

Premio de Investigación del Consejo Económico y Social de Castilla y León (CES) y el Campus de Excelencia Internacional Triangular-E³.

**DISTRIBUCIÓN Y EFECTO DE LAS SUBVENCIONES
NACIONALES DE APOYO A LA I+D+i EN LA
CONVERGENCIA TECNOLÓGICA DE LAS EMPRESAS DE
CASTILLA Y LEÓN**

Liliana Herrera
Profesora Titular de Universidad
Universidad de León

Convocatoria 2017



Consejo Económico y Social
de Castilla y León



CEI
TRIANGULAR-E³
LOS HORIZONTES DEL HOMBRE
Universidad de Burgos • Universidad de León • Universidad de Valladolid
Campus de Excelencia INTERNACIONAL



universidad
de león

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. LA DIMENSIÓN REGIONAL EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE I+D+I.....	18
2.1 La dimensión regional en el actual diseño de las políticas de I+D+i.....	18
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1 Metodología.....	34
3.2 La fuente de datos y la muestra a analizar.....	41
3.3 Las variables del estudio.....	44
4. LA ACTIVIDAD INNOVADORA EN LAS EMPRESAS DE CASTILLA Y LEÓN Y ESPAÑA.....	50
5. DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBVENCIONES A LA I+D+i DESDE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL DEL ESTADO (ACE)	65
5.1 Perfil de empresas subvencionadas por la ACE.....	65
5.2 Barrera a la innovación de las empresas subvencionadas en Castilla y España.....	72
5.3 Objetivos a la innovación de las empresas subvencionadas en Castilla y León y España.....	78
5.4 Factores determinantes del acceso a las subvenciones a la I+D+i de la Administración Central del Estado.....	81
6. EFECTOS DE LAS SUBVENCIONES DE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL DEL ESTADO A LA I+D+i EN LA ACTIVIDAD INNOVADORA EMPRESARIAL.....	88
7. CONCLUSIONES	103
7.1 Síntesis de la investigación y aportaciones del estudio.....	103
7.2 Conclusiones e implicaciones para la política de I+D+i y las empresas.....	106
7.2.1 La actividad innovadora en Castilla y León y el resto de España	106
7.2.2 La distribución de las subvenciones de la Administración Central del Estado a la I+D+i empresarial.	108
7.2.3 El efecto de las subvenciones de la ACE en Castilla y León y el resto de España	113
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXO I.....	127

DISTRIBUCIÓN Y EFECTO DE LAS SUBVENCIONES NACIONALES DE APOYO A LA I+D+i EN LA CONVERGENCIA TECNOLÓGICA DE LAS EMPRESAS DE CASTILLA Y LEÓN

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido un creciente interés por las políticas que fomentan la innovación en las empresas, gracias al reconocimiento de que la competitividad y el crecimiento económicos son altamente dependientes de la innovación industrial (Solow, 1956; Griliches, 1979; Lucas, 1988; Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1994; Aghion y Howitt, 2009; Hud y Hussinger, 2015). Prueba de ello es el importante número de recursos que las Administraciones públicas han dirigido a la puesta en marcha de programas, estrategias e instituciones que estimulen el esfuerzo innovador. En general, estas acciones se enmarcan bajo el término “política de innovación” que, según el Manual de Oslo (OECD, 1997), surge de la unión de la política científica y tecnológica y la política industrial para representar el conjunto de acciones dirigidas a todos los elementos del sistema económico que tienen un impacto sobre el proceso innovador (Lundvall y Borrás, 2005).

El origen de estas políticas descansa en la justificación neoclásica del fallo del mercado, según la cual las empresas no tienen suficientes incentivos para innovar y las Administraciones públicas intervienen para reducir este fallo a través del estímulo de la inversión privada en I+D (Arrow, 1962). Aunque esta visión ha servido para poner en marcha numerosos instrumentos de apoyo financiero a la innovación en las empresas, estas políticas han ido surgiendo en ausencia de un

marco teórico que determine qué elementos deberían tener o cómo deberían ser implementadas (Metcalf, 1995; 1997). En los últimos años el modelo evolutivo del cambio tecnológico les asigna un papel más amplio al considerar que el proceso innovador que se produce en las empresas es un proceso interactivo, dependiente de trayectorias en el tiempo, específicamente localizado y afectado no sólo por factores económicos sino también, institucionales, organizacionales y políticos (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Herrera, 2012). El reconocimiento de estas complejas características del proceso innovador ha llevado a que las nuevas políticas de I+D+i se construyan sobre la idea de un contexto específico y demanda instrumentos de apoyo integrados que vengán acompañados de un cierto grado de experimentación y aprendizaje político.

Aunque el diseño e implementación de estas políticas han alcanzado un cierto grado de complejidad, la práctica de la evaluación de las acciones en este campo se encuentra en un estado incipiente. En general, los estudios empíricos que han estimado los efectos de las políticas de innovación lo han hecho analizando la interacción entre la I+D pública y la I+D privada sin alcanzar resultados concluyentes. Como explica Herrera (2008), en algunos casos la financiación pública complementa la financiación privada de la I+D y en otros casos la substituye. Estudios recientes como los de Cerulli (2010), Correa et al. (2013), Zuñiga et al. (2014), Castellacci y Lie (2015), Becker (2015) y Dimos y Pugh (2016) recopilan y analizan la evidencia empírica en este campo. A partir de estos estudios se puede concluir que, aunque la evaluación ha adoptado preferentemente el enfoque I+D pública *versus* I+D privada, son escasos los estudios que reconocen que la localización de las empresas, las contingencias comunes y las circunstancias

históricas juegan un papel determinante en los procesos de evaluación de estas políticas. Como resultado, la evaluación de las acciones en este campo, en general, ha ignorado que los mecanismos que prevalecen en un periodo o región pueden estar sujetos a cambios en los siguientes y que el entorno y las características de las empresas que reciben subvenciones pueden influir en la magnitud y el efecto de las políticas.

En este contexto, la dimensión regional pasa a convertirse en un importante nivel de análisis para la investigación empírica debido a que estudios recientes le atribuyen un rol clave en el desarrollo de la actividad innovadora de las empresas (Cooke et al., 2000; Cooke, 2012; Rodríguez-Pose, 2013). Se ha señalado, por ejemplo, que aspectos que resultan claves para que el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico tengan lugar difieren significativamente entre regiones (Oughton et al., 2002). A esta conclusión se llega después de comprobar que la proximidad geográfica suple a los actores de un contexto común o capital colectivo que favorece el intercambio y la difusión de conocimiento que es crítico para el desarrollo de la actividad innovadora (Jaffe, 1989, Jaffe et al., 1993; Audrestch, 1998; Boschman, 2005; De Nori et al., 2017).

Al respecto, distintos autores han señalado que ciertos mecanismos necesarios para que el cambio tecnológico tenga lugar tienen una base local común. De acuerdo con Piirainen et al. (2017), estos mecanismos pueden abarcar la movilidad laboral (Neffke et al., 2011), el emprendimiento (Boschma y Wenting, 2007) o la formación de redes de conocimiento (Breschi y Lissoni, 2009), los cuales se aprovecharían de conocimiento o actividades pre-existentes en la región para

favorecer la actividad innovadora. Una idea que refuerza la Teoría de la Aglomeración al señalar que la innovación depende de la naturaleza y la variedad del conocimiento que integran las regiones (Jang et al., 2017). Así, el vínculo entre la región y la actividad innovadora se refuerza al entender que, para adaptarse a las necesidades de nuevo conocimiento y tecnología, las regiones requieren de habilidades cuyo desarrollo depende de la configuración de ciertos parámetros estructurales propios como son: su modelo productivo, la demanda, la especialización de sus industrias, el contexto institucional, el capital humano o la capacidad tecnológica de sus empresas (Zitek et al., 2016).

Como resultado, las regiones poseen capacidades regionales propias para emprender la actividad innovadora y una cultura empresarial e institucional distintas que hacen difícil que ciertas condiciones que propician la innovación puedan ser encontradas en otras regiones (Maskell y Malmberge, 1999; Morgan, 2017). Los conceptos de Millieu innovadores, Distritos Industriales, Clusters Tecnológicos o Sistemas Regionales de Innovación han puesto el foco en la proximidad y la dimensión regional para explicar estas diferencias y coinciden en señalar que aunque la innovación se nutre de conocimiento, las regiones pueden mostrar diferentes capacidades para generarlo, difundirlo, absorberlo o hacer uso de el (Cooke et al., 2000; Cooke, 2012; Rodríguez-Pose, 2013; Bristol y Healy, 2017; Jang et al., 2017).

Por lo anterior, hoy es ampliamente aceptado que la innovación no es una actividad igualmente distribuida en el espacio geográfico y hay regiones que adquieren niveles mas altos de innovación que otras. Prueba de ellos son las

disparidades regionales que en materia de innovación persisten entre y dentro de muchas regiones europeas (Kinossian, 2018). En la literatura, los enfoques teóricos que explican el desarrollo regional conceptualizan estas disparidades regionales como una “brecha” o *gap* entre *regiones líderes* o *regiones rezagadas* o entre *regiones centrales* o *periféricas* del sistema de innovación de un país.

Fundamentados en estas dicotomías, algunos autores han intentado caracterizar estos espacios geográficos. Así, ***Regiones líderes o regiones centrales***, por ejemplo, se caracterizan por tener fuertes instituciones de gobernanza e intercambio de conocimiento y una alta capacidad de respuesta y reacción al cambio (Bristow y Healy, 2017). Estas regiones tendrían un mayor desarrollo desde el punto de vista de los recursos como de los resultados de innovación (Buesa et al., 2002ab). Por ello, son también conocidas como regiones intensivas en conocimiento, porque poseen infraestructuras de apoyo a la innovación (como universidades o centros tecnológicos) que facilitan y estimulan los flujos locales o intercambios de conocimiento y la movilidad de recursos y capital que sustentan la transferencia de ideas (De Noni et al. 2018). En general, estas regiones se beneficiarían de los efectos positivos de la aglomeración que incluyen: bajos costes de producción, acceso compartido a infraestructuras y movilidad de recursos humanos con distintos niveles de conocimiento y especialización que acaban siendo atraídos a este tipo de regiones.

Las ***regiones retrasadas o periféricas*** se caracterizan por tener sistemas de innovación menos desarrollados, sectores tradicionales con escasa orientación al cambio, pobre desarrollo tecnológico y falta de una cultura innovadora (Buesa et

al., 2002ab; Tödling y Trippel, 2005; Strambach y Klement, 2012; Weber y Rohrer 2012). De acuerdo con De Noni et al. (2018), estas regiones generalmente se caracterizan por una falta de empresas que apoyan decididamente el cambio tecnológico, poseen organizaciones poco especializadas, instituciones débiles y redes locales de conocimiento poco estructuradas (ver también Tödtling et al., 2013). Como resultado, los intercambios de conocimiento que favorecerían la actividad innovadora en estas regiones son limitados y el sistema institucional en muchas ocasiones es incapaz de promoverlos debilitando la capacidad innovadora de sus empresas locales. A lo anterior hay que añadir que, más allá del desarrollo tecnológico, estas regiones continúan sufriendo el declive de la población y el estancamiento económico.

En España la mayoría de trabajos que han analizado la relación entre la innovación y la dimensión regional han concluido que las actividades innovadoras se concentran en pocas regiones y que la disparidad regional es muy elevada (Calvo, 2000 y 2002; Buesa et al., 2002ab; Herrera y Nieto, 2008; Herrera, 2012). Esa alta concentración de la actividad innovadora ha llevado a algunos autores a distinguir entre dos grupos de regiones: por un lado, las regiones centrales o más innovadoras, que incluyen las Comunidades Autónomas de Madrid, Cataluña y el País Vasco por concentrar la mayor parte del gasto empresarial en I+D en España (el 71,19% en 2016) y el mayor número de empresas innovadoras (el 52% en 2016 ver Tabla 1); y por otro, las regiones periféricas con menos empresas y actividad innovadora, a la que pertenecen el resto de regiones.

Tabla 1. Actividad innovadora en número de empresas y gastos en innovación en España en 2016

Comunidad Autónoma	Empresas con actividades innovadoras en 2016	%	Gastos totales en actividades innovadoras en 2016 (en miles de euros)	%
Andalucía	1.712	10,94	759.321	5,48
Aragón	570	3,64	321.766	2,32
Asturias, Principado de	304	1,94	150.322	1,08
Baleares, Illes	207	1,32	35.370	0,26
Canarias	483	3,09	56.553	0,41
Cantabria	159	1,02	69.987	0,51
Castilla y León	587	3,75	494.508	3,57
Castilla - La Mancha	548	3,50	246.457	1,78
Cataluña	3.602	23,02	3.367.177	24,30
Comunitat Valenciana	1.929	12,33	827.094	5,97
Extremadura	272	1,74	29.371	0,21
Galicia	900	5,75	504.024	3,64
Madrid, Comunidad de	2.958	18,90	5.127.755	37,00
Murcia, Región de	563	3,60	193.411	1,40
Navarra, Comunidad Foral de	402	2,57	260.454	1,88
País Vasco	1.587	10,14	1.370.060	9,89
Rioja, La	203	1,30	41.911	0,30
Ceuta	3	0,02	78	0,00
Melilla	12	0,08	1.863	0,01
Total Nacional	15.648		13.857.481	

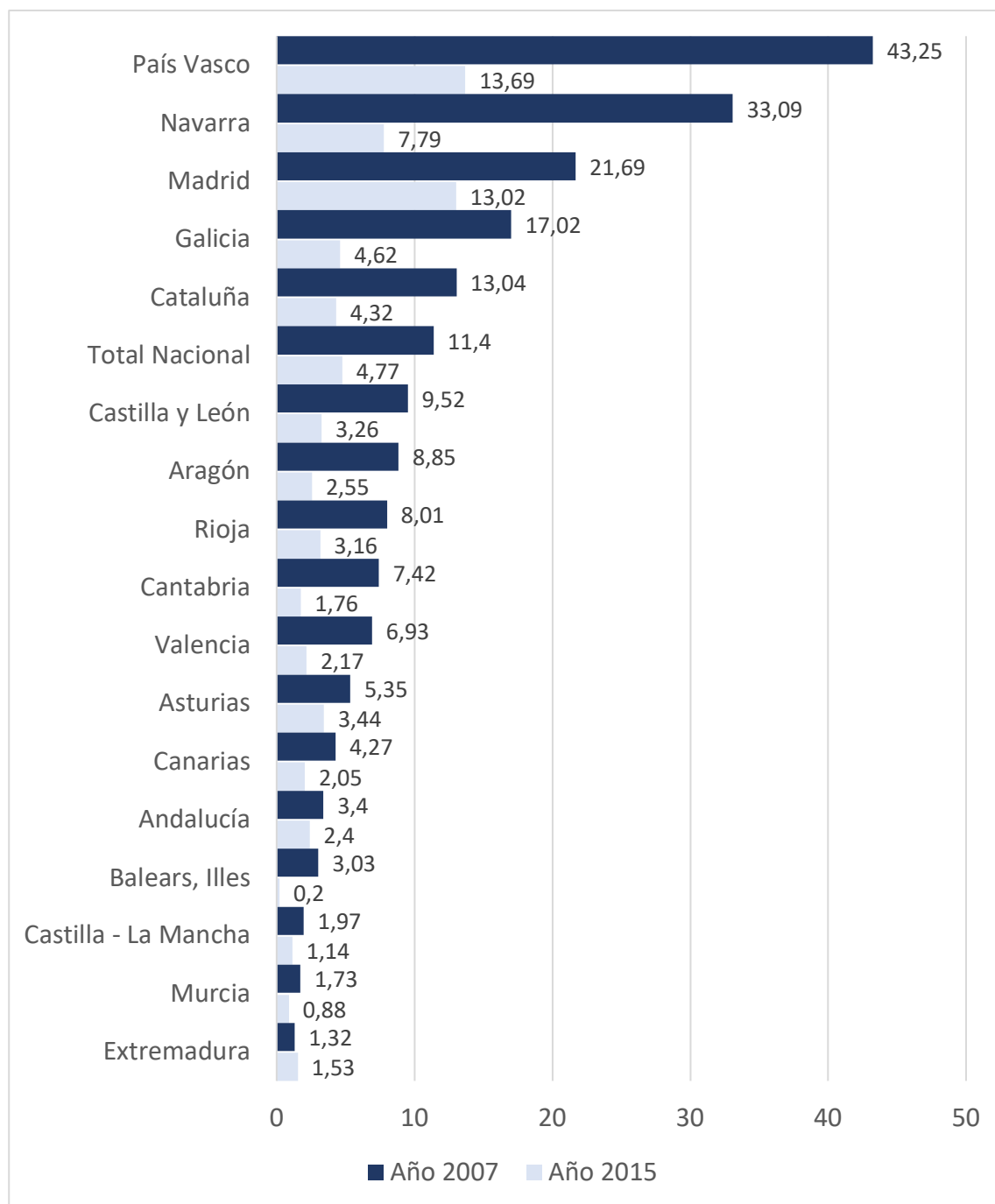
Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE

Estas diferencias regionales tienen importantes implicaciones para la política de innovación. La combinación del nivel regional y las características de las empresas se está convirtiendo en la base para el diseño de iniciativas públicas de apoyo a la I+D+i. No obstante, como en gran parte de los países industrializados, las políticas de innovación son formuladas por el gobierno central y la existencia de diferencias regionales, en indicadores tecnológicos, revelan que estas políticas no afectan a todas las regiones de igual manera (Holdbrook y Salazar, 2003). Es por ello que la dimensión regional cobra especial importancia en la evaluación de las acciones en este campo y demanda un mayor esfuerzo de investigación para entender cómo se

produce la interacción entre las empresas y las Administraciones públicas y, con ello, determinar qué factores debería abordar esta política para superar la brecha entre regiones (Kinosian, 2018).

Esta tarea de evaluación es especialmente importante en el caso de España donde la concentración de la actividad innovadora ha venido acompañada también por una concentración de la financiación pública nacional de la I+D. El Gráfico 1 muestra la financiación pública nacional per cápita del gasto interno en I+D (Financiación pública del gasto interno en I+D con subvenciones de la ACE/habitante) en los años 2007 y 2015, dos años cruciales en el periodo de crisis económica. Se puede apreciar que el País Vasco, Madrid, Navarra y Cataluña fueron las Comunidades Autónomas con mayor dotación de subvenciones a la I+D por habitante. Una tendencia que se ha mantenido durante la última década y que permite concluir que la política nacional de subvenciones ha contribuido, de alguna manera, a consolidar la concentración de la actividad innovadora en estas Comunidades Autónomas. El Gráfico 1 también muestra que la distancia de estas Comunidades frente a otras regiones es bastante grande. Así, por ejemplo, si en 2007 la financiación pública nacional del gasto en I+D interno en el País Vasco (la Comunidad con mayor financiación) fue de 43,25 euros por habitante en 2007, la media nacional llegó a los 11,4 euros. Una distancia que se mantuvo en 2015, a pesar del importante descenso en la financiación pública nacional de la I+D. En este año, mientras que el País Vasco registró una financiación per cápita de 13,69 euros, la media española fue de 4,77 euros por habitante.

Gráfico 1. Financiación pública nacional (subvenciones) per cápita del gasto interno en I+D



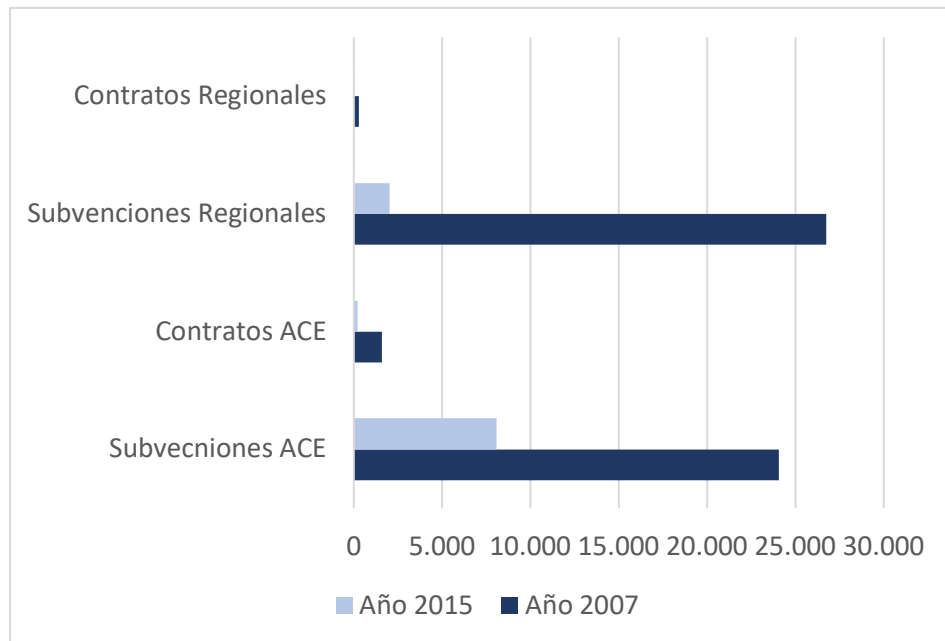
Fuente: INE, Encuesta sobre innovación en las empresas.
Datos según sede social de la empresa

A pesar de esta distribución preferente a regiones consideradas centrales del sistema de innovación español, estudios como el de Herrera y Nieto (2008) y Herrera (2012) han mostrado que no siempre estas regiones han alcanzado los efectos más altos de las subvenciones a la I+D y que hay diferencias entre ellas que invitan a dejar atrás los enfoques centro-periferia para conocer el impacto real de estas políticas en cada Comunidad Autónoma española.

