector", *International Journal of Industrial Organization*, 20, 747-774.

- Kamien, M., Muller, E. y Zang, I. (1992), "Research Joint Ventures and R&D cartels", *American Economic Review*, 82(5), 1293-1306.
- Katz, M. (1986), "An analysis of cooperative research and development", *The RAND Journal of Economics*, 17(4), 527-543.
- Laurensen, K. y Salter, A. (2004), "Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation?", *Research Policy*, 33, 1201-1215.
- Lööf, H. y Broström, A. (2008), "Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness?", *The Journal of Technology Transfer*, 33(1), 73-90.
- López, A. (2008), "Determinants of R&D cooperation: Evidence from Spanish manufacturing firms", *International Journal of Industrial Organization*, 26, 113-136.
- Miotti, L. y Sachwald, F. (2003), "Cooperative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis", *Research Policy*, 32(8), 1481-1499.
- Pisano, G. P. (1990), "The R&D boundaries of the firm: An empirical analysis", *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 153-176.
- Sakakibara, M. (1997), "Heterogeneity of firm capabilities and cooperative research and development: An empirical examination of motives", *Strategic Management Journal*, 18(S1), 143-164.
- Schumpeter, J. A. (1939), "*Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*", McGraw-Hill.
- Serrano-Bedia, A. M., López-Fernández, M. C. y García-Piqueres, G. (2010), "Decision of institutional cooperation on R&D: Determinants and sectoral differences", *European Journal of Innovation Management*, 13(4), 439-465.
- Stock, J. H. y Yogo M. (2005), "Testing for Weak Instruments in Linear IV Regression". En *Identification and Inference for Econometric Models: Essays in Honor of Thomas Rothenberg*, ed. D. W. K. Andrews y J. H. Stock, 80-108. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stoneman, P. (1990), "Technological Diffusion with Horizontal Product Differentiation and Adaptation Costs", *Economica*, 57(225), 49-61.
- Tether, B. (2002), "Who co-operates for innovation, and why: An empirical analysis", *Research Policy*, 31, 947-967.
- Veugelers, R. y Cassiman, B. (2005), "R&D cooperation between firms and universities, some empirical evidence from Belgian manufacturing", *International Journal of Industrial Organization*, 23, 355-379.
- Wooldridge, J. M. (2002), *Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data*. Cambridge, The MIT Press.
- Zellner, A., y Haung, D. (1962), "Further Properties of Efficient Estimators for Seemingly Unrelated Regression Equations", *International Economic Review*, 3, 300-313.