Por lo anterior, en esta investigación se analiza el caso de Castilla y León en la distribución y el efecto que tiene las subvenciones nacionales a la I+D en las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en esta Comunidad. De acuerdo con la Tabla 1, en el conjunto de Comunidades Autónomas, Castilla y León ocupó la séptima posición en cuanto a gasto en innovación y número de empresas innovadoras en 2016 y la misma séptima posición en la financiación pública per cápita del gasto interno en I+D en los años 2007 y 2015, lo que refleja que su situación en la distribución no ha cambiado en los últimos años.

Analizar el impacto de las subvenciones a la I+D+i en Castilla y León es de particular interés porque sus empresas han considerado las subvenciones nacionales como una importante fuente de financiación de sus gastos en I+D. El Gráfico 2 muestra el gasto en I+D interna en miles de euros financiado con fondos públicos en los años 2007 y 2015. En 2007 las empresas de Castilla y León recurrieron más a las subvenciones regionales y en 2015 a las de la Administración Central.

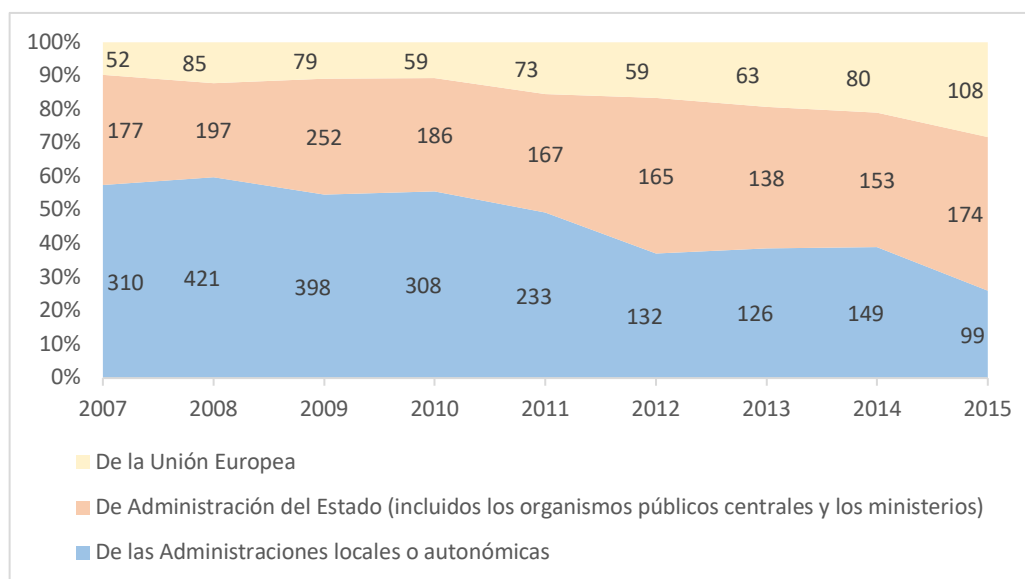
Gráfico 2. Distribución de la financiación pública nacional y regional del gasto interno en I+D en Castilla y León (miles de euros)



Fuente: INE, Encuesta sobre innovación en las empresas.
Datos según sede social de la empresa

Cuando lo que se analiza es el número de empresas subvencionadas por fuente de fondos, el Gráfico 3 muestra que hasta el año 2011 las Administraciones Autonómicas y Locales subvencionaron a más empresas en Castilla y León que la Administración Central de Estado (ACE). Sin embargo, esa tendencia cambió a partir de ese año y las empresas recurrieron más a las subvenciones nacionales al final del periodo.

Gráfico 3. Número de empresas subvencionadas en Castilla y León por fuente de fondos durante el periodo 2007-2015



Fuente: INE, Encuesta sobre innovación en las empresas.
Datos según sede social de la empresa

Debido a la importancia que tienen para las empresas de Castilla y León las subvenciones nacionales a la I+D, este proyecto de investigación tuvo como **objetivo general** analizar la distribución y el efecto de estas ayudas en la actividad innovadora de las empresas en esta Comunidad Autónoma en comparación con los resultados obtenidos en empresas localizadas en el resto de España. Para este propósito, se formularon una serie de objetivos específicos que se han ido desarrollando en los siguientes capítulos de esta memoria. Así, en el segundo capítulo se discute la importancia de la dimensión regional en el actual contexto de diseño y evaluación de las políticas de I+D+i y se presentan el marco conceptual y la evidencia empírica que incluye la dimensión regional en la evaluación de los efectos de estas políticas.

En el tercer capítulo se presenta el diseño de la investigación, que incluye la descripción de un método estadístico *ad hoc* que permitió aislar el efecto de las subvenciones y controlar su proceso de distribución. En este capítulo también se presentan la base de datos utilizada, las variables del estudio y sus estadísticos descriptivos. A continuación, el cuarto capítulo muestra los resultados de un análisis comparativo previo de la actividad innovadora de Castilla y León y el resto de España, en el que se analiza la posición de la Comunidad en distintos indicadores tecnológicos que reflejan la estrategia de las empresas y su compromiso con la actividad innovadora.

En el quinto capítulo, se analiza el proceso de distribución de las subvenciones para determinar la posición de las empresas de Castilla y León en el reparto de las ayudas y conocer a fondo la situación de las empresas subvencionadas. En este apartado no sólo se analizaron las características de las empresas, sino también los obstáculos y los objetivos de la innovación. Este capítulo también presenta los resultados de un análisis longitudinal de los factores que determinaron el acceso a las subvenciones nacionales en Castilla y León y en el resto de España. En el sexto capítulo se presentan los resultados de la estimación de los efectos causales de estas subvenciones en distintos indicadores de la actividad innovadora empresarial. Finalmente, el séptimo capítulo recoge las conclusiones del estudio y las recomendaciones para las políticas de I+D+i y las empresas.

2. LA DIMENSIÓN REGIONAL EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE I+D+I

2.1 La dimensión regional en el actual diseño de las políticas de I+D+i

En los últimos años en Europa se ha producido un creciente interés por incluir la dimensión regional en el diseño de las políticas de innovación (Ooms et al., 2015). Prueba de ello es la actual estrategia europea de desarrollo conocida como Especialización Inteligente (*Research and Innovation Strategy for Smart Specialisation*³ -RIS3) que se fundamenta en el apoyo a la innovación como motor de desarrollo y que busca potenciar las fortalezas específicas de una región y sus ventajas competitivas respecto a otras (Foray et al., 2009; McCann y Ortega-Argilés, 2013). Su objetivo es explotar las características únicas de una región a través de la especialización respecto a otras regiones (European Union, 2012).

Este nuevo enfoque señala que las regiones necesitan desarrollar no sólo capacidades innovadoras genéricas, sino también capacidades innovadoras en campos específicos y tecnologías que les permitan construir ventajas competitivas en unos pocos nichos de mercado (Foray 2014). De acuerdo con Borrás y Jordana (2016), debido a que estos procesos de especialización no surgen espontáneamente (en la región) las políticas de innovación tienen el desafío de estimularlos.

A diferencia de viejos instrumentos de apoyo que replicaban experiencias de éxito en otras regiones, la RIS3 pone el énfasis en el diseño de políticas o medidas de apoyo que tengan en cuenta la especificidad del lugar para promover la diversificación económica y el cambio estructural (Foray, 2015) priorizando en

“áreas” que son definidas a través de un proceso de discusión colectivo entre múltiples actores (Foray 2015; Moodysson et al., 2017). Otra importante diferencia, respecto a antiguos esquemas de apoyo, es el rol activo que asume el emprendimiento como herramienta para descubrir nuevas fuentes de innovación (Krammer, 2017). En este contexto, la selección e identificación de las áreas en las que deberían priorizar las Administraciones públicas exige un entendimiento profundo, a nivel regional, de la capacidad innovadora de las empresas y la habilidad que estas tienen de absorber y administrar fondos públicos. De acuerdo con Moodysooon et al. (2017), los nuevos desafíos políticos requieren además innovación en la esfera política debido a que los instrumentos de apoyo no sólo deben tener en cuenta el contexto regional, sino también deben estar en línea con otras políticas públicas.

La implantación del nuevo marco de políticas de innovación orientadas a conseguir la especialización de las regiones, tiene exigencias *ex-ante* en materia de coordinación entre las distintas Administraciones públicas y en materia de seguimiento y evaluación de las acciones en este campo (Coenen et al., 2015). Es ampliamente aceptado que las empresas de una región pueden acceder a distintos instrumentos de apoyo y esto se convierte en un problema cuando un instrumento puede aumentar o reducir la eficacia de otros. Al respecto, Cordero-Mestanza (2015) señala que en España se están tomando medidas en este campo al promoverse esquemas de programación conjunta entre Administraciones públicas que contemplan no sólo la complementariedad de las acciones, sino también de las fuentes de financiación (nacionales, regionales y europeas). Así, por ejemplo, se busca la complementariedad entre los instrumentos de apoyo a la investigación

científico-técnica y los de apoyo a la innovación, como también complementariedad en los esquemas de cofinanciación entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas para el desarrollo de programas de promoción de la I+D+i.

Diseñar e implementar políticas efectivas en estos contextos no es fácil y ha dado lugar al uso del concepto de “aprendizaje político”, el cual otorga un rol crítico a los procesos de monitorización y evaluación de las políticas como parte integral del proceso político. Aranguren et al. (2017) resaltan este nuevo rol y señalan que la evaluación está pasando de ser una pieza estática de información sobre los efectos de ciertos programas, a convertirse en procesos de aprendizaje dinámicos e integrados en la ejecución de las ayudas. Como resultado, el actual contexto exige un sistema de indicadores que facilite la verificación del cumplimiento en los objetivos perseguidos de cara a consolidar buenas prácticas y asentar una cultura de evaluación de las políticas de innovación (Cordero-Mestanza, 2015).

En este contexto, la puesta en marcha de la estrategia europea de estímulo a la innovación en las regiones inteligentes (RIS3) también supone alcanzar un cierto nivel de balance en el conjunto de instrumentos de apoyo que las empresas pueden tener a disposición desde los distintos niveles de análisis. De acuerdo con Krammer (2017), aunque algunos autores encuentran un rol más difuso a ciertas políticas, las emanadas del gobierno central no pierden protagonismo. Por ejemplo, ciertos problemas del sistema de innovación relacionados con la fortaleza de las instituciones, las infraestructuras o la conectividad entre actores requieren fuertes inversiones que sólo pueden ser asumibles desde el gobierno central. A lo anterior

hay que añadir que estos gobiernos deben manejar muchos aspectos macro del sistema de innovación como son: el apoyo a infraestructuras de ciencia y tecnología, el estímulo al emprendimiento o la inversión en activos complementarios como la educación. Como resultado, los programas de apoyo a la innovación desde el nivel nacional y supranacional deberían ser continuamente monitorizados y evaluados (Veugelers y Schuwelger, 2016).

2.2 La dimensión regional en la evaluación del efecto de las políticas de I+D+i

El efecto de las políticas de fomento a la innovación en las empresas se ha estimado analizando la interacción entre la I+D privada y la I+D pública, agrupando esta última el conjunto de acciones y recursos públicos destinados al fomento de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en las empresas. En el análisis de la relación entre estas dos variables los estudios han tenido por objetivo contrastar la hipótesis general, según la cual la financiación pública induce un crecimiento “adicional” de la actividad innovadora empresarial. Es por ello que los efectos de las políticas de I+D+i se conocen como *efectos de adicionalidad*.

Estos efectos se han analizado principalmente en el contexto de las inversiones en I+D lo que ha permitido identificar dos tipos de resultados. El primero se conoce como *efecto de complementariedad* y ocurre cuando los fondos públicos estimulan la inversión privada en I+D. El segundo es conocido como *efecto de sustitución* y ocurre cuando la empresa que recibe la financiación pública disminuye los fondos propios o, simplemente, deja de invertir en I+D. Aunque la evidencia empírica se ha centrado principalmente en analizar los efectos de la financiación pública en la inversión en I+D (ver David et al., 2000; Zuniga et al., 2014; Becker, 2015 para una

revisión de los estudios en este campo), también hay estudios que han analizado el efecto de estas políticas en aspectos más amplios del proceso innovador de las empresas.

Por lo anterior, el concepto de adicionalidad se ha refinado y se entiende como algo que se obtiene gracias a la intervención pública, que no existiría sin ella y que responde básicamente al efecto incentivador de la política (Herrera, 2008). Esta noción de adicionalidad ha surgido de manera independiente de los enfoques teóricos que justifican la intervención de las Administraciones públicas en la actividad innovadora, sin embargo, se acerca más a la justificación neoclásica de fallos de mercado y se espera que mida la diferencia entre la supuesta subinversión en I+D de las empresas y la inversión real motivada por la financiación pública recibida (Luukkonen, 2000).

En la literatura se han analizado efectos de adicionalidad en los inputs y outputs del proceso innovador, en el comportamiento de las empresas y en la capacidad cognitiva. La estimación de los efectos de **adicionalidad en los inputs** del proceso innovador trata de determinar si las ayudas o financiación pública que reciben las empresas se suman al conjunto de inputs (generalmente el gasto en I+D), estimulan su crecimiento o desplazan parcial o completamente tales inputs. La estimación de la **adicionalidad en los outputs** persigue establecer si las ayudas públicas consiguen que las empresas mejoren los resultados de su proceso innovador en términos de la obtención de más productos o procesos innovadores. Por otro lado, la **adicionalidad en el comportamiento** se analiza para conocer si las empresas subvencionadas presentan un comportamiento diferente como resultado de su participación en

programas de apoyo público. En este caso, un cambio en el comportamiento podría verse reflejado en una mayor propensión a cooperar con otras empresas, en cambios en el alcance, la escala o duración de los proyectos de I+D o en cambios en la misma estrategia empresarial. Finalmente, la estimación de los efectos de **adicionalidad en la capacidad cognitiva** de las empresas busca determinar si las empresas que participan en programas de apoyo cambian su percepción de la innovación y el cambio tecnológico.

Conceptualmente, la adicionalidad involucra la comparación con la hipótesis nula o estado contrafactual (lo que hubiese ocurrido en ausencia de políticas) para determinar si el efecto es, en realidad, “adicional” (Klette et al., 2000). Su estimación, sin embargo, plantea distintos problemas metodológicos. Por un lado, el conocimiento del estado contrafactual y, por otro, la corrección de un problema de atribución que debe ser tenido en cuenta para que los beneficios de la acción política puedan ser identificados y especialmente puedan ser atribuidos a ella. Generalmente, la magnitud del soporte público es pequeña en relación a la financiación privada, lo que hace difícil atribuir efectos a los programas de apoyo público (Buisseret et al., 1995; Davenport et al., 1998).

A pesar de estas dificultades en su estimación, el concepto de adicionalidad se ha convertido en una de las principales herramientas para la evaluación de las políticas de I+D+i ya que, a menudo, se halla implícita en los objetivos de los programas de apoyo. Los estudios de adicionalidad se han llevado a cabo en distintos niveles de agregación, que incluyen no sólo la empresa, pero también la industria o el país. La evidencia empírica a nivel de la empresa es más extensa y los

estudios econométricos difieren ampliamente, no sólo en las características de los modelos, sino también en los instrumentos de apoyo bajo evaluación, por lo que llegar a una conclusión general sobre el efecto de las políticas de I+D+i, a este nivel, es difícil.

La forma de evaluar el impacto de estas políticas ha cambiado con los años. En el pasado, los estudios planteaban modelos econométricos en los que alguna variable relativa a las actividades de innovación -generalmente el gasto en I+D- se consideraba en función de alguna medida de la financiación pública recibida. Sin embargo, a finales de la década de los 90, los estudios empíricos comenzaron a tener en cuenta la naturaleza de la variable representativa de la ayuda pública. En la práctica de la evaluación se adquiere más conciencia de que la distribución de las ayudas no se produce de forma aleatoria entre las empresas y que esto puede producir una serie de problemas metodológicos y sesgos que afectan el resultado final de la política. El primero de esos problemas es el de endogeneidad y se deriva del hecho de que la asignación de las ayudas no es independiente de los factores que afectan el esfuerzo innovador de las empresas. El segundo se conoce como sesgo de selección y ocurre porque en la asignación de las ayudas las Administraciones públicas siguen un proceso de selección al final del cual las empresas subvencionadas difieren de aquellas que no lo son. La no corrección de estos problemas produce estimaciones inconsistentes del efecto de las políticas de I+D+i y es por ello que en la evidencia empírica actual el control sobre el proceso de distribución de las ayudas públicas se ha convertido en un aspecto crítico en los procesos de evaluación.

A pesar de la importancia atribuida al contexto en el que se entregan las ayudas, el estudio de la distribución es todavía hoy una tarea pendiente. La naturaleza del proceso en sí mismo y la falta de información sobre aspectos no identificados por el investigador dificultan su estudio. Como señala Herrera (2008), tras una revisión de los estudios en este campo, el proceso de distribución encierra un importante nivel de complejidad debido a que se ve afectado por la decisión de las empresas de participar y la decisión de las Administraciones públicas de conceder la ayuda. A esto hay que añadir que el acceso a la financiación pública de la I+D+i puede verse afectado por múltiples factores como son:

- La autoexclusión de algunas empresas en los programas de apoyo.
- La existencia de barreras de acceso a la financiación pública.
- La existencia de intereses individuales que podrían distorsionar el propósito final de la política.
- El contexto en el que se entregan las ayudas y las características de las empresas que las reciben.

Estudios recientes han intentado trasladar esos complejos procesos de distribución al análisis empírico del efecto al considerar otros factores que añaden complejidad al proceso distribución, como son: la relación entre las valoraciones que obtienen las empresas por sus proyectos en los procesos de selección y el resultado final obtenido (Wang et al., 2017); la obtención de ayudas en el pasado (Boeing, 2016; Howell, 2017) o la participación persistente de algunas empresas en los programas de apoyo (Busom et al., 2017).

A pesar de estos intentos por acercar la complejidad del proceso de distribución a la estimación del efecto final de estas políticas, todavía permanecen ocultos para el investigador las dinámicas del acceso a estas ayudas y, como resultado, la investigación continúa centrándose en factores observables del contexto en el que se entregan las ayudas y las características de las empresas que las reciben. Por lo anterior, la evidencia empírica ha analizado el impacto de estas ayudas teniendo en cuenta el tamaño de la empresa o el sector de actividad. Algunos autores han ido más allá al considerar *la región* o localización de la empresa como un factor de análisis.

La introducción de *la región* en la evaluación empírica ha encontrado justificación en el creciente interés por la localización de las actividades innovadoras como fuente de ventaja competitiva en la economía global. La aparición de clústeres industriales y regiones competitivas ha dado lugar a la idea de que la actividad innovadora es un fenómeno parcialmente territorial, estimulado por la cooperación entre actores locales y recursos específicos difícilmente transferibles (Asheim y Gertler, 2005). Así, la región ha pasado a convertirse en un importante factor que estimula la actividad innovadora y la competitividad (Storper, 1997), sugiriéndose que el nivel, como el éxito o eficiencia de la innovación cambia entre regiones. Por lo anterior, la evidencia empírica ha analizado el impacto de la región en la distribución y el efecto de las políticas de I+D+i para determinar si existen diferencias regionales en el acceso y resultado de estas políticas.

En el caso de la *distribución*, la evidencia empírica señala que hay empresas en regiones o localizaciones con una mayor propensión a obtener financiación pública.

Aunque, en general, la evidencia empírica no emplea la dicotomía *regiones centrales* versus *regiones periféricas* del sistema de innovación es posible concluir que no todas las regiones o localizaciones se benefician de igual manera de la distribución de los fondos públicos y esto repercute no sólo en el éxito final de las políticas de I+D+i, sino también en los procesos de convergencia entre regiones.

Es en investigaciones para el caso alemán, por ejemplo, donde más se ha encontrado evidencia empírica de un sesgo en la distribución de las subvenciones hacia empresas en determinadas regiones geográficas. En general, los estudios discriminan entre empresas localizadas en el este u oeste de Alemania y señalan que el este es una región especialmente favorecida por la financiación pública debido a que se pretende que las empresas localizadas allí puedan lograr la convergencia tecnológica con el oeste (Aerts y Schmidt, 2008; Hussinger, 2008; Broekel et al., 2017). La evidencia empírica también ha analizado la distribución de las subvenciones teniendo en cuenta la densidad de la población. Einioe (2014) encontró, en el caso de Finlandia, que la distribución de la financiación pública benefició principalmente a las regiones menos pobladas y Bérubé y Mohnen (2009) encontraron que en Canadá las empresas en regiones menos favorecidas presentaron una mayor propensión a recibir fondos públicos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Crowley (2017) en regiones de Europa central y oriental y Asia central. En su estudio el autor señala que la distribución preferente a áreas menos urbanizadas pudo ser motivada por el objetivo de contrarrestar el crecimiento regional desequilibrado causado por fuerzas del mercado. Como resultado, los responsables de la formulación de las políticas en estas regiones

podrían haber perseguido una compensación entre la eficiencia y la equidad y optaron por los subsidios para equilibrar el crecimiento en las regiones emergentes.

A pesar de los resultados obtenidos en estos estudios, la distribución preferente a regiones menos pobladas o desarrolladas no ha sido una tendencia general encontrada en los estudios empíricos. Países como China promueven la distribución de subvenciones a empresas en regiones más desarrolladas (Boeing, 2016) y países como España a regiones con una mayor concentración de la actividad innovadora (Herrera y Nieto, 2008).

En el caso del *efecto*, la dimensión regional ha recibido menos atención en la literatura. Los estudios han empleado distintos niveles de análisis que van desde estimar el efecto al nivel del país hasta estimarlo en regiones o áreas geográficas específicas. Estudios a nivel macroeconómico han analizado el impacto de un mismo instrumento de apoyo en distintos países para detectar la influencia del efecto región. Un ejemplo de estos estudios es el de Montmartin y Herrera (2015) quienes analizaron el efecto conjunto de subvenciones y reducciones impositivas a la I+D en distintos países miembros de la OCDE. Aunque, como era de esperarse, se encontraron efectos distintos en los países bajo análisis, el estudio alerta de la existencia de interferencias entre instrumentos de apoyo en una misma región. Es decir, se observó que un instrumento de apoyo podría reducir el efecto de otro.

Otros estudios también se han ocupado de realizar análisis comparativos del efecto de las políticas en regiones de distintos países. Varga y Sebestyén (2017) analizaron cómo la participación de las empresas en los programas marco de la

Unión Europea influyó en la innovación de distintas regiones. Estos programas suelen promover la colaboración inter-regional de las empresas y su propósito es mediar en los flujos de conocimiento. Contrario al resultado esperado, estos autores no encontraron evidencia de un efecto positivo global de las subvenciones en la innovación regional. Sin embargo, al estimar el efecto de estas ayudas en Regiones objetivo 1 de países de Europa Central y Oriental versus el resto de regiones, el estudio arrojó resultados distintos. En otras palabras, el estudio mostró que las políticas de innovación desde el nivel europeo no tuvieron el mismo impacto en las regiones bajo análisis. Por lo anterior, el estudio recomienda políticas públicas dirigidas a fortalecer la excelencia investigadora y la red científica internacional de regiones rezagadas para incrementar la actividad innovadora en la región.

Los estudios de Czarnitzki (2006) y Czarnitzki y Licht (2006) son pioneros en analizar el impacto de la política de innovación a nivel nacional en dos regiones del mismo país. Al estimar el impacto de las ayudas en las regiones alemanas del este y oeste, estos estudios coinciden en señalar que la región influyó no sólo en la distribución, sino también en el efecto de las subvenciones. Aunque la región alemana del este captó más financiación pública, las empresas en la región alemana del oeste mostraron mayores niveles de productividad. En el caso español, los estudios de Herrera y Nieto (2008; 2010) y Herrera (2012) compararon el impacto de las subvenciones a la I+D+i en empresas localizadas en las Comunidades Autónomas de Cataluña, Madrid y País Vasco (denominadas regiones centrales por acumular más del 60% de las actividades de I+D en España), con el efecto obtenido por las empresas localizadas en el resto de regiones (denominadas regiones periféricas). Estos estudios señalaron que, con independencia de la región, la

financiación pública en España tuvo un efecto positivo y significativo sobre el esfuerzo en I+D de las empresas, sin embargo, la magnitud de este efecto cambió entre regiones. Empresas en regiones que más captaron financiación pública no siempre mostraron los efectos más elevados, como ocurrió en el caso de las empresas localizadas en la Comunidad de Madrid las cuales reportaron un efecto menor al estimado para la media española (Herrera y Nieto, 2008; 2010). Estos estudios también concluyeron que las empresas en regiones periféricas mostraron los efectos más bajos y que las empresas con más dificultades para emprender la actividad innovadora no siempre fueron las más subvencionadas. El enfoque en la distribución, por tanto, podría reflejar un cierto alejamiento de las necesidades y problemas reales. Por otro lado, el estudio de Herrera (2012) mostró que a pesar de que las regiones centrales obtuvieron mayor financiación, en términos de outputs del proceso innovador las empresas en estas regiones consiguieron sólo aumentar las ventas de productos nuevos para la empresa (innovación incremental), mientras que las empresas en las regiones periféricas aumentaron las ventas de productos nuevos para el mercado (innovación radical) consiguiendo mejorar su ventaja competitiva. Como resultado, es en la periferia donde el esfuerzo conjunto de la financiación pública (el de todas las Administraciones públicas) podría contribuir, de cierta manera, a mejorar la posición competitiva de las empresas locales. Por fuente de fondos, el estudio señala que la financiación procedente de la Administración Central no consiguió aumentar significativamente las ventas de productos innovadores.

El estudio de Broekel (2015) es uno de los pocos en analizar el impacto de las subvenciones en regiones con altas y bajas capacidades innovadoras. Analizando el

caso de Alemania, el estudio concluyó que la política de innovación podría ayudar a las regiones con bajas capacidades innovadoras a través del estímulo a la cooperación entre regiones, especialmente si esa cooperación se produce entre socios de distintas industrias. En contraposición, regiones con una mayor capacidad innovadora se verían beneficiadas de subvenciones moderadas y continuas de proyectos de cooperación en general.

Finalmente, en la literatura también hay abundantes ejemplos de la estimación del efecto de las políticas de I+D+i en regiones específicas. Estos estudios analizan cómo la concesión de subvenciones altera el comportamiento innovador de las empresas en una región. Italia es uno de los países con mayor número de estudios regionales (ver Antonioli et al., 2014; Marzucchi et al., 2015; Bronzini y Piselli, 2016). El estudio de Antonioli et al. (2014) es especialmente interesante porque analiza el efecto de las subvenciones en la cooperación de las empresas en la región italiana de Emilia-Romagna y muestra que la financiación pública resultó útil para estimular la cooperación entre empresas locales y no con empresas de otras regiones. Otros estudios han analizado el efecto de estas políticas en regiones de China (Wang et al., 2017) o Alemania (Alecke et al., 2012) obteniendo resultados positivos de las políticas de I+D+i.

La revisión de estos estudios permite concluir que existe un efecto región tanto en la distribución y el efecto que tienen las políticas de I+D+i y, como resultado, estas políticas adquieren un rol importante en los procesos de convergencia entre regiones. Sin embargo, la evidencia empírica encontrada es escasa y es necesario incrementar los esfuerzos de evaluación en este campo.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En las dos últimas décadas los estudios empíricos que han analizado el efecto de las políticas de I+D+i en la actividad innovadora de las empresas han empleado distintas metodologías para tratar la naturaleza endógena de la variable representativa de la financiación pública y el proceso de distribución de las ayudas. Algunos autores han revisado las metodologías empleadas en estos estudios y han llegado a la conclusión de que los efectos causales de estas políticas requieren conocer lo ocurrido en ausencia de políticas (o estado contrafactual) con el fin de determinar si el efecto es, en realidad, “adicional” (Herrera y Heijs, 2007; Herrera, 2008; 2012).

En términos metodológicos, la literatura propone comparar la actividad innovadora de las empresas o resultado potencia Y_i cuando se recibe apoyo público – ó *estado factual* - con su valor en ausencia de políticas – ó *estado contrafactual*. Dado que estos dos estados no pueden observarse simultáneamente es necesario estimar el estado contrafactual para conseguir un correcto ejercicio de evaluación de estas políticas.

La estimación del estado contrafactual, sin embargo, plantea distintos problemas metodológicos. El primero se deriva del hecho de que la participación en programas de apoyo no se produce de forma indiscriminada entre las empresas. Como se ha comentado anteriormente, la distribución viene determinada, por un lado, por la decisión de las empresas de participar y, por otro, por la decisión de la agencia de conceder la ayuda pública. Esto último genera un sesgo de selección que

no permite obtener estimaciones consistentes del impacto de los programas públicos. El segundo tiene que ver con un problema de atribución del efecto que debe ser corregido para que los beneficios de los programas puedan ser identificados y especialmente atribuidos a ellos [ver Herrera (2008) para una discusión al respecto].

Distintos estudios han analizado estos problemas no sólo en el ámbito de la evaluación de las políticas públicas en general (Cerulli, 2010), sino también en el ámbito de la evaluación de las políticas de innovación en particular (ver Herrera, 2008; Zuñiga et al., 2014; Becker, 2015; Dimos y Pugh, 2016). Los métodos más utilizados para corregir estos problemas son: los métodos de emparejamiento o *matching*, el método de corrección de la selección de Heckman, el método de variables instrumentales o el estimador de diferencias en diferencias, entre otros. La aplicación de estos métodos depende de las características de los programas de apoyo bajo análisis y los datos disponibles para la evaluación. Una conclusión general que se puede extraer de estos estudios de revisión es que la evaluación de un programa requiere un protocolo *ad hoc* en el que se incluya un uso combinado de metodologías que permitan no solo estimar los efectos de adicionalidad, sino también verificar que los supuestos metodológicos se cumplen y los resultados obtenidos son robustos.

Por lo anterior, este proyecto presenta un protocolo de evaluación *ad hoc* para la evaluación del efecto de las subvenciones nacionales a la I+D+i (en empresas localizadas en Castilla y León y el resto de regiones), que incorpora novedades

significativas respecto a los trabajos de evaluación realizados hasta la fecha. Estas novedades incluyen:

- I. Un análisis de los factores que determinan el acceso de las empresas de Castilla y León a las subvenciones a la I+D+i que proceden de la Administración Central.
- II. El uso combinado de distintas metodologías econométricas para la estimación de los efectos de adicionalidad de las subvenciones a la I+D+i (Average Treatment Effect on the Treated - ATT).
- III. La estimación de los efectos de adicionalidad en distintos indicadores de la actividad innovadora de las empresas en Castilla y León y en el resto de regiones españolas.
- IV. La estimación de los efectos de las subvenciones en distintos años para conocer la evolución que ha tenido el impacto de la financiación pública durante el periodo de crisis económica.

3.1 Metodología

Los problemas metodológicos mencionados anteriormente como: el sesgo de selección, la estimación de un estado contrafactual o el problema de atribución del efecto han condicionado durante años la elección de las distintas metodologías de evaluación del impacto. En general, los métodos de emparejamiento o *matching* se han convertido en populares porque permiten superar gran parte de estos problemas metodológicos y, por ello, son un buen punto de partida en un protocolo de evaluación.

Al tratarse de métodos que buscan aproximarse a una situación experimental, los métodos de emparejamiento permiten obtener estimaciones más precisas del efecto de la participación en programas de apoyo en comparación con otras metodologías. Su ventaja principal reside en que no requieren que las ecuaciones se especifiquen con una forma funcional concreta y, por ello, evitan las restricciones involucradas en modelos que requieren que se establezca algún tipo de relación entre las variables y los resultados potenciales, como ocurre en otras metodologías ampliamente utilizadas en este campo como son: los métodos de corrección de la selección de Heckman o las estimaciones con variables instrumentales.

Los métodos de emparejamiento fueron formalmente introducidos por Rubin (1977) y han evolucionado hasta la actualidad adquiriendo distintas variantes, entre las que se encuentra el Propensity Score Matching (PSM) cuyo objetivo es conocer el efecto de un tratamiento binario en una variable denominada resultado potencial. Es habitual que en la descripción de este método se tome prestada la terminología de las ciencias médicas y biológicas, de manera que una ayuda o medida política se asocie a un tratamiento y se identifiquen los beneficiarios de un programa de apoyo como unidades tratadas y el grupo de no beneficiarios como unidades no tratadas o unidades que forman parte de un grupo de control.

El PSM ha encontrado una amplia difusión en el campo de la evaluación de las políticas públicas, especialmente en la evaluación de políticas activas de empleo y, recientemente, en la evaluación de las políticas de innovación (Czarnitzki y Fier, 2002; Almus y Czarnitzki, 2003; Czarnitzki, 2006; Czarnitzki y Licht, 2006; Herrera

y Heijts, 2007; González and Pazó, 2008; Herrera, 2008; Herrera y Nieto 2008; Herrera y Sánchez-González, 2013; Czarnitzki y Lopes-Bento, 2013; 2014; Huergo y Moreno, 2017). Por esta razón, resultan ser especialmente apropiados para la evaluación de los programas de apoyo a la I+D+i.

La estimación del PSM requiere la definición de tres grupos de variables. Una variable tratamiento T_i , una variable resultado Y_i y unas variables exógenas X_i . La primera es una variable binaria que indica la asignación al tratamiento, la segunda es una variable o resultado potencial sobre la que se estima el efecto del tratamiento y las terceras son variables exógenas que determinan la asignación al tratamiento.

El desarrollo de los métodos de emparejamiento es muy intuitivo y sigue una serie de pasos que derivan en la estimación del efecto causal. En la evaluación de los programas de apoyo a la I+D+i, los métodos de emparejamiento se han utilizado para estimar el efecto de recibir subvenciones a la innovación (T_i) sobre la actividad innovadora de las empresas (Y_i). Estos métodos específicamente comparan una variable de interés (o resultado potencial) de empresas que reciben subvenciones (Y_i , $T_i = 1$ o estado factual) con el resultado que ellas podrían haber obtenido si no hubiesen recibido la subvención (Y_i , $T_i = 0$ o estado contrafactual).

$$\text{Efecto} = E(Y_{1i} | T_i = 1) - E(Y_{0i} | T_i = 1) \quad (1)$$

Debido a que una empresa i no puede ser observada simultáneamente en esos dos estados, el estado contrafactual [$E(Y_{0i} | T_i = 1)$] se convierte en el problema

fundamental de la evaluación y se estima a partir de empresas en un grupo de control.

La obtención de este grupo de control no es fácil porque en la participación de los programas de apoyo intervienen criterios de elegibilidad y focalización que hace que las empresas subvencionadas difieran de aquellas que no lo son. Estas diferencias impiden que el resultado potencial en ausencia de subvenciones (o estado contrafactual) pueda ser estimado como una simple media de su valor entre las empresas que no recibieron subvenciones. Como resultado, la estimación del efecto causal podría estar sesgada debido a la selección (*sample selection bias*). Para reducir este sesgo, la metodología requiere superar un Supuesto de Independencia Condicional (*Conditional Independence Assumption* – CIA) de acuerdo con el cual el estado contrafactual se podría estimar si las diferencias entre el grupo de empresas subvencionadas y el grupo de control se capturan en un vector X_i de características individuales pre-intervención y los resultados potenciales Y_i son independientes de la obtención de subvenciones o participación en el programa. Dicho de otra manera, se asumiría que la participación en el programa sería aleatoria en el grupo de empresas bajo análisis (empresas subvencionadas y empresas en el grupo de control). Tal y como refleja:

$$Y_1, Y_0 \perp T_i \mid X_i \quad (2)$$

Esto se puede conseguir si el investigador conoce todas las variables que determinan la participación y, además, las utiliza en el emparejamiento. Por lo anterior, la primera etapa de la metodología requiere un análisis exhaustivo para

identificar las variables o factores que influyen en la obtención de subvenciones no sólo desde un punto de vista teórico, sino también desde un punto de vista práctico (disponibilidad de datos). En general, la identificación de estas variables ha resultado ser un objetivo secundario y no hay un modelo teórico que señale bajo qué condiciones una empresa debería obtener apoyo público (Herrera, 2008). Es por ello, que la selección de estas variables debe guiarse por los criterios empleados por la agencia que distribuye las ayudas o la evidencia empírica previa.

En los casos en que el número de esos factores o variables identificadas resulte muy elevado, el emparejamiento es, por lo general, inviable y muchos estudios de evaluación reducen el número de variables utilizando una variable escalar o Propensity Score - $P(X_i)$ para hacer el emparejamiento más factible. En este caso, el $P(X_i)$ es definido como la probabilidad condicional de recibir una subvención dado un grupo de características individuales pre-tratamiento (X_i) y se estima de la siguiente manera:

$$P(X_i) \equiv P \{T_i = 1 | X_i\} = E \{T_i | X_i\} \quad (3)$$

Para la estimación de $P(X_i)$ se pueden emplear, indistintamente, modelos probit o logit. En este estudio se empleó un modelo probit por ser el más utilizado en la literatura. En esta investigación también se realizó una extensión de este modelo para conocer otros factores que afectan el acceso a las subvenciones como se explicará más adelante.

En la segunda etapa del proceso, se produce el emparejamiento entre empresas y la obtención del grupo de control. Dado que es poco probable encontrar dos unidades con el mismo valor de $P(X_i)$ es posible emplear varios métodos de emparejamiento (entre ellos están: Nearest-Neighbor Matching, Radius Matching, Stratification Matching, Kernel Matching, etc.) que, bajo distintos supuestos, se encargan de seleccionar para cada empresa subvencionada una unidad del grupo de control con el valor del Propensity Score más cercano. La elección de estos métodos dependerá del tamaño de la muestra y la calidad del propensity score. No obstante, la metodología permite verificar qué tan parecidas son las empresas subvencionadas con sus equivalentes en el grupo de control. El método más habitual es el del vecino más cercano o *Nearest Neighbor Matching* (NNM), el cuál se aplicará en esta investigación por ser el que permite obtener resultados más robustos. Este proceso consiste en tomar para cada empresa subvencionada una unidad del grupo de control con el $P(X_i)$ más próximo. Becker e Ichino (2002) describen el método del vecino más cercano o Nearest Neighbour Matching de la siguiente manera:

Definido T como el grupo de empresas que recibe la ayuda y C el grupo de empresas de control, entonces Y_i^T y Y_j^C son las variables resultado de ambos grupos respectivamente. Definiendo $C_{(i)}$ como el conjunto de empresas de control emparejadas con una unidad (i) de empresas que reciben dado un propensity score (p_i). El método de NNM calcula:

$$C_{(i)} = \min_j \|p_i - p_j\| \quad (4)$$

El estimador del NNM es:

$$\tau^{NNM} = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} Y_i^T - \frac{1}{N^T} \sum_{j \in T} w_j Y_j^C \quad (5)$$

Donde, N_i^C indica el número de controles emparejados con observaciones $i \in T$, los pesos se definen por $w_{ij} = \frac{1}{N_i^C}$ si $j \in C(i)$ y $w_{ij} = 0$ en el caso contrario.

La varianza que define el error del estimador NNM viene dada por:

$$\text{Var}(\tau^{NNM}) = \frac{1}{N^T} \text{Var}(Y_i^T) + \frac{1}{(N^T)^2} \sum_{j \in C} (w_j)^2 \text{Var}(Y_j^C) \quad (6)$$

Finalmente, la estimación del efecto causal requiere el cumplimiento de un último supuesto que busca que la propensión a obtener subvenciones o $P(X_i)$ oscile entre valores mayores a cero y menores a uno. Empresas con un $P(X_i) = 0$ nunca recibirían la subvención y con $P(X_i) = 1$ siempre la recibirían y es necesario excluirlas. Como resultado, este supuesto establece un área de soporte común para garantizar que empresas con características idénticas puedan ser observadas en los dos estados. Esto es:

$$0 < \Pr(T_i = 1 | X_i) < 1 \quad (7)$$

Superados estos supuestos, que permiten controlar las diferencias observables entre los dos grupos de empresas, la única diferencia que queda es atribuible al efecto de recibir subvenciones. Con este último paso se llega a la tercera etapa del

proceso donde se cuantifica el valor medio de los efectos de adicionalidad de las subvenciones o, en términos de la metodología, el efecto del tratamiento sobre los tratados (*Average Treatment Effect on the Treated* - ATT). Como resultado, el efecto puede ser estimado de la siguiente manera¹:

$$\text{Efecto} = E\{E\{Y_{1i} | T_i = 1, P(X_i)\} - E\{Y_{0i} | T_i = 0, P(X_i)\} | T_i = 1\} \quad (8)$$

3.2 La fuente de datos y la muestra a analizar

En este estudio se emplearon datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), una base de datos de tipo panel cuyo objetivo es disponer de información suficiente para realizar un seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas. PITEC se ha creado gracias al esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Desde el año 2003 la base de datos recoge información de las actividades innovadoras de las empresas españolas. Gracias a una ampliación de la muestra realizada en 2005, PITEC recopila información de más de 460 variables para aproximadamente 12.000 empresas. Esta estructura de panel permite realizar análisis longitudinales sobre la evolución de la actividad innovadora empresarial. El panel de empresas es seleccionado a partir de dos encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE): la “Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas” y la “Encuesta sobre actividades de I+D”. Las empresas que conforman PITEC proceden de cuatro submuestras:

¹ En esta investigación se empleó el programa STATA para la estimación de los efectos causales de las subvenciones a la I+D+i a través de la metodología de Propensity Score Matching. Para este propósito se utilizó el comando “teffects psmatch” implementado gracias al trabajo de Abadie y Imbens (2012).

- Empresas de 200 o más trabajadores.
- Empresas con I+D interna.
- Empresas con menos de 200 trabajadores con I+D externa, pero sin I+D interna.
- Empresas con menos de 200 trabajadores, pero sin gastos en innovación.

PITEC recoge información detallada de las actividades de I+D+i de las empresas que incluye: los gastos en I+D (procedencia y ejecución), los gastos en innovación, el personal en I+D, los objetivos y barreras a la actividad innovadora, las fuentes de información y la estrategia innovadora, entre otros. Adicionalmente el panel reúne información anual sobre las políticas públicas de fomento a la I+D+i desde las distintas Administraciones públicas, así como también los créditos subvencionados, la colaboración con el sistema público de I+D y los incentivos fiscales. Por la anterior, PITEC es la única fuente de información estadística desagregada de carácter periódico que permite realizar análisis de la actividad innovadora empresarial en distintos sectores económicos que incluyen el sector servicios.

Cada año PITEC revisa la situación de las empresas en el panel y mantiene una muestra viva de más de 10.000 empresas. De esta forma, las inferencias establecidas a partir de la muestra pueden considerarse como válidas para la población de empresas innovadoras en España. El ámbito geográfico de aplicación de PITEC es el territorio nacional, sin embargo, la Comunidad Autónoma a la que se asocia una empresa sólo puede determinarse para aquellas que ejecutaron sus gastos en innovación en dicha región. Así, para esta investigación, una empresa se

vinculó a la Comunidad Autónoma en la que ejecutó el mayor porcentaje de este tipo de gasto. La Tabla 2 muestra la distribución de empresas empleadas en el análisis por Comunidad Autónoma y año.

Tabla 2. Distribución de la muestra por Comunidad Autónoma y año

Comunidad	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Andalucía	408	376	339	308	279	264	256	214	210	2.654
Aragón	244	224	214	205	192	172	145	141	130	1.667
Asturias	142	125	116	112	108	89	80	66	69	907
Baleares	36	39	32	32	28	26	17	19	16	245
Canarias	54	62	48	40	38	31	27	29	20	349
Cantabria	81	74	63	58	57	46	44	42	37	502
Castilla y León	295	258	244	238	216	189	161	143	129	1.813
Castilla-La Mancha	124	111	103	99	96	79	69	62	57	800
Cataluña	1.799	1.679	1.526	1.376	1.230	1.169	1.085	1.036	974	11.874
Valenciana	776	711	689	620	553	502	461	416	402	5.13
Extremadura	55	49	46	39	32	29	28	26	20	324
Galicia	367	352	308	280	255	238	232	219	187	2.438
Madrid	958	910	854	798	729	696	641	558	530	6.674
Murcia	153	148	128	112	87	88	80	85	87	968
Navarra	256	240	228	191	184	171	162	132	126	1.690
País Vasco	960	847	787	725	692	667	625	590	535	6.428
Rioja	82	76	67	66	65	57	49	46	47	555
Ceuta	1	0	1	1	1	0	0	0	0	4
Total	6.791	6.281	5.793	5.300	4.842	4.513	4.162	3.824	3.576	39.897

Fuente: Elaboración propia con datos de PITEC

Como se observa, la muestra final utilizada en este estudio incluyó un total de 6791 empresas innovadoras que contestaron a la encuesta durante el periodo 2007 a 2015. Como resultado, el análisis que aquí se presenta cubre el periodo de crisis económica y añade valor a la investigación frente a otros estudios en este campo.

3.3 Las variables del estudio

Como se señaló en el apartado metodológico, la estimación del efecto de las políticas de I+D+i requiere el uso combinado de tres tipos de variables: la variable representativa de las subvenciones a la I+D+i (variable tratamiento – T_i), las variables representativas de la actividad innovadora (resultados potenciales – Y_i) y las variables para el estudio del acceso a las subvenciones o propensión a obtenerlas (variables exógenas – X_i). A continuación, se presentan estas variables.

Variable representativa de las políticas de I+D+i: las subvenciones.

Es este estudio la variable tratamiento T_i es una variable dicotómica que tomó el valor de 1 si la empresa recibió subvenciones a la I+D+i desde la Administración Central del Estado (ACE) y 0 en el caso contrario. La construcción de esta variable es un paso importante en la metodología porque va a facilitar la identificación de las empresas en el grupo de control. Por lo anterior, se comprobó que si la variable adoptaba un valor de 0 es porque efectivamente la empresa no obtuvo financiación pública nacional en otras regiones.

Variables representativas de la actividad innovadora: indicadores tecnológicos.

Para la estimación del efecto causal de las subvenciones a la I+D+i desde la ACE se propone el uso combinado de una serie de indicadores tecnológicos de las empresas (Y_i) que recogen información sobre las estrategias de I+D y el nivel de compromiso que tienen las empresas con la actividad innovadora. Una estimación conjunta sobre un grupo de indicadores podría ayudar a superar no sólo las limitaciones de emplear un solo indicador, sino también a determinar qué aspectos de la actividad innovadora están siendo más estimulados o no.

En general la evidencia empírica estima el efecto de las subvenciones en la cifra neta del gasto en I+D de las empresas (adicionalidad en los inputs). A pesar de que esta variable tiene la limitación de que no refleja la amplitud de las actividades innovadoras, dado que excluye empresas que obtienen innovaciones sin recurrir a actividades de I+D, su empleo es habitual en los estudios porque las actividades de investigación y desarrollo son una de las estrategias más importantes para la generación de tecnología. En esta investigación se va más allá de la cifra neta del gasto en I+D y se analiza el efecto en algunas de sus dimensiones para conocer la influencia de las subvenciones de la ACE en las estrategias que siguen las empresas para adquirir conocimiento.

En este estudio, estas dimensiones son medidas en términos relativos para conocer el compromiso de las empresas con estas actividades. Así, se tuvieron en cuenta los gastos internos y externos en I+D, como porcentajes del gasto en innovación, con el objetivo de determinar si las subvenciones estimularon la generación interna de tecnología frente a la adquisición externa. El estudio también tuvo en cuenta la distribución porcentual que hacen las empresas de sus gastos en I+D interno en actividades de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Estas actividades reflejan las decisiones que toman las empresas respecto a sus fronteras de conocimiento. Como resultado, se incluyeron para determinar si las subvenciones estimularon la ampliación de las fronteras de conocimiento tecnológico de las empresas adquiriendo conocimientos totalmente nuevos (investigación básica e investigación aplicada) u optaron por la profundización del conocimiento que ya tenían (desarrollo tecnológico). En PITEC

las empresas son llamadas a indicar cómo distribuyeron, en términos porcentuales, el gasto interno en I+D en esas tres actividades.

En esta investigación también se emplearon tres indicadores para evaluar el grado de compromiso y los recursos que las empresas destinaron a la actividad innovadora: la intensidad en I+D, la intensidad innovadora y la intensidad en el personal en I+D. Las dos primeras reflejan el porcentaje de las ventas que las empresas dedican a los gastos en I+D y a los gastos en innovación. Esta última variable permite incluir empresas que pudieron hacer innovación sin recurrir a actividades de I+D. Por último, la intensidad en el personal en I+D se estima obteniendo el porcentaje de empleados dedicados a actividades de I+D del total de empleados de la empresa.

Variables para la estimación de la propensión a obtener subvenciones y la elección del grupo de control.

Las variables para estimar la propensión a obtener subvenciones o *propensity score* en la ecuación (3) se eligieron de acuerdo a la literatura y la disponibilidad de información en la base de datos. En general, los estudios señalan que en esta propensión influyen no sólo características estructurales de la empresa, sino también factores del entorno competitivo (Herrera, 2008; Herrera, 2012; Herrera y González, 2013; Busom et al., 2017). Como resultado, en esta investigación se incluyeron: el tamaño y la edad de la empresa, las exportaciones, la clase de empresa y el sector de actividad.

En esta investigación también se ha querido profundizar en otros factores determinantes del acceso a las subvenciones. Por ello, para estimar el modelo en (9) se ha realizado un análisis longitudinal del acceso a las ayudas. Este análisis incluyó no sólo el grupo de variables mencionado anteriormente, sino también otras para conocer más a fondo la dinámica del acceso a las subvenciones. Estas nuevas variables incluyeron: la experiencia previa en I+D, la recepción de ayudas en el pasado y distintos índices que midieron la importancia que las empresas dieron a los obstáculos a la innovación. Estas variables no se emplearon en la identificación de las unidades en el grupo de control porque se perdían muchas empresas que no tenían información de ellas en toda la serie temporal.

A continuación, en las Tablas 3 y 4 se describen todas las variables empleadas en el estudio y se presentan sus estadísticos descriptivos.

Tabla 3. Medida de las variables para el estudio

Variables	Medidas
Subvenciones de la ACE	1 si la empresa recibió subvenciones de la Administración Central y 0 en el caso contrario.
Tamaño de la empresa	Logaritmo del número de empleados de la empresa.
Edad de la empresa	Numero de años de la empresa desde su fundación (transformación de la raíz cuadrada).
Exportaciones	1 si la empresa realizó exportaciones y 0 en el caso contrario.
Tipo de empresa	1 la empresa es privada sin participación de capital extranjero y 0 en el caso contrario.
Sector manufacturero de media alta tecnología	1 si la empresa perteneció a un sector manufacturero de media alta tecnología y 0 en el caso contrario. Estos sectores pueden ser: 20; 25.4; 27 a 29; 30, 30.1 -30.3 y 32.5 según clasificación CNAE 2009.
Servicios de alta tecnología o de punta	1 si la empresa perteneció a un sector servicios de alta tecnología o de punta y 0 en el caso contrario. Estos sectores pueden ser: 59 a 63 y 72 según clasificación CNAE 2009.
Intensidad en I+D (t-1)	Gasto en I+D/Ventas por cien del año anterior.
Subvenciones nacionales (t-1)	1 si la empresa recibió subvenciones en el año anterior.
Barreras financieras	Índice de importancia de los obstáculos financieros = valor medio de la puntuación dada a los obstáculos re-escalada de 0 a 1, siendo 1 muy importante.
Barreras de conocimiento	Índice de importancia de los obstáculos de conocimiento = valor medio de la puntuación dada a los obstáculos re-escalada de 0 a 1, siendo 1 muy importante.
Barreras de mercado	Índice de importancia de los obstáculos de mercado = valor medio de la puntuación dada a los obstáculos re-escalada de 0 a 1, siendo 1 muy importante.
Gasto interno en I+D	Porcentaje del gasto en innovación dedicado a actividades de I+D interna.
Gasto externo en I+D	Porcentaje del gasto en innovación dedicado a actividades de I+D externa.
Investigación básica	Porcentaje del gasto en I+D interna dedicado a investigación básica.
Investigación aplicada	Porcentaje del gasto en I+D interna dedicado a investigación aplicada.
Desarrollo tecnológico	Porcentaje del gasto en I+D interna dedicado a desarrollo tecnológico.
Intensidad en I+D	(Gasto total en I+D/cifra de negocios) por 100.
Intensidad innovadora	(Gasto total en innovación/cifra de negocios) por 100.
Intensidad en el personal en I+D	(Personal en I+D/Personal total en la empresa) por 100.

Fuente: Elaboración propia con datos de PITEC

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de las variables del estudio

Variable	Tipo de Variable	Nº Obs.	Media	Desviación Típica	Min	Max
VARIABLES DE LA AYUDA PÚBLICA						
Subvenciones en general	Dicotómica	47.409	0,173	0,378	0	1
Subvenciones en Castilla y León	Dicotómica	37.769	0,008	0,092	0	1
Subvenciones en resto de España	Dicotómica	47.409	0,166	0,372	0	1
VARIABLES DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA						
Gastos internos en I+D	Continua	47.409	66,315	37,553	0	100
Gastos externos en I+D	Continua	47.409	11,533	23,106	0	100
Investigación básica	Continua	47.409	2,201	8,824	0	100
Investigación aplicada	Continua	47.409	34,513	39,836	0	100
Desarrollo tecnológico	Continua	47.409	45,174	42,711	0	100
Intensidad en I+D	Continua	47.375	7,270	11,834	0	39,820
Intensidad innovadora	Continua	47.375	8,577	13,168	0	44,360
Intensidad en el personal en I+D	Continua	47.409	17,004	20,788	0	66,666
VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBVENCIONES						
Tamaño de la empresa	Continua	47.409	4,249	1,610	0	10,634
Edad de la empresa	Continua	46.690	28,084	20,976	0	313
Exportaciones	Dicotómica	47.409	0,735	0,441	0	1
Tipo de empresa	Dicotómica	40.321	0,776	0,417	0	1
Sector manufacturero de media alta tecnología	Dicotómica	47.409	0,282	0,450	0	1
Servicios de alta tecnología o de punta	Dicotómica	47.409	0,065	0,246	0	1
Intensidad en I+D (t-1)	Continua	47.047	7,153	11,830	0	39,820
Subvenciones nacionales (t-1)	Dicotómica	47.075	0,309	0,462	0	1
Barreras financieras	Continua	40.321	0,683	0,267	0	1
Barreras de conocimiento	Continua	40.321	0,528	0,289	0	1
Barreras de mercado	Continua	40.321	0,507	0,359	0	1

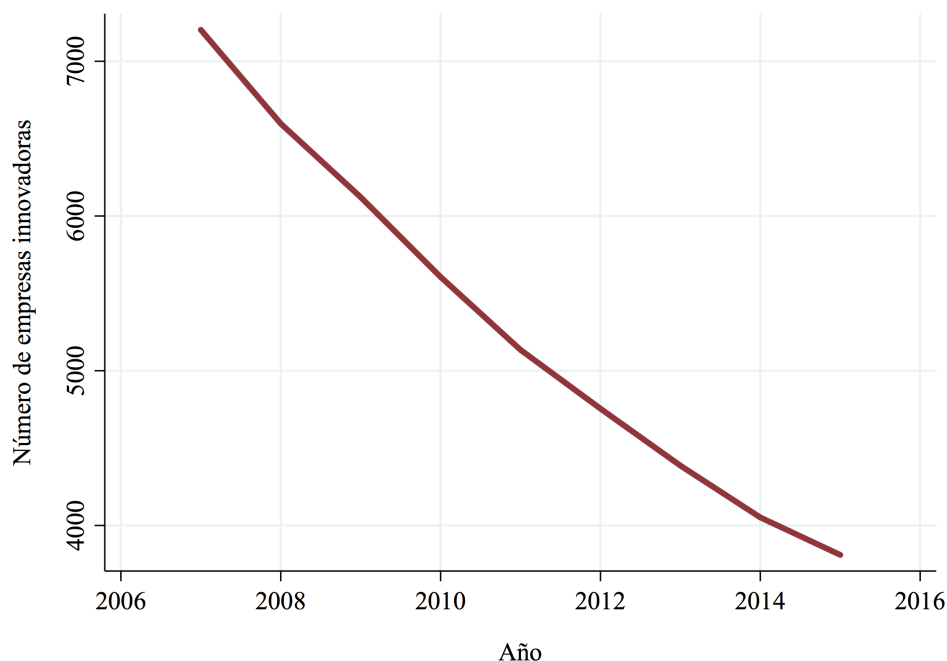
Fuente: Elaboración propia con datos de PITEC

4. LA ACTIVIDAD INNOVADORA EN LAS EMPRESAS DE CASTILLA Y LEÓN Y ESPAÑA

En este apartado se presentan los resultados de un análisis comparativo de la actividad innovadora de las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León frente a las empresas que ejecutaron ese mismo gasto en el resto de Comunidades de Autónomas (en adelante resto de España). Lo anterior con el objetivo de establecer la posición de la Comunidad en el panorama de la innovación empresarial. Este análisis comparativo se realizó en distintos indicadores tecnológicos que reflejan no sólo los inputs y outputs del proceso innovador, sino también los objetivos de la actividad innovadora. El análisis se realizó con datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para el periodo 2007 – 2015 y excluye empresas que no realizaron este tipo de gasto. Como se observa en el Grafico 4, durante el periodo de crisis económica el número de empresas que realizaba gastos en innovación descendió notablemente en España.

En el año 2007 PITEC registraba un total de 7.203 empresas con gastos en innovación y en 2015 ese número se situaba en 3.810 empresas, lo que muestra un descenso del 47,10%. Se observa que el descenso ha sido continuo y que no se ha conseguido un cambio de tendencia en los últimos 9 años. El descenso de la actividad innovadora ha afectado a todas las empresas del territorio nacional independientemente de la región.

Gráfico 4. Evolución del número de empresas innovadoras en el periodo 2007-2015 en España

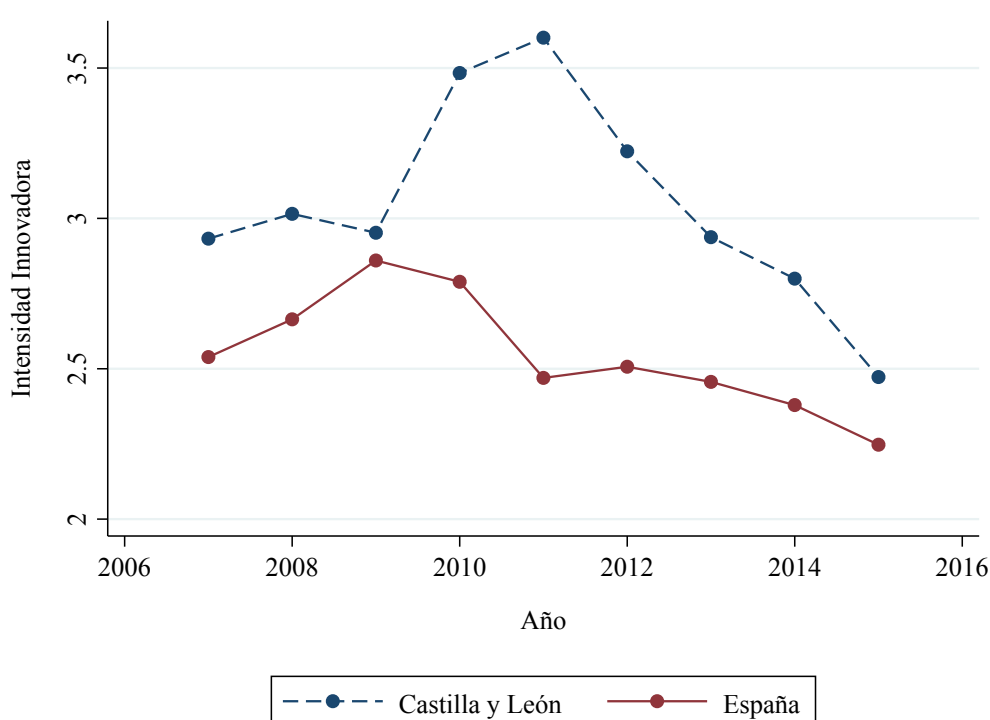


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

El esfuerzo innovador de las empresas [(gasto en innovación según región de ejecución/cifra de negocios) x 100] es otra de las variables que se ha visto afectada en el periodo de crisis económica. Sin embargo, como muestra el Gráfico 5, el esfuerzo innovador de las empresas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León fue superior al obtenido en el resto de España. En Castilla y León ese esfuerzo alcanzó su punto máximo en el año 2011 (3,60) y descendió en más de un punto en el año 2015 (2,47). En España, el punto máximo se alcanzó en el año 2009 (2,86) y descendió hasta los 2,25 puntos en el año 2015. Es importante resaltar que el esfuerzo innovador en Castilla y León fue superior al del resto de España y que las empresas que ejecutaron sus gastos en la región lograron, de alguna manera, retrasar el impacto de la crisis económica que comenzó en 2008.

En general, la literatura considera que las empresas que realizan gastos en I+D se podrían denominar “empresas innovadoras en sentido estricto”. Las actividades de I+D representan un mayor compromiso con la innovación y la generación de conocimiento tecnológico. El Gráfico 6 muestra la evolución de la intensidad en I+D [(gasto en I+D/cifra de negocios) X 100] en las dos regiones.

Gráfico 5. Evolución del esfuerzo innovador en el periodo 2007-2015

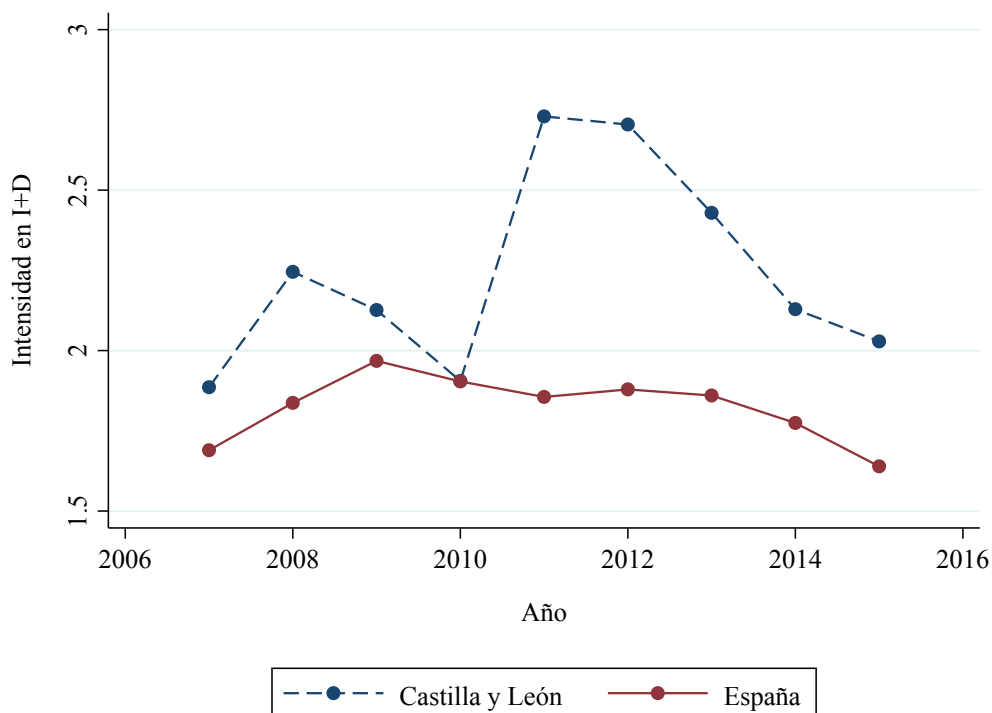


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Una vez más, las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León mostraron un esfuerzo en I+D superior al de las empresas españolas a lo largo del ciclo económico, con un importante descenso a partir del año 2011. En ese año, las empresas invirtieron en promedio un 2,73 por ciento de su cifra de negocio en actividades de I+D. No obstante, al final del periodo se registró una intensidad

media de 2,03% en la región que siguió siendo superior a la media española de 1,64 puntos porcentuales.

Gráfico 6. Evolución del esfuerzo en I+D en el periodo 2007-2015



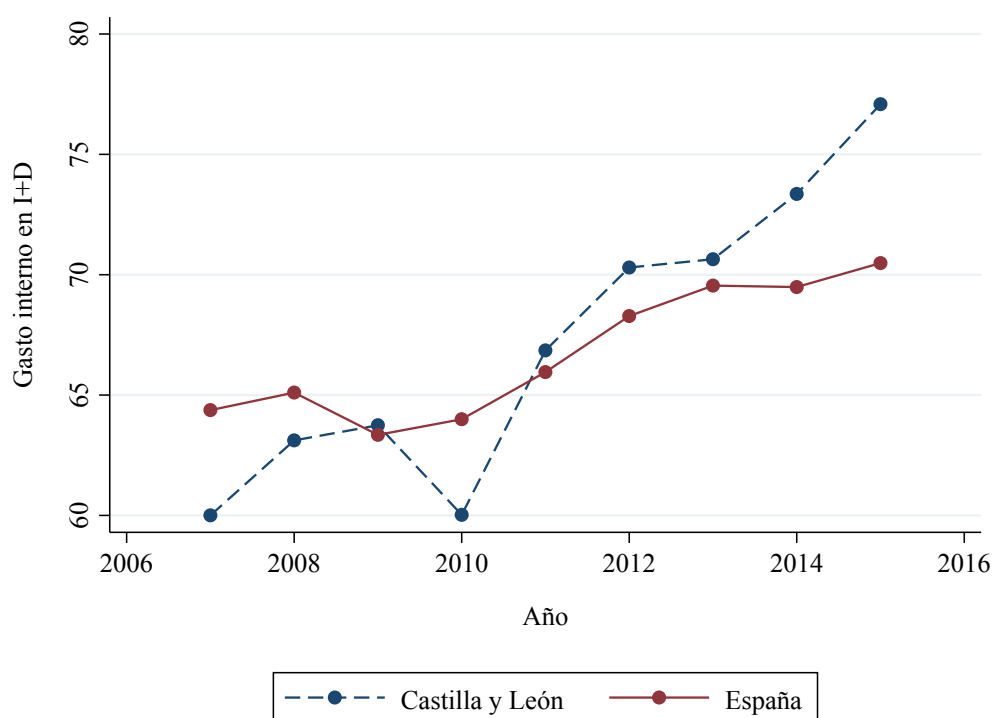
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Al tener en cuenta la distribución que hacen las empresas de sus gastos en I+D en gastos internos y externos es posible analizar las estrategias de adquisición de tecnología de las empresas. A los gastos en I+D internos se adhieren todas las actividades realizadas al interior de la empresa para la generación de tecnología o adquisición de conocimiento interno y a los segundos, la adquisición de tecnología externa o tecnología de fácil acceso en el mercado a otras empresas. En los últimos años la adquisición de conocimiento externo ha adquirido un especial interés debido a la necesidad de contar con fuentes externas de conocimiento, generalmente

procedentes de organizaciones externas dedicadas a la investigación. PITEC mide estos gastos como un porcentaje del gasto en innovación.

El Grafico 7 muestra la evolución del gasto interno en I+D. Como se observa, a partir del año 2010 las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León decidieron apostar decididamente por la generación de conocimiento interno, lo que mejoraría su ventaja competitiva en el futuro. Al final del periodo, es posible observar cómo este esfuerzo continuo de las empresas en la región creó distancia frente al resto de empresas en otras regiones españolas.

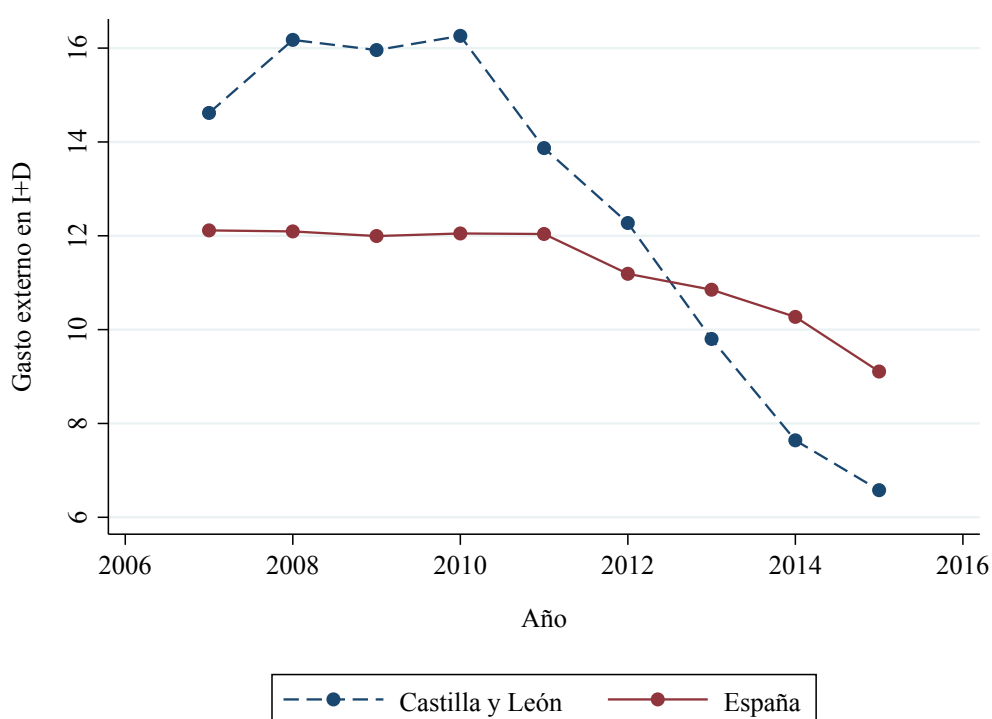
Grafico 7. Evolución del gasto interno en I+D como porcentaje del gasto en innovación en el periodo 2007-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

En el Grafico 8 se puede apreciar cómo, a partir del año 2010, las empresas hacen el cambio de estrategia y apuestan por reducir la adquisición externa de tecnología. En otras palabras, las empresas en Castilla y León apostaron por la generación interna de tecnología para hacer frente a la crisis económica.

Grafico 8. Evolución del gasto externo en I+D como porcentaje del gasto en innovación en el periodo 2007-2015

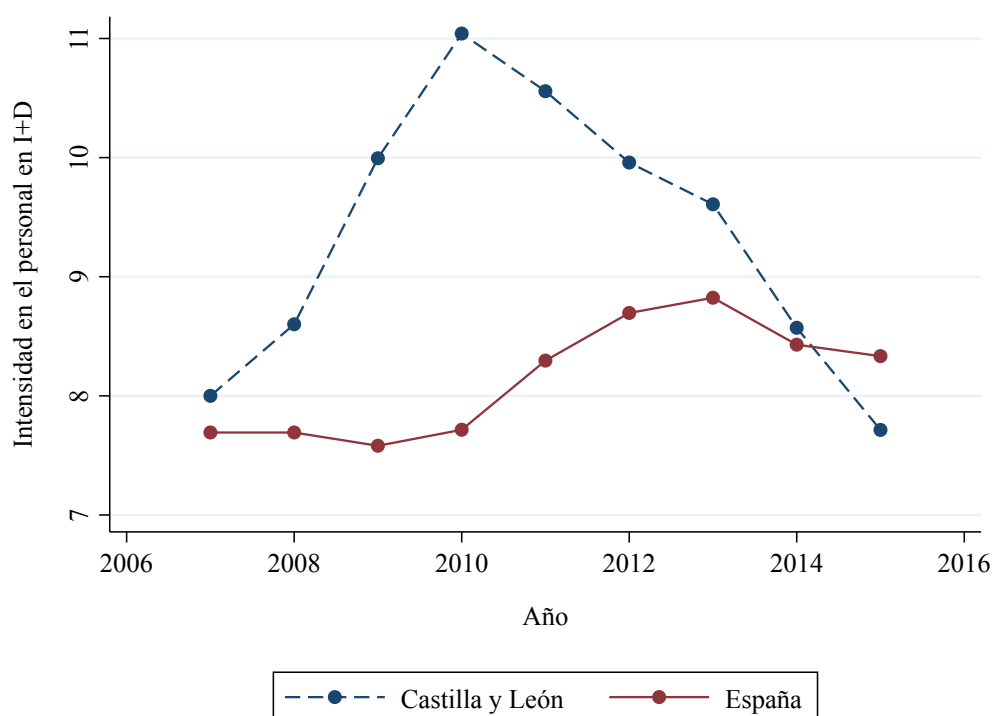


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Otro importante indicador tecnológico es la intensidad en el personal en I+D $[(\text{personal en I+D}/\text{número de empleados de la empresa}) \times 100]$. Los recursos humanos en ciencia y tecnología se consideran el *stock* del capital intelectual de la empresa y un activo estratégico importante debido a la naturaleza tácita del conocimiento incorporado en estos recursos humanos, lo que lo convierte en un activo inaccesible a otras empresas y una fuente de ventaja competitiva. Al respecto,

el análisis revela que las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León mantuvieron niveles de empleo en I+D superiores a los obtenidos en otras empresas españolas (ver Gráfico 9). Sin embargo, se observa que a partir del año 2010 (11,04) estas empresas reducen la contratación de personal en I+D en 3,33 puntos porcentuales hasta llegar a 7,71 puntos en 2015 por debajo de la media de esa contratación en el resto de España (8,33). Es decir, una de las consecuencias de la crisis ha sido la destrucción de empleo en I+D en la región.

Gráfico 9. Evolución de la intensidad en el personal en I+D durante el periodo 2007-2015

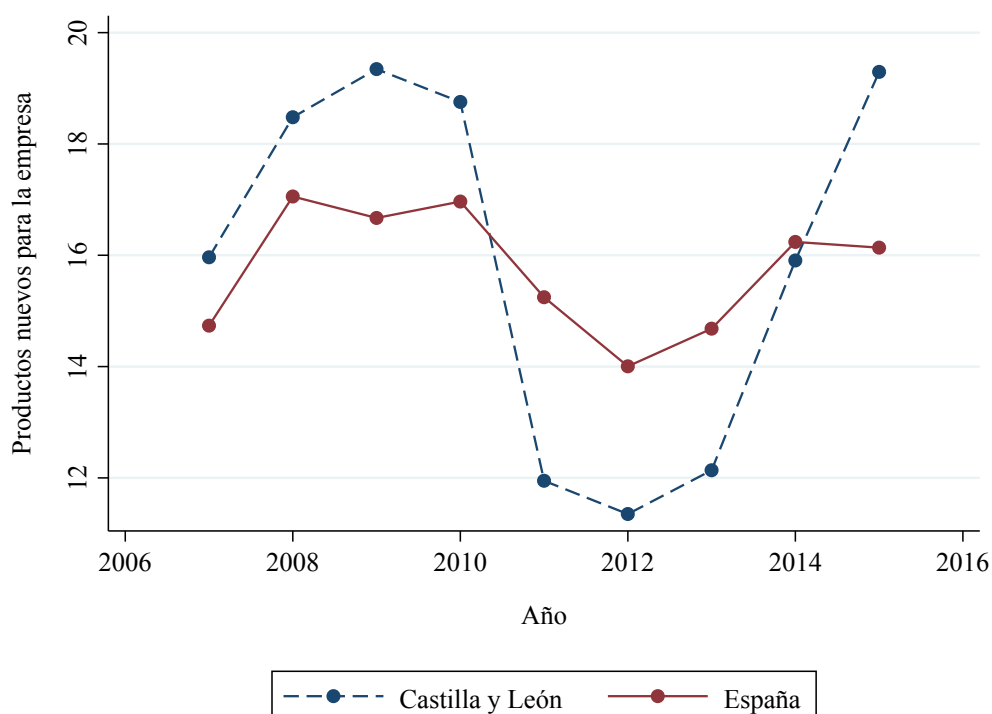


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

En cuanto a los resultados del proceso innovador, el Gráfico 10 muestra la evolución del porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa del total

de las ventas de la empresa. Esta medida refleja la apuesta de las empresas por la innovación incremental frente a la innovación radical. Se considera que ésta última ocurre cuando la empresa introduce productos completamente nuevos para el mercado, mientras que la primera consiste en mejorar productos existentes. Los datos revelan un comportamiento cíclico similar, con cambios de tendencia en los mismos años, entre las empresas que ejecutaron su gasto en innovación en Castilla y León y las empresas españolas en el resto de regiones. A pesar de esa similitud, se mantuvo una importante distancia en las dos regiones tanto en los niveles más altos de ingresos como en los niveles más bajos. Por otro lado, es importante señalar la notable recuperación de las empresas en Castilla y León en el año 2015.

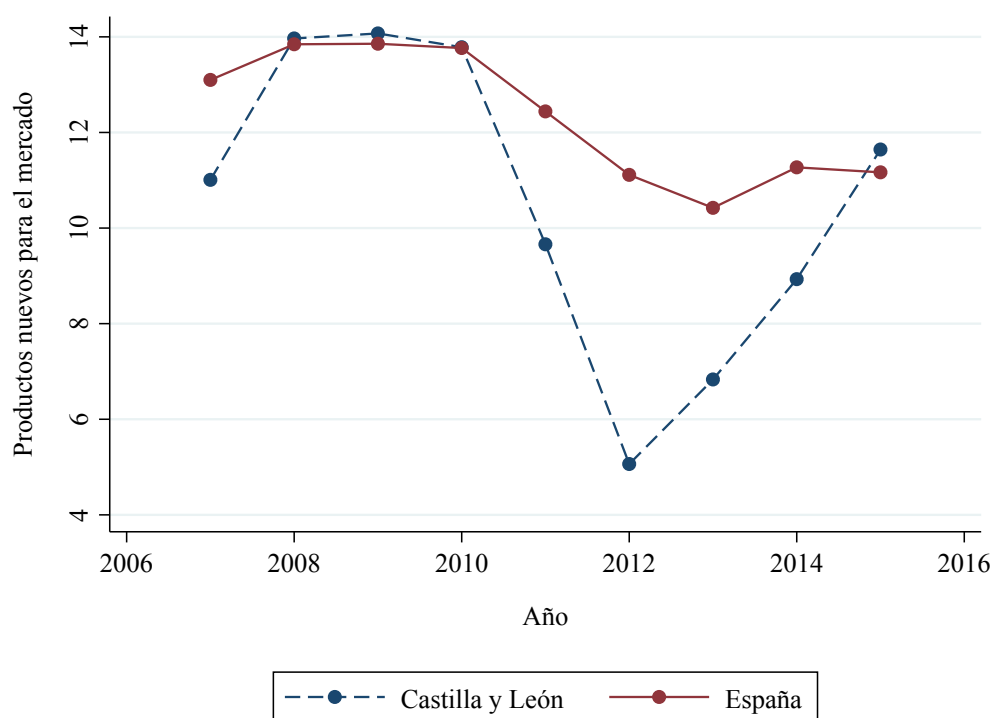
Grafico 10. Evolución del porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa (innovación incremental) en el periodo 2007-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

En relación a los ingresos de productos nuevos para el mercado (o innovaciones radicales), el estudio muestra que también se vieron afectados por el ciclo económico. Por ejemplo, a partir del año 2010 el porcentaje de ventas de estos productos cae en las dos regiones con un descenso mayor en el caso de empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León. En 2012 esos ingresos suponían el 5,06% de las ventas totales de las empresas en Castilla y León frente a los 11,11% en el resto de España. El periodo de crisis económica afectó sensiblemente los ingresos de este tipo de innovación en las empresas que innovaron en la Comunidad. Sin embargo, en 2015 se aprecia ya la recuperación de estas ventas (ver Gráfico 11).

Gráfico 11. Evolución del porcentaje de ventas de productos nuevos para el mercado (innovación radical) en el periodo 2007-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Las empresas emprendieron su actividad innovadora persiguiendo distintos objetivos. PITEC recoge información de la importancia que las empresas dan a objetivos relacionados con la mejora de los productos, de los procesos productivos y, por ultimo, objetivos que persiguen la responsabilidad social. En este estudio, alrededor de 13 objetivos han sido agrupados en estas 3 categorías. En la encuesta, las empresas debían valorar el nivel de importancia que tuvieron para ellas cada objetivo eligiendo entre un rango que va desde un nivel no pertinente (0 puntos) a uno muy elevado (4 puntos). En cada caso se obtuvo el valor medio de las puntuaciones de cada grupo de objetivos y, a continuación, esos valores fueron convertidos a una escala de 0 a 1, en la que los valores cercanos a 1 muestran un elevado grado de importancia y los valores cercanos a 0 ningún grado de importancia. De esta manera, cada grupo de objetivos tuvo un índice de importancia o index que facilitó el análisis de su evolución en el ciclo económico.

Así, si la media de las puntuaciones asignadas a un grupo de objetivos (α) es:

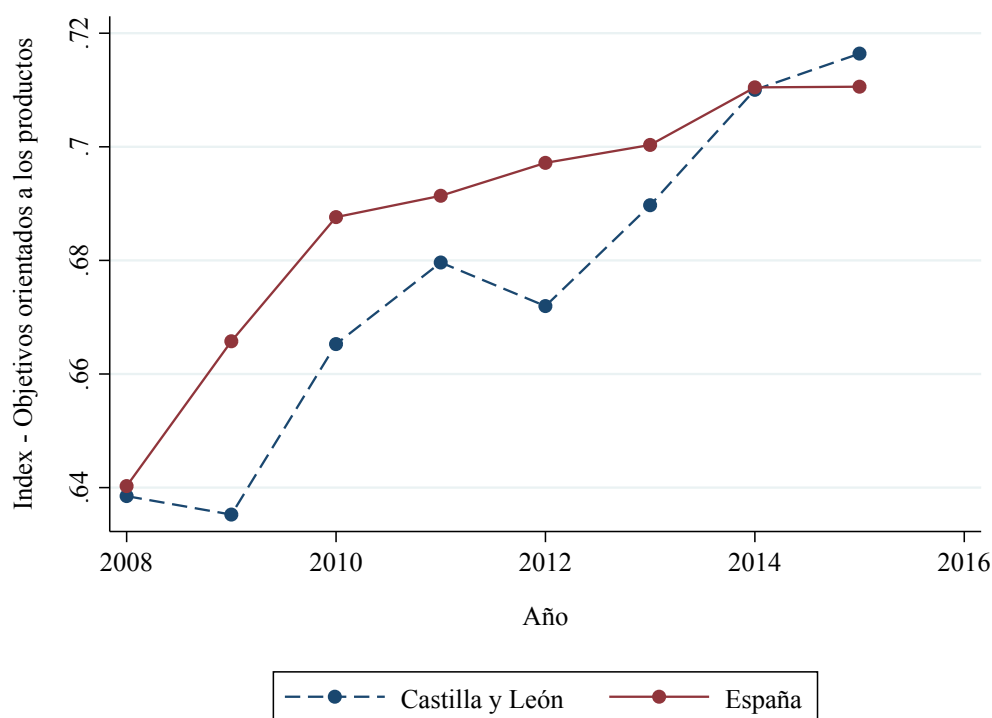
$\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$, el índice o Index se estimó de la siguiente manera:

$$\text{Index} = 1 - \frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}$$

El primero de estos índices recoge información de la importancia que las empresas dieron a objetivos que perseguían mejorar la situación de sus productos, como son: 1) ampliar la gama de bienes o servicios, 2) sustituir productos o procesos anticuados, 3) penetrar en nuevos mercados, 4) alcanzar mayores cuotas de mercado o 5) mejorar la calidad de los bienes o servicios. El Gráfico 12 muestra

que a lo largo del periodo de crisis económica las empresas innovadoras aumentaron su preocupación por la mejora de los productos, una tendencia observada en las dos regiones. Sin embargo, el índice de importancia fue mayor en el resto de regiones que el observado en Castilla y León, salvo en el último año cuando comienza un cambio de tendencia. En términos de puntuación, parece claro que para las empresas españolas, independientemente de la región, en el periodo de inestabilidad económica dieron mayor importancia a la mejora de los productos frente a los procesos.

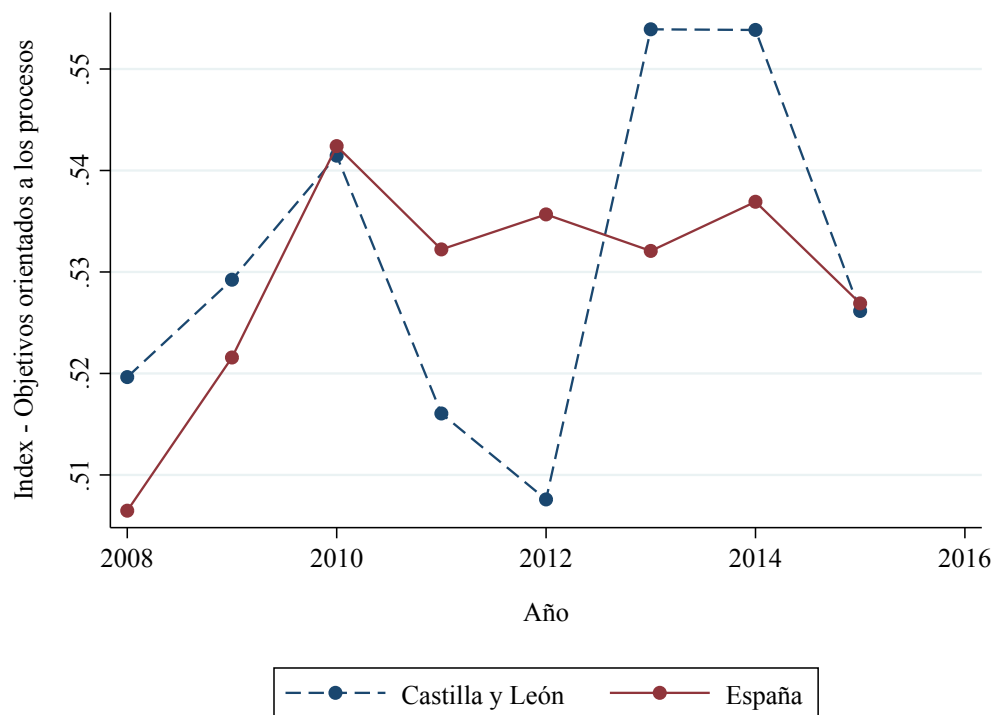
Grafico 12. Evolución del índice de importancia atribuida a los objetivos que persiguen la mejorar de los productos en el periodo 2007-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

El Gráfico 13 muestra la evolución de la importancia que las empresas dieron a los objetivos orientados a mejorar los procesos productivos. Estos objetivos incluyeron: 1) alcanzar una mayor flexibilidad de la producción, 2) aumentar la capacidad de producción, 3) reducir los costes laborales por unidad producida, 4) reducir el uso de materias primas y 5) bajar el consumo de energía.

Gráfico 13. Evolución del índice de importancia atribuida a los objetivos que persigue la mejora de los procesos productivos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Como se observa, a diferencia de lo observado en los productos, las empresas innovadoras dieron menos importancia a los objetivos que perseguían una mejora de los procesos productivos (los índices oscilan entre valores que van del 0,50 al

0,56). Aunque a lo largo del periodo esa importancia aumentó y disminuyó en las dos regiones, se observa que al final del periodo convergen.

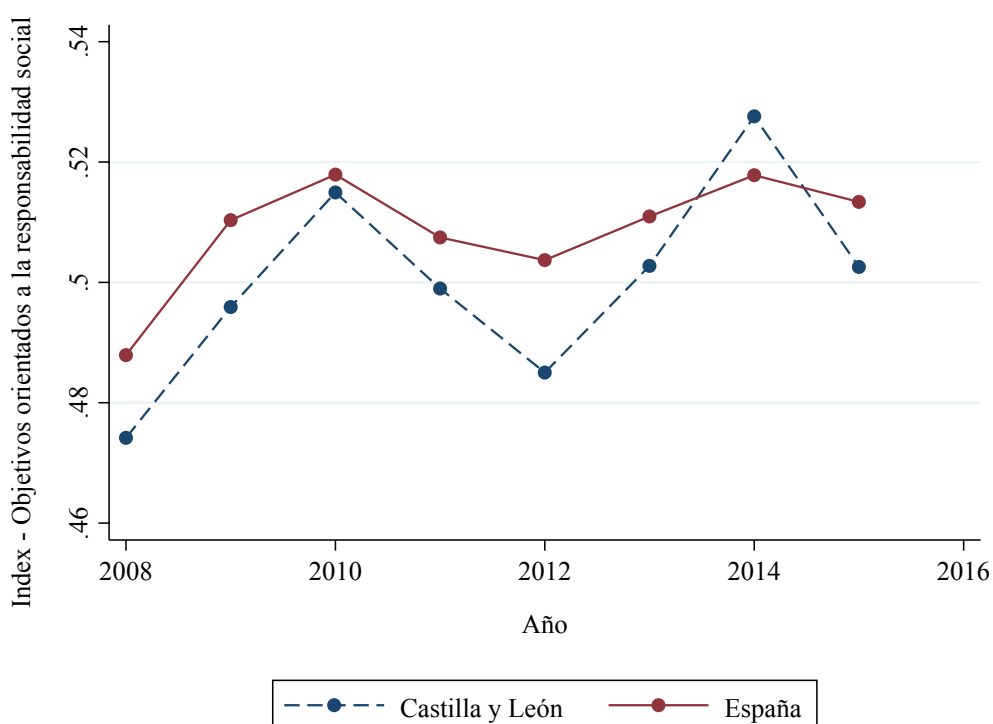
Por último, el proceso innovador también puede ser dirigido a alcanzar objetivos de responsabilidad social. PITEC pregunta a las empresas la importancia que para ellas tiene: 1) conseguir un menor impacto medioambiental, 2) mejorar la salud y seguridad de sus empleados y 3) cumplir los requisitos medioambientales, de salud o seguridad. Las empresas innovadoras dieron una menor puntuación a estos objetivos en comparación a las puntuaciones otorgadas a los objetivos de producto y proceso.

Las valoraciones de estos objetivos son muy similares en las dos regiones a lo largo del periodo (ver Gráfico 14). Sin embargo, es de resaltar que las empresas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León dieron valoraciones ligeramente más bajas que las obtenidas en el resto de regiones españolas.

A pesar del importante descenso en el número de empresas innovadoras en España, los indicadores tecnológicos de las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León, muestran una evolución positiva a lo largo del periodo de crisis económica. Las empresas que mantuvieron gastos en la Comunidad mantuvieron una intensidad en I+D y un esfuerzo innovador mayor que los obtenidos en empresas que ejecutaron sus gastos en el resto de España. Adicionalmente, el análisis ha permitido establecer cómo, a partir del año 2010, las empresas en Castilla y León cambiaron positivamente sus estrategias de adquisición de conocimiento pasando de la adquisición externa de tecnología (lo que restaba

competitividad) al desarrollo interno, incluso superando la media española. Sin embargo, también es importante señalar que al final de periodo de crisis las empresas en la Comunidad empezaron a destruir empleo en I+D.

Grafico 14. Evolución del índice de importancia atribuida a los objetivos que persiguen alcanzar la responsabilidad social en el periodo 2007-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

En cuanto al resultado del proceso innovador, las empresas de Castilla y León mantuvieron su apuesta por la innovación incremental consiguiendo ingresos superiores a la media española al comienzo y final de la crisis. La apuesta decidida por la innovación radical es todavía una tarea pendiente. Sin embargo, a partir del año 2012 se aprecia un cambio de tendencia que busca la convergencia con España.

En términos de objetivos de innovación se puede apreciar que, independientemente de la región, las empresas innovadoras dieron mayor importancia a emprender la innovación para mejorar productos frente a procesos. Sin embargo, se observó que a lo largo del ciclo económico la importancia de la mejora de los procesos productivos fue cambiando. Por último, parece una tarea pendiente en las dos regiones mejorar la percepción de las empresas respecto a emprender la actividad innovadora para perseguir objetivos vinculados a la búsqueda de la responsabilidad social corporativa.

5. DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBVENCIONES A LA I+D+i DESDE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL DEL ESTADO (ACE)

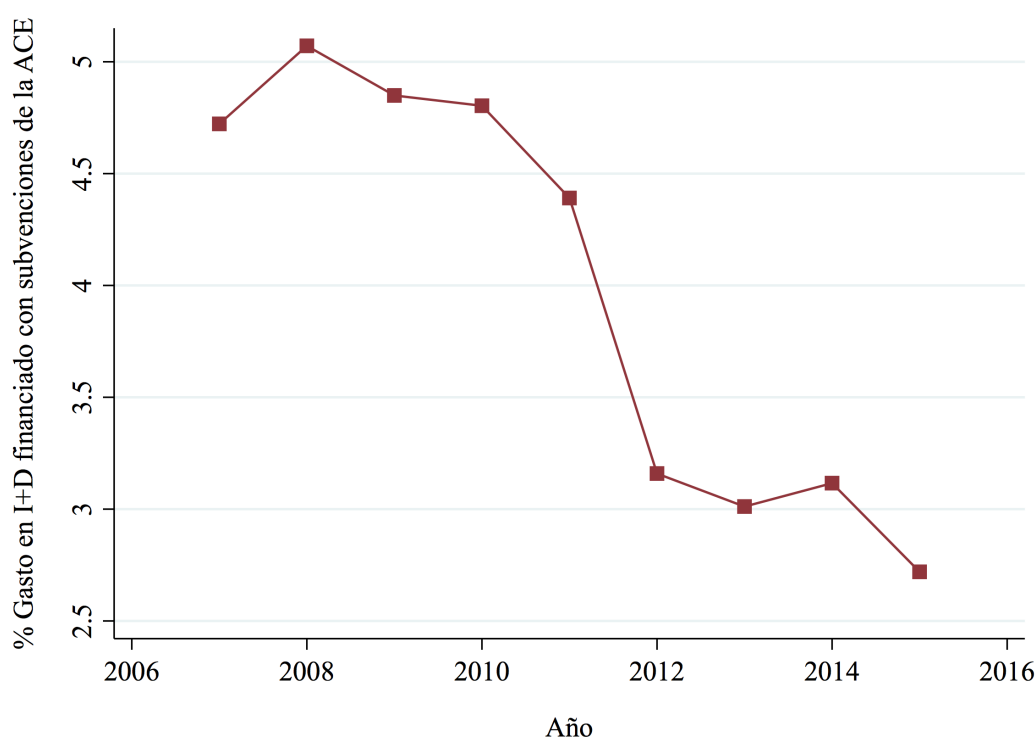
5.1 Perfil de empresas subvencionadas por la ACE

En este apartado se analizarán una serie de indicadores para comprobar el perfil y la situación de las empresas subvencionadas. La base de datos PITEC recoge información de la financiación pública que las empresas españolas reciben para financiar sus actividades de I+D+i. Un primer indicador recoge información del porcentaje del gasto interno en I+D financiado con fondos procedentes de las distintas Administraciones públicas (nacionales, regionales y europeas). Este indicador tiene la limitación de que sólo provee información de las empresas que ejecutaron gastos en I+D (innovadoras en sentido estricto) y, por lo tanto, no tiene en cuenta que las empresas podrían emplear la financiación pública para emprender otras actividades que no son I+D. PITEC también pregunta a las empresas si consiguieron o no subvenciones de las distintas Administraciones públicas. Este segundo indicador, permite conocer el número de empresas subvencionadas. Información sobre las empresas que solicitaron la ayuda y fueron rechazadas o información de los programas de apoyo desde los cuales proceden estas ayudas no viene recogida en la encuesta.

El Grafico 15 muestra la evolución del porcentaje del gasto en I+D interno financiado con fondos procedentes de la Administración Central del Estado (ACE). Se observó que, en general, las subvenciones de la ACE sirvieron a las empresas innovadoras para financiar no más del 5% de ese gasto. Al comienzo del periodo,

las empresas innovadoras de la muestra financiaron un 4,72% de los gastos internos en I+D con fondos públicos. Sin embargo, al final del periodo (2015) se llegó al 2,72% lo que revela una tendencia a la baja en el uso de la financiación pública durante todo el periodo de crisis económica.

Grafico 15. Evolución del porcentaje del gasto interno en I+D financiado con subvenciones de la Administración Central del Estado en España



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

La Tabla 5 detalla la evolución del porcentaje del gasto interno en I+D financiado con subvenciones de la ACE por Comunidades Autónomas durante el periodo 2007-2015. Teniendo en cuenta la media del periodo, se observó que las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Extremadura (8,19) fueron las que más financiaron ese gasto con fondos de la ACE, seguidas por empresas de

Andalucía (5,33), Asturias (5,42) y Galicia (5,41). Castilla y León (4,01) se situó en la séptima posición ligeramente por encima de la media española (3,98).

Tabla 5. Porcentaje del gasto en I+D interno financiado con fondos de la Administración Central del Estado

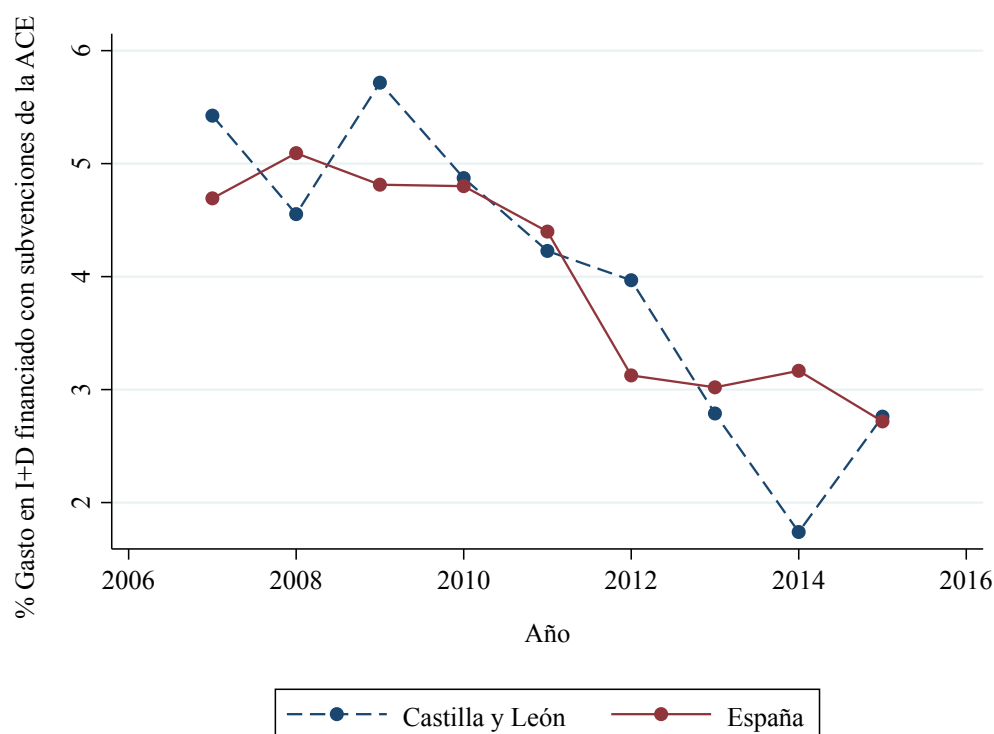
CCAA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media
Extremadura	8,93	10,37	4,78	6,88	5,19	7,96	11,51	9,02	9,03	8,19
Asturias	5,38	6,94	3,97	6,35	7,76	4,97	4,08	3,85	5,47	5,42
Galicia	1,88	3,16	3,82	2,89	4,52	4,58	9,10	11,57	7,15	5,41
Andalucía	4,33	4,75	4,60	5,18	4,73	4,66	7,27	6,65	5,81	5,33
Madrid	6,33	6,61	5,56	6,67	7,00	3,85	3,38	2,88	2,96	5,02
País Vasco	5,60	6,63	7,00	5,56	4,52	3,05	1,97	2,03	1,58	4,22
Castilla y León	5,42	4,55	5,72	4,87	4,23	3,97	2,79	1,74	2,76	4,01
España	4,72	5,07	4,85	4,80	4,39	3,15	3,01	3,11	2,71	3,98
Murcia	3,07	1,77	4,29	4,55	5,46	3,85	3,02	5,31	1,61	3,66
Aragón	6,50	6,19	6,09	4,54	2,68	1,39	1,89	1,37	1,83	3,61
Navarra	5,76	3,75	3,46	3,80	2,65	2,31	1,55	3,86	4,20	3,48
Comunidad Valenciana	3,37	4,69	2,97	3,42	3,67	2,86	2,18	2,51	2,53	3,13
Baleares	3,79	5,69	1,45	6,72	6,36	0,00	2,30	1,22	0,00	3,06
Castilla -La Mancha	1,52	4,37	4,25	5,14	3,54	3,61	1,29	2,40	0,52	2,96
Cataluña	4,27	4,16	4,30	4,03	3,00	2,04	1,73	1,36	1,52	2,93
Cantabria	5,73	5,70	4,64	2,14	1,20	0,79	0,26	4,06	1,45	2,89
Rioja	2,30	2,12	2,98	4,03	3,92	2,34	3,48	1,94	1,10	2,69
Canarias	3,26	2,15	2,50	4,51	3,10	0,51	2,67	1,52	1,50	2,41

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

El Grafico 16 muestra la evolución del gasto en I+D financiado con subvenciones de la ACE en Castilla y León y el resto de España. Desde el comienzo de la crisis las empresas han reducido el uso de esta financiación pública en las dos regiones. Al comienzo del periodo, las empresas que ejecutaron el gasto en Castilla y León recurrieron más a la financiación pública que las empresas en el resto de España. Sin embargo, al final del periodo se observa cómo las dos regiones convergen. Analizando las cifras por año, las empresas en Castilla y León

recurrieron más a la financiación pública en el año 2009 llegando a financiar en un 5,72% sus gastos en I+D con fondos de la ACE.

Grafico 16. Evolución del gasto interno en I+D financiado con subvenciones de la Administración Central del Estado en Castilla y León y España



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

La Tabla 6 muestra el número de empresas que recibieron subvenciones de la Administración del Estado por Comunidades Autónomas en el periodo. Como se observa, el 55,77% de las empresas innovadoras que recibieron subvenciones ejecutaron sus gastos en innovación en Cataluña (24,02%), Madrid (15,96%) y País Vasco (15,79%). Lo anterior revela la importante concentración de las ayudas en regiones consideradas centrales del sistema de innovación del país. Castilla y León ocupó la séptima posición en el reparto de subvenciones por número de empresas subvencionadas.

Tabla 6. Número de empresas innovadoras que recibieron subvenciones de la Administración Central del Estado en el periodo 2007-2015

CCAA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total	%
Andalucía	95	96	85	86	82	80	85	85	84	778	5,58
Aragón	84	85	86	74	75	59	47	51	50	611	4,39
Asturias	46	46	46	39	43	35	34	25	25	339	2,43
Baleares	7	7	4	5	5	3	3	3	1	38	0,27
Canarias	9	12	8	9	5	2	5	6	5	61	0,44
Cantabria	22	24	19	19	20	12	13	19	14	162	1,16
Castilla y León	85	67	72	70	74	69	52	52	47	588	4,22
Castilla-La Mancha	24	26	33	33	30	25	19	17	14	221	1,59
Cataluña	509	454	437	410	360	337	287	277	276	3.347	24,02
Comunidad Valenciana	184	182	168	164	160	136	131	147	151	1.423	10,21
Extremadura	19	18	16	12	10	14	13	11	7	120	0,86
Galicia	55	66	72	68	78	66	82	96	86	669	4,80
Madrid	328	306	287	269	264	216	192	190	172	2.224	15,96
Murcia	36	43	38	28	31	33	24	36	32	301	2,16
Navarra	91	91	82	90	76	68	63	52	54	667	4,79
País Vasco	314	306	304	269	238	205	177	192	195	2.200	15,79
Rioja	22	24	25	22	26	19	15	16	15	184	1,32
Total	1.930	1.853	1.782	1.667	1.577	1.379	1.242	1.275	1.228	13.933	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Teniendo en cuenta el tamaño de la empresa y todo el periodo de análisis, en Castilla y León un 80,10% de las empresas subvencionadas fueron PYMES. En el resto de España ese porcentaje fue del 74,65%. Como muestra la Tabla 7, dentro del conjunto de las PYMES, las empresas pequeñas (con menos de 50 empleados) fueron las que más recurrieron a este tipo de financiación en Castilla y León (39,97%) y las medianas empresas (36,19%) en el resto de España.

Tabla 7. Distribución de las subvenciones de la ACE por tamaño de empresas en el periodo 2007-2015

Tamaño (empleados)	Numero de empresas			
	Castilla y León		España	
	No.	%	No.	%
Micro (<10)	34	5,78	934	6,40
Pequeñas (10 - 49)	235	39,97	4.682	32,06
Medianas (50 - 249)	202	34,35	5.285	36,19
Grandes (> 250)	117	19,90	3.702	25,35
Total	588	100	14,603	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Teniendo en cuenta el sector de actividad no se apreciaron grandes diferencias en las dos regiones. En Castilla y León, empresas del sector industrial (47,61%) y empresas del sector servicios (44,88%) fueron las que más recurrieron a las subvenciones. En el resto de España más de la mitad de las empresas subvencionadas pertenecían al sector industrial (56,20%).

Tabla 8. Distribución de las subvenciones de la ACE por sector de actividad

Sector	Castilla y León		España	
	No.	%	No.	%
Agricultura	14	2,39	223	1,55
Industria	279	47,61	8.083	56,20
Construcción	30	5,12	427	2,97
Servicios	263	44,88	5.650	39,28
Total	586	100	14.383	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

La Tabla 9 recoge las diez actividades económicas (según clasificación CNAE-2009) con el mayor porcentaje de empresas subvencionadas del total en el resto de

España durante el periodo 2007-2015. Aparecen en primer lugar las empresas que ofrecieron servicios de actividades científico-técnicas como: actividades jurídicas y de contabilidad, actividades de consultoría y gestión empresarial, servicios técnicos de arquitectura e ingeniería o las actividades de publicidad y estudios de mercado, entre otros. A este grupo de empresas, les siguieron aquellas que prestaron servicios de I+D, de programación y consultoría y la industria química.

Tabla 9. Actividades económicas con mayor número de empresas subvencionadas en el resto de España en el periodo 2007-2015

Sectores CNAE - 2009		No. Empresas	Porcentaje sobre el total
1	Otras actividades científicas y técnicas	1.400	9,73
2	Servicios de I+D	1.292	8,98
3	Programación, consultoría y otras actividades	1.283	8,92
4	Química	1.030	7,16
5	Otra maquinaria y equipo	927	6,45
6	Alimentación, bebidas y tabaco	924	6,42
7	Productos informáticos, electrónicos y ópticos	751	5,22
8	Manufacturas metálicas	653	4,54
9	Vehículos de motor	484	3,37
10	Comercio	453	3,15
Total		14.383	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

En el caso de las empresas que ejecutaron sus gastos de innovación en Castilla y León, las subvenciones fueron, principalmente, al sector de alimentación, bebidas y tabaco (18,60%), al sector servicios de I+D (18,43%) y al de otras actividades científico técnicas (9,04%). Cabe señalar la importante concentración de las ayudas en las dos primeras actividades económicas.

Tabla 10. Actividades económicas con mayor número de empresas subvencionadas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León en el periodo 2007-2015

Sectores CNAE - 2009		No. Empresas	Porcentaje sobre el total
1	Alimentación, bebidas y tabaco	109	18,60
2	Servicios de I+D	108	18,43
3	Otras actividades científicas y técnicas	53	9,04
4	Otra maquinaria y equipo	49	8,36
5	Programación, consultoría y otras actividades	35	5,97
6	Construcción	30	5,12
7	Farmacia	28	4,78
8	Manufacturas metálicas	21	3,58
9	Comercio	18	3,07
10	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	14	2,39
Total		586	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

5.2 Barrera a la innovación de las empresas subvencionadas en Castilla y León y España

La actividad innovadora es actividad que entraña importantes riesgos para las empresas debido a la incertidumbre del proceso innovador. Es por ello que para incentivar la actividad innovadora se han puesto en marcha programas que estimulan la inversión empresarial en I+D. Para garantizar el éxito de estos programas, su diseño precisa de un conocimiento profundo de las barreras que dificultan la actividad innovadora empresarial. En este estudio se analizan estas barreras teniendo en cuenta el tipo y evolución que han tenido a lo largo del periodo de crisis económica. La base de datos PITEC agrupa estas barreras en cuatro grupos: 1) obstáculos relacionados al coste de la actividad innovadora, 2) obstáculos para la disponibilidad y el acceso al conocimiento, 3) obstáculos vinculados al mercado

de productos y 4) los motivos de las empresas para no innovar. En esta investigación el análisis de estas barreras se realizó, por un lado, fabricando un índice de la importancia de estos obstáculos y, por otro, conociendo la importancia otorgada por las empresas a estas barreras en momentos puntuales del periodo de crisis económica.

Como en el caso de los objetivos a la innovación, analizados anteriormente, PITEC pide a las empresas valorar el nivel de importancia que tienen para ellas cada una de las barreras a la innovación². Así, las empresas elijen entre un rango que va desde un nivel no pertinente (0 puntos) a uno muy elevado (4 puntos). La Tabla 11 muestra las valoraciones medias asignadas a estas barreras en las dos regiones y en tres años distintos: 2007, 2011 y 2015.

Para la estimación de los índices globales correspondientes a las categorías de obstáculos, en primer lugar, se obtuvo la valoración media de los obstáculos de cada categoría y, a continuación, esos valores medios fueron convertidos a una escala de 0 a 1. Un valor cercano a 1 muestra un elevado grado de importancia y un valor cercano a 0 ningún grado de importancia. Así, si la media de las puntuaciones asignadas a cada grupo de obstáculos (α) es: $\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$, el índice o Index se estimó de la siguiente manera:

$$\text{Index}_{\text{obstáculos}} = 1 - \frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}$$

² Originalmente la encuesta asigna un valor de 1 a lo muy importante y 4 a lo no relevante. Sin embargo, aquí se invirtió esa valoración para facilitar la presentación de los resultados.

Tabla 11. Grado de importancia de las barreras a la innovación en las empresas subvencionadas

Año	2007		2011		2015	
	CYL	España	CYL	España	CYL	España
Factores de coste						
Falta de fondos en la empresa o grupo de empresas	3,11*	2,89	3,24	3,86	3,17	2,93
Falta de financiación de fuentes exteriores a la empresa	3,01	2,88	3,32	3,12	3,09	2,96
La innovación tiene un coste demasiado elevado	3,22	2,98	2,97	2,93	3,04	2,85
Factores de conocimiento						
Falta de personal cualificado	2,51	2,45	2,31	2,3	2,21	2,28
Falta de información sobre la tecnología	2,41	2,27	2,16	2,19	2,25	2,19
Falta de información sobre los mercados	2,34	2,31	2,24	2,28	2,32	2,28
Dificultades para encontrar socios de cooperación para la innovación	2,61	2,33	2,41	2,35	2,53	2,35
Factores de mercado						
Mercado dominado por empresas establecidas	2,92	2,57	2,54	2,6	2,32	2,62
Incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios	2,93	2,65	2,73	2,83	2,72	2,75
Motivos para innovar						
No es necesario debido a las innovaciones anteriores	1,53	1,49	1,47	1,47	1,64	1,47
No es necesario porque no hay demanda de innovaciones	1,54	1,58	1,49	1,49	1,62	1,49

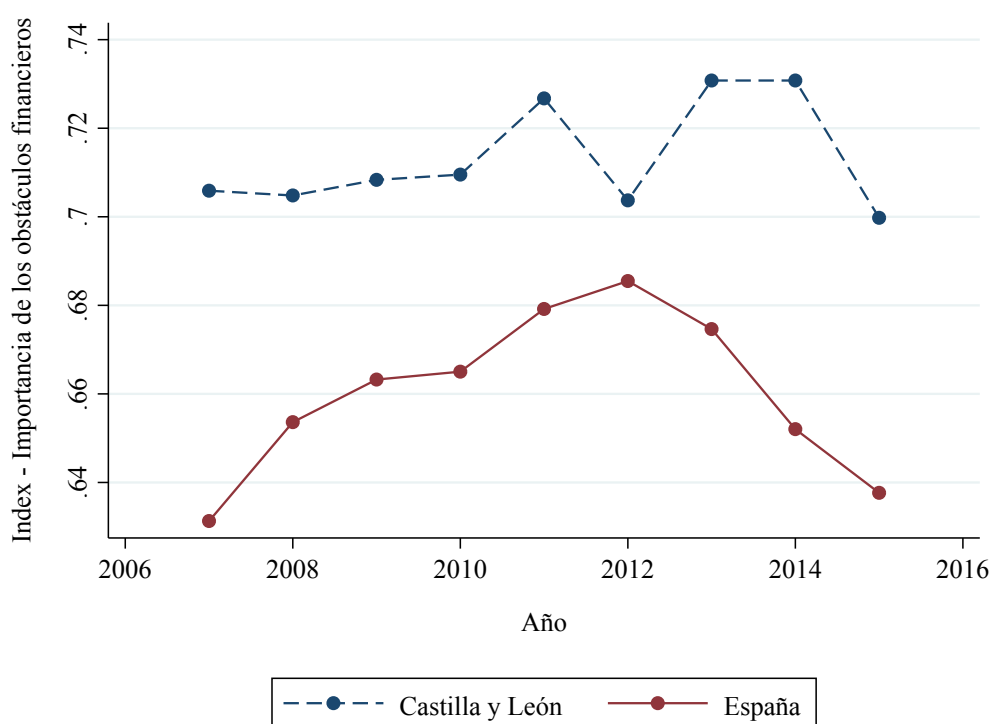
Nota: *Valores cercanos a 4 se consideran muy importantes

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Como se observa, las empresas innovadoras subvencionadas, con independencia de la región, dieron mayor importancia a las barreras financieras en comparación a otros obstáculos. Sin embargo, contrario a lo que podría esperarse, al final del periodo ese nivel de importancia se reduce ligeramente. En el conjunto

de empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León, la preocupación por los obstáculos financieros fue cambiando. Al comienzo del periodo (año 2007) a las empresas les preocupaba el elevado coste de la innovación (3,22), a mediados del periodo (año 2011) preocupó especialmente la falta de fondos externos a la empresa (3,32) y al final del periodo la falta de fondos propios (3,17). El Grafico 17 permite apreciar la evolución de la importancia otorgada al conjunto de obstáculos financieros en las dos regiones. Se observa que las empresas subvencionadas en Castilla y León dieron mayor importancia a la falta de financiación y al elevado coste de la actividad innovadora que las empresas en el resto de España.

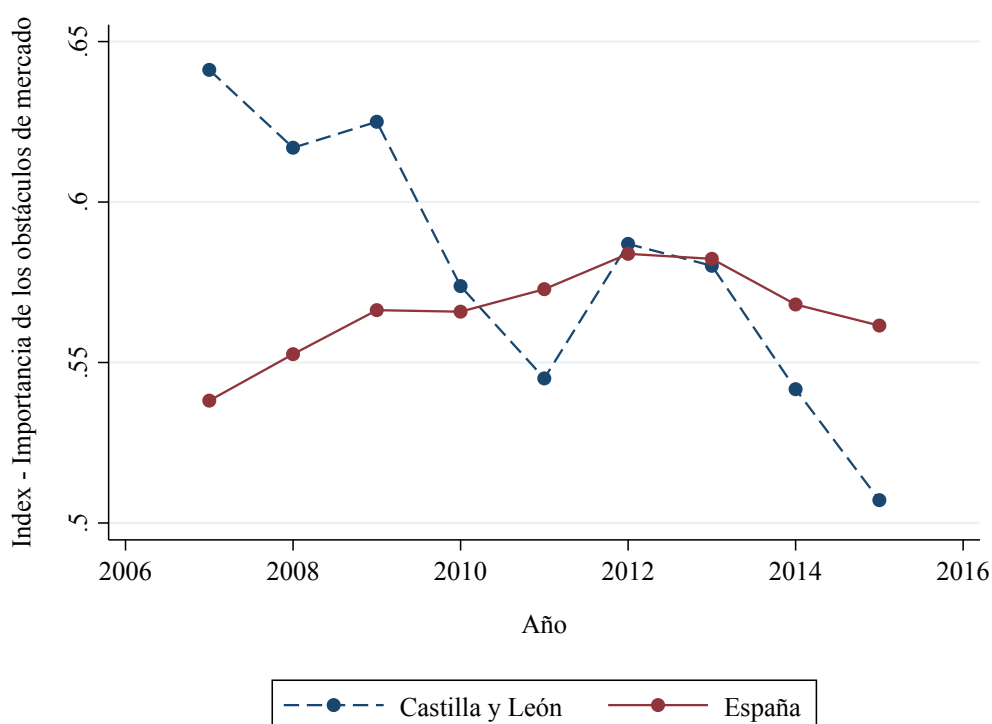
Grafico 17. Evolución de la importancia de los obstáculos financieros para las empresas subvencionadas



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

A las barreras financieras les siguieron los obstáculos relacionados con el mercado. Con independencia de la región, a las empresas subvencionadas les preocupó especialmente la incertidumbre en la demanda de bienes y servicios. Como muestra el Gráfico 18, a comienzos del periodo de crisis económica esa preocupación fue mayor en las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León, sin embargo, al final del periodo su valoración se situó por debajo de la reportada por las empresas en el resto de regiones.

Gráfico 18. Evolución de la importancia de los obstáculos relacionados al mercado para las empresas subvencionadas de Castilla y León y España



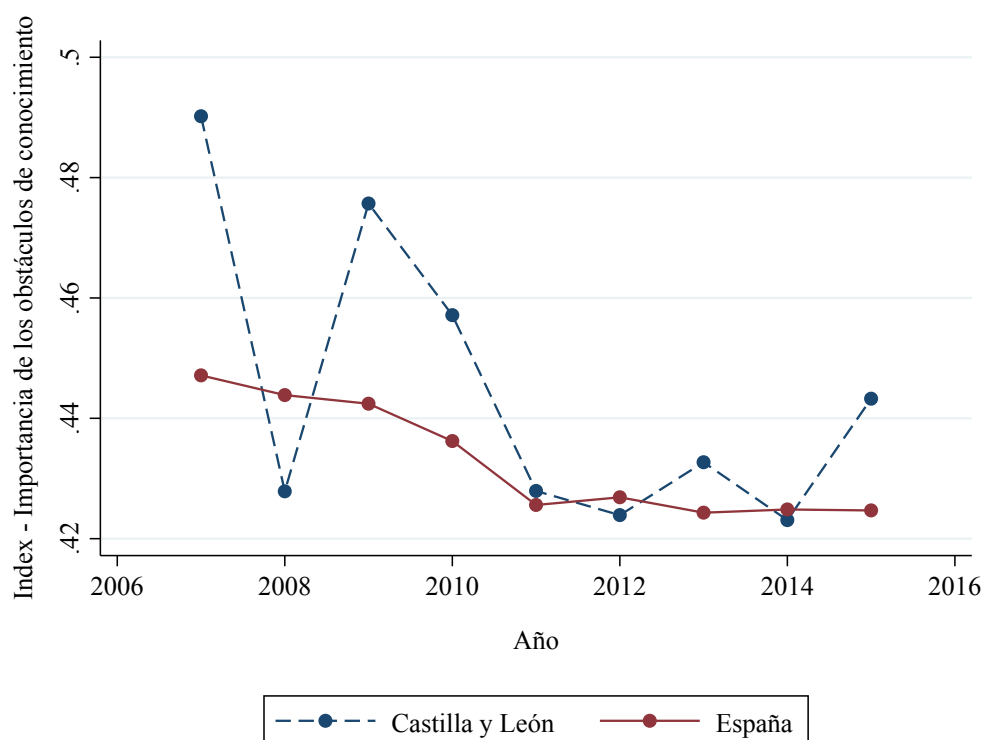
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

Las empresas también proporcionaron información sobre las barreras de acceso al conocimiento. En la encuesta se pidió a las empresas que valoraran la importancia que tenía: 1) la falta de personal cualificado, 2) la falta de información sobre la

tecnología, 3) la falta de información sobre los mercados o 4) las dificultades para encontrar socios a la innovación. Como muestra la Tabla 11, con independencia de la región y el periodo de análisis, para las empresas subvencionadas el obstáculo más importante fue la dificultad para encontrar socios con los cuales cooperar para el desarrollo de la actividad innovadora.

El Grafico 19 muestra la evolución del índice conjunto de la importancia de estos factores de conocimiento. En términos generales, las empresas subvencionadas que ejecutaron sus gastos de innovación en Castilla y León dieron más importancia a estos factores, no obstante, es de resaltar que al final del periodo comienza a aumentar la preocupación por este factor.

Grafico 19. Evolución de la importancia de los obstáculos relacionados al conocimiento para las empresas subvencionadas de Castilla y León y España



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PITEC

5.3 Objetivos a la innovación de las empresas subvencionadas en Castilla y León y España

En el análisis de la distribución de las subvenciones también resulta de interés conocer cuáles son los objetivos a la innovación que persiguen las empresas que acuden a la financiación pública. La Tabla 12 muestra la importancia o valoración media que las empresas dieron a estos objetivos. PITEC pide a las empresas que asignen a cada objetivo un grado de importancia que puede ir de lo no relevante (que toma el valor de 1) a lo muy importante o elevado (que toma el valor de 4). Como resultado, valores próximos a 4 se consideran como de elevada importancia. Los objetivos se agrupan en categorías que comprenden: 1) objetivos orientados a los productos, 2) objetivos orientados a los procesos productivos y 3) otros objetivos, estos últimos relacionados a objetivos de responsabilidad social. La Tabla 12 también muestra las valoraciones que las empresas dieron a esos objetivos en tres momentos específicos del periodo de análisis, de manera que se pueda establecer si hay un cambio de tendencia entre el comienzo y final del periodo. Considerando las valoraciones más altas se observó que las empresas subvencionadas, independientemente de la región, dieron una importancia elevada a buscar la mejora de la calidad de los bienes y los servicios. Una tendencia que se mantuvo a lo largo del periodo. Esto quiere decir que las empresas que acudieron a la financiación pública tenían un elevado compromiso con la calidad. En el caso de los procesos se observó la misma tendencia. Empresas subvencionadas, independientemente de la región en la que ejecutaron sus gastos en innovación, buscaron aumentar la capacidad de producción o la prestación de sus servicios.

Tabla 12. Grado de importancia de los objetivos a la innovación de las empresas subvencionadas

Año	2008		2011		2015	
	CYL	España	CYL	España	CYL	España
Objetivos orientados a los productos						
Gama más amplia de bienes y servicios	3,3	3,2	3,08	3,35	3,38	3,4
Sustitución de productos o procesos anticuados	2,52	2,66	2,64	2,88	2,81	2,97
Penetración de nuevos mercados	2,87	3,02	2,89	3,21	3,15	3,24
Mayor cuota de mercado	2,89	3,01	2,86	3,19	3,23	3,27
Mayor calidad de los bienes o servicios	3,4	3,29	3,24	3,41	3,68	3,41
Objetivos orientados a los procesos						
Mayor flexibilidad en la producción o la presentación de servicios	2,81	2,81	2,78	2,93	2,74	2,92
Mayor capacidad de producción o prestación de servicios	2,87	2,86	2,86	2,94	2,7	2,94
Menores costes laborales por unidad producida	2,6	2,55	2,52	2,71	2,34	2,68
Menores materiales por unidad producida	2,37	2,28	2,36	2,37	2,4	2,4
Menos energía por unidad producida	2,41	2,29	2,37	2,44	2,43	2,44
Otros objetivos						
Menos impacto medioambiental	2,74	2,57	2,58	2,74	2,8	2,71
Mejora en la salud y la seguridad	2,72	2,57	2,42	2,62	2,68	2,58
Cumplimiento de los requisitos normativos medioambientales, de salud o seguridad	2,7	2,62	2,55	2,7	2,7	2,71

Por último, cuando se analizó el apartado de otros objetivos, los datos revelaron que las empresas subvencionadas, independientemente de la región o el ciclo

económico, dieron mayor importancia a emprender actividades innovadoras dirigidas a reducir el impacto medioambiental.

Al parecer, durante el periodo de crisis económica las empresas no han dado un vuelco importante a los objetivos que persigue su estrategia de innovación. Objetivos como la mejora de la calidad y el aumento de la capacidad de producción continúan estando en el punto de mira de las empresas innovadoras, las cuales acuden a la financiación pública como apoyo en la búsqueda de estos objetivos.

Este primer análisis descriptivo del conjunto de empresas subvencionadas, analizado con la base de datos PITEC, revela una serie de datos interesantes. El primero es el importante descenso que ha tenido la financiación pública nacional de la I+D durante el periodo de crisis económica. Un descenso que ha acompañado la caída del número de empresas innovadoras. Un segundo resultado tiene que ver con el número de empresas subvencionadas por la ACE. Cataluña, Madrid y el País Vasco concentraron el 55,77% de las empresas subvencionadas en la muestra durante todo el periodo de crisis económica. Esto nos indica que la distribución preferente a estas Comunidades se ha afianzado con los años, llegando a triplicar estas regiones el número de empresas subvencionadas frente al resto de regiones. Castilla y León, por ejemplo, alcanzó la séptima posición en el número de empresas subvencionadas. Un tercer grupo de datos, nos revela que la financiación pública nacional benefició principalmente a las PYMES y que la industria seguida del sector servicios fueron los sectores más subvencionados. Castilla y León mostró una distribución más equilibrada entre industria y servicios que la observada en el resto de España donde se favoreció más a la industria. Por ramas de actividad,

Castilla y León mostró una concentración de empresas subvencionadas en el sector de la alimentación, bebidas y tabaco y en los servicios de I+D. Finalmente, las empresas que accedieron a las subvenciones fueron empresas muy preocupadas por las barreras financieras a la actividad innovadora, como también más interesadas en la innovación en productos que en procesos. Tendencias, ambas, observadas en las dos regiones.

5.4 Factores determinantes del acceso a las subvenciones a la I+D+i de la Administración Central del Estado

Un paso previo para la estimación del efecto causal de las subvenciones a la I+D+i es la identificación de los factores que determinan su obtención por parte de las empresas. Aunque en el apartado anterior se emplearon estadísticos descriptivos para conocer el perfil de empresas subvencionadas, es necesario realizar un análisis confirmatorio para establecer qué factores aumentan o reducen significativamente el acceso a las ayudas. En esta investigación se utilizó un número de variables representativas de estos factores para alcanzar dos objetivos. El primero, conocer los factores determinantes y, el segundo, controlar el proceso de distribución durante la estimación de los efectos causales de la financiación pública. La literatura reconoce que estos factores están relacionados con las características estructurales de la empresa, su estrategia internacional, el sector de actividad y la experiencia previa en I+D (ver Herrera, 2008; Herrera y Sánchez-González, 2013; Antonelli y Crespi, 2013; Henningsen et al., 2015; Wang et al., 2017).

En este apartado se va a tratar el primero de estos objetivos. Para alcanzarlo se ha realizado un análisis de datos de panel (o longitudinal) para establecer el perfil

de empresas subvencionadas por la Administración Central del Estado en el periodo 2007-2015. Los análisis se realizaron empleando un modelo probit (modelo con variable dependiente binaria) en tres submuestras de empresas. En la primera muestra, llamada general, la variable dependiente tomó el valor de 1 si la empresa recibió subvenciones a la I+D, independientemente de la región. En la segunda submuestra, la variable dependiente tomó el valor de 1 si la empresa ejecutó sus gastos en innovación en Castilla y León y recibió subvenciones a la I+D+i. En la tercera submuestra, la variable dependiente tomó el valor de 1 si la empresa recibió subvenciones y ejecutó sus gastos en innovación en el resto de España.

El modelo probit de efectos aleatorios se estimó por máxima verosimilitud de acuerdo a:

$$\Pr(Y_{it} \neq 0 \mid X_{it}) = \Phi(X_{it}\beta + \sigma_i) \quad (9)$$

Donde i representa la empresa, t el tiempo, Y_i la variable dependiente binaria representativa de la obtención de subvenciones, X_i el vector de factores determinantes, Φ es la función de distribución cumulativa normal y σ los efectos aleatorios (Wooldridge, 2013).

A diferencia de otros estudios, en este se analizó el efecto de los obstáculos a la innovación y la obtención de ayudas en el pasado. Así, el Modelo 1 (o modelo de referencia) incluyó en el vector de covariables X_i : el tamaño de la empresa (logaritmo del número de empleados), la edad de la empresa (la raíz cuadrada de la edad), si la empresa pertenecía a un sector manufacturero de media-alta tecnología

o al sector servicios de alta tecnología (de acuerdo a la clasificación europea de sectores tecnológicos), la intensidad en I+D del año anterior [(gasto en I+D/ventas) x 100] y, por último, indicadores correspondientes a los años.

El Modelo 2 incluyó en el vector de covariables X_i , descrito anteriormente, los índices de la importancia que las empresas dieron a las barreras a la innovación (presentados en apartados anteriores). De esta manera, se analizó el impacto de las barreras financieras, las barreras de conocimiento o las barreras de mercado. El objetivo fue establecer si las subvenciones fueron dirigidas a empresas con dificultades para emprender la actividad innovadora. Por último, el Modelo 3 incluyó la obtención de ayudas en el pasado. Al respecto, distintos autores han llamado la atención sobre el hecho de que las Administraciones públicas apoyen frecuentemente a empresas que han ido adquiriendo experiencia en convocatorias de públicas cerrando con ello el acceso a empresas que solicitan la ayuda por primera vez (Wang et al., 2017).

La Tabla 13 muestra los resultados del análisis empírico en las tres submuestras de empresas y los tres modelos. A primera vista se observa que los resultados son robustos a la inclusión de nuevas variables, es decir, las variables elegidas que influyeron en el acceso a las ayudas continuaron siendo significativas en todos los modelos de análisis. Los resultados obtenidos en la muestra general y en la del Resto de España arrojaron un perfil de empresas subvencionadas prácticamente idéntico. Como refleja el Modelo 3, en España, en general, entre mayor es el tamaño de la empresa mayor es su propensión a obtener ayudas nacionales a la I+D+i. Esta propensión también aumenta si la empresa es exportadora, es una empresa privada

nacional sin participación de capital extranjero, pertenece al sector servicios intensivos en conocimiento y tiene experiencia previa en I+D. En cuanto a la edad, se observó que reduciría significativamente la propensión a obtener subvenciones, sin embargo, gracias a que esta variable fue transformada para ajustarla a una distribución normal (transformación de la raíz cuadrada) se puede interpretar que la edad podría mostrar una relación no lineal. Por lo anterior, deberán realizarse más análisis para determinar a partir de qué edad la empresa tiene una menor/mayor propensión a ser subvencionada. Estos resultados coinciden con los obtenidos en otros estudios para el caso español que concluyeron que la Administración Central apoya a empresas que podrían garantizar el éxito de los proyectos subvencionados (Herrera, 2008; Herrera y Sánchez-González, 2013; Afcha y León-López, 2014; Busom, et al., 2017).

En el caso del resto de España, los resultados también mostraron que las empresas subvencionadas fueron empresas que dieron una importancia elevada a las barreras financieras y a las barreras de mercado. Por el contrario, las barreras de conocimiento no tuvieron una influencia significativa lo que indica que empresas con estos obstáculos podrían recurrir a otros mecanismos de apoyo. También se observó cómo el hecho de haber recibido ayudas en el pasado aumentaría significativamente la propensión a obtener ayudas en el futuro.

Tabla 13. Factores Determinantes del Acceso a las Subvenciones de la ACE

	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3		
	General	CYL	España	General	CYL	España	General	CYL	España
Tamaño	0,281*** [0,014]	0,047 [0,079]	0,281*** [0,014]	0,290*** [0,014]	0,149** [0,073]	0,290*** [0,014]	0,158*** [0,008]	0,061 [0,074]	0,173*** [0,009]
Edad	-0,051*** [0,013]	-0,275*** [0,089]	-0,045*** [0,013]	-0,050*** [0,013]	-0,329*** [0,084]	-0,044*** [0,013]	-0,024*** [0,007]	-0,205*** [0,074]	-0,023*** [0,008]
Exportaciones	0,405*** [0,035]	-0,001 [0,231]	0,408*** [0,036]	0,397*** [0,035]	0,164 [0,214]	0,400*** [0,036]	0,263*** [0,024]	0,019 [0,210]	0,289*** [0,027]
Empresa nacional	0,101** [0,039]	-0,067 [0,298]	0,094** [0,040]	0,086** [0,039]	0,192 [0,269]	0,079** [0,040]	0,098*** [0,025]	1,131 [0,258]	0,085*** [0,029]
Manufacturas de media-alta tecnología	0,027 [0,537]	-0,402 [0,280]	0,052 [0,046]	0,018 [0,044]	-0,444* [0,253]	0,042 [0,045]	-0,004 [0,024]	-0,384 [0,250]	0,015 [0,028]
Servicios de alta tecnología	0,401*** [0,076]	0,698* [0,406]	0,356*** [0,078]	0,403*** [0,076]	5,243*** [0,460]	0,358*** [0,077]	0,127*** [0,046]	0,649* [0,366]	0,122** [0,053]
Intensidad en I+D (<i>t-I</i>)	0,042*** [0,001]	0,024** [0,010]	0,041*** [0,002]	0,041*** [0,001]	0,041*** [0,010]	0,040*** [0,002]	0,023*** [0,001]	0,033*** [0,009]	0,024*** [0,001]
Barreras financieras				0,142*** [0,051]	0,142 [0,365]	0,120** [0,052]	0,157*** [0,038]	0,152 [0,361]	0,134*** [0,042]
Barreras de conocimiento				0,117** [0,063]	0,113 [0,464]	0,116* [0,064]	0,078* [0,048]	0,070 [0,457]	0,084 [0,053]
Barreras de mercado				0,225*** [0,049]	-0,097 [0,364]	0,234*** [0,050]	0,163*** [0,037]	-0,147 [0,362]	0,178*** [0,041]
Subvenciones nacionales (<i>t-I</i>)							1,540*** [0,024]	1,194*** [0,179]	1,371*** [0,023]
Año 2008	-0,056 [0,038]	0,119 [0,374]	-0,042 [0,039]	-0,060 [0,038]	-0,037 [0,346]	-0,046 [0,039]	-0,017 [0,034]	0,062 [0,341]	0,004 [0,037]
Año 2009	-0,004 [0,038]	0,064 [0,381]	0,005 [0,038]	-0,012 [0,038]	-0,026 [0,349]	-0,003 [0,038]	-0,008 [0,035]	0,016 [0,343]	0,005 [0,036]
Año 2010	-0,039 [0,038]	0,153 [0,368]	-0,033 [0,039]	-0,049 [0,038]	0,046 [0,340]	-0,042 [0,039]	-0,050 [0,035]	0,076 [0,336]	-0,041 [0,037]
Año 2011	-0,012 [0,038]	0,256 [0,377]	-0,015 [0,039]	-0,022 [0,038]	0,160 [0,345]	-0,025 [0,039]	-0,020 [0,036]	0,115 [0,346]	-0,023 [0,037]
Año 2012	-0,139*** [0,039]	0,208 [0,374]	-0,152*** [0,039]	-0,150*** [0,039]	0,154 [0,343]	-0,162*** [0,039]	-0,150*** [0,036]	0,039 [0,348]	-0,165*** [0,038]
Año 2013	-0,201*** [0,039]	0,047 [0,409]	-0,201*** [0,040]	-0,209*** [0,039]	-0,017 [0,374]	-0,208*** [0,040]	-0,133*** [0,037]	-0,168 [0,381]	-0,144*** [0,039]
Año 2014	-0,042 [0,039]	0,088 [0,390]	-0,044 [0,040]	-0,046 [0,039]	0,064 [0,355]	-0,047 [0,040]	0,038 [0,037]	0,149 [0,359]	0,028 [0,039]
Constante	-2,577*** [0,100]	-16,573*** [0,782]	-2,691*** [0,103]	-2,845*** [0,106]	-14,332*** [0,746]	-2,948*** [0,109]	-2,318*** [0,069]	-12,153*** [0,710]	-2,480*** [0,079]
Log likelihood	-18119,254	-737,784	-17722,945	-18086,486	-769,756	-17692,51	-16230,474	-762,389	-16105,092
Wald chi2	1303,36***	41,25***	1202,45***	1377,55***	413,02***	1269,78***	7802,14***	112,84***	6098,02***
Número de observaciones	39.740	26.334	39.740	39.740	26.334	39.740	39.740	26.334	39.740

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%. Errores estándar en paréntesis []

El perfil de empresas subvencionadas que ejecutaron sus gastos de innovación en Castilla y León, obtenido a partir de los datos disponibles, es menos detallado. Las empresas en esta región aumentarían su propensión si desempeñan actividades económicas en el sector servicios de alta tecnología, tienen experiencia previa en I+D y han obtenido subvenciones en el pasado. Por otro lado, también se comprobó que entre mayor es la edad de la empresa menor sería la propensión a recibir subvenciones. La Tabla 14 resume los resultados de este análisis.

Tabla 14. Factores que aumentan o reducen la propensión de las empresas a obtener subvenciones a la I+D+i desde la ACE

Castilla y León	Resto de España
↑↑ Pertenencia al sector servicios intensivos en conocimiento	↑↑ Tamaño de la empresa
↑↑ Experiencia previa en I+D	↑↑ Pertenencia al sector servicios intensivos en conocimiento
↑↑ Haber obtenido subvenciones en el pasado	↑↑ Experiencia previa en I+D
↓↓ Edad	↑↑ Importancia de los obstáculos financieros
	↑↑ Importancia de los obstáculos de mercado
	↑↑ Haber obtenido subvenciones en el pasado
	↓↓ Edad

Aunque este estudio se ha realizado en empresas innovadoras, como se observa en las Tablas 13 y 14, la distribución de las subvenciones nacionales a la I+D+i premia, de algún modo, la participación de empresas que tienen experiencia previa en I+D. Empresas que deseen iniciarse en estas actividades podrían tener una mayor dificultad a la hora de acceder a estas ayudas. De acuerdo con Herrera (2008), en la literatura se han dado al menos cuatro argumentos para explicar estos resultados. El primero está relacionado con los requerimientos implícitos en muchos programas

de apoyo. Un importante número de ayudas esta dirigido a la realización de proyectos de I+D, lo que impediría el apoyo a otro tipo de actividades innovadoras. El segundo hace referencia a la habilidad de las empresas innovadoras para superar los procesos de acceso a las subvenciones. Empresas que planifican sus actividades de I+D y las detallan en un plan tendrían una mayor facilidad para la preparación de las solicitudes de ayuda y, como resultado, obtendrían fácilmente la financiación pública. Un tercer argumento señala que la discriminación positiva hacia empresas más innovadoras se debe a que las empresas que no realizan esta actividad solicitan menos frecuentemente las subvenciones. Por ultimo, se ha señalado que las agencias públicas priman la selección de empresas innovadoras porque tendrían una mayor probabilidad de éxito en el corto plazo. Derivar cuál de estas razones puede explicar mejor el acceso de las empresas a la financiación pública exige la recolección de datos primarios, también como información de los programas de apoyo y las convocatorias en las que participan las empresas.

6. EFECTOS DE LAS SUBVENCIONES DE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL DEL ESTADO A LA I+D+i EN LA ACTIVIDAD INNOVADORA EMPRESARIAL

La estimación del efecto causal de las subvenciones a la I+D+i de las empresas se realizó utilizando un método de emparejamiento no paramétrico conocido como Propensity Score Matching (PSM). Como se explicó, este método es ampliamente utilizado en la evaluación de políticas públicas y, en la última década, ha sido uno de los métodos de preferencia para la estimación de los efectos causales de las subvenciones a la I+D+i. Este método permite controlar los factores que influyen en la distribución de las ayudas y cuantificar el efecto causal comparando empresas subvencionadas con empresas que no recibieron subvención, pero tenía igual propensión a hacerlo (grupo de control). En esta investigación se utilizó el PSM para analizar el efecto de las subvenciones nacionales a la I+D en empresas que ejecutaron su gasto en innovación en Castilla y León y en el resto de España. De esta manera, el estudio pretende determinar la influencia de la región en el aprovechamiento de la financiación pública nacional, como también conocer si estas ayudas contribuyeron a mejorar la capacidad innovadora en Castilla y León. Por lo anterior, si el estudio muestra que la magnitud de estos efectos fue mayor en la submuestra de empresas con gastos en innovación en Castilla y León es posible concluir que las empresas hicieron un uso adecuado de la financiación pública y existe un componente región que mejoró la capacidad de gestión y absorción de los fondos públicos.

En esta investigación, el efecto de las subvenciones se estimó en distintos indicadores tecnológicos que incluyeron: los gastos internos y externos en I+D, la distribución que hicieron las empresas del gasto interno en I+D en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico, la intensidad en I+D, la intensidad innovadora y el personal en I+D. Todas estas variables son representativas de los recursos que las empresas dedican a la innovación, por lo que en la terminología del campo se analizaron efectos de adicionalidad en los inputs.

Estos efectos de adicionalidad se estimaron anualmente durante el periodo 2007-2015 para conocer la evolución del efecto en las dos regiones. La cifra correspondiente al efecto se estimó comparando los valores de la variable de interés (o indicador de la actividad innovadora) entre el grupo de empresas subvencionadas y las no subvencionadas en un grupo de control, obteniendo así lo que se conoce en la metodología como efecto del tratamiento sobre los tratados – **ATT**. Para la construcción del grupo de control se eligieron empresas que no recibieron subvenciones, pero tenían igual propensión a hacerlo. En la estimación de esta propensión se emplearon las siguientes variables: el logaritmo del tamaño de la empresa, la edad en años de la empresa, una variable dicotómica que tomó el valor de 1 si la empresa realizó exportaciones y dos variables dicotómicas para indicar la pertenencia de la empresa a un sector manufacturero de media-alta tecnología o al sector servicios de alta tecnología. Una vez que se estimó la propensión de cada empresa a obtener subvenciones a la I+D, cada empresa subvencionada se emparejó con una empresa del grupo de control que tenía la propensión más próxima. Este método de emparejamiento se conoce como el del vecino más cercano o *Nearest Neighbour Matching*. El Anexo I muestra estas propensiones antes y después del

emparejamiento en cada uno de los años bajo análisis. Como puede observarse, después del emparejamiento las propensiones son prácticamente idénticas. Una vez constituido el grupo de control se analizaron estadísticamente las diferencias entre los dos grupos de empresas y se consideró que las subvenciones tuvieron un impacto positivo si la diferencia entre los dos grupos de empresas fue significativamente mayor a cero. En las Tablas, bajos las siglas ATT, se muestra el efecto causal de las subvenciones.

Las Tablas 15 y 16 muestran la estimación del efecto de las subvenciones de la ACE en la distribución que hicieron las empresas de sus gastos en I+D entre gastos internos y gastos externos. Estas variables de algún modo reflejan la orientación de las empresas por el desarrollo interno de tecnología frente a la adquisición externa. PITEC no provee la cantidad del gasto en I+D de cada empresa y, como resultado, cuantifica estos gastos en I+D como un porcentaje del gasto en innovación. Así, por ejemplo, al ver la Tabla 15, en el año 2009 las empresas en Castilla y León, gracias al efecto de las subvenciones, aumentaron significativamente sus gastos internos en I+D en un 25,34% frente a las empresas que no recibieron subvenciones (o grupo de control).

La Tabla 15 también revela que, en general, las subvenciones de la ACE tuvieron un efecto positivo y significativo en las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en las dos regiones y no se produjo un efecto de sustitución. Es de resaltar que en Castilla y León estos efectos comenzaron a ser significativos en el periodo 2009-2014 y que su magnitud fue mayor a la obtenida en el resto de España. Podría interpretarse que las empresas subvencionadas en Castilla y León sacaron

un mayor rendimiento, en cuanto a gastos en I+D interno se refiere, que las empresas en otras regiones españolas. La columna final a la derecha de la Tabla indica en qué años la magnitud del efecto fue mayor en Castilla y León.

Tabla 15. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en el gasto interno en I+D en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España			
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N	
Gasto interno en I+D	2007	7,802	6,072	5 290	12,320***	1 429	6.610	
	2008	4,042	6,672	7.995	11,721***	1,532	6.327	
	2009	25,336***	6,320	4.790	17,418***	1,621	6.095	↑
	2010	31,307***	7,789	4.366	21,052***	1,606	5.581	↑
	2011	19,996***	6,955	4.033	19,597***	1,811	5.106	↑
	2012	16,642**	7,169	3.873	13,033***	2,031	4.743	↑
	2013	14,140**	7,226	3.605	11,844***	1,952	4.371	↑
	2014	32,221***	13,707	3.288	16,560***	2,093	4.046	↑
	2015	7,515	6,687	3.143	11,839***	2,031	3.795	

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

Al analizar el efecto de las subvenciones en el gasto externo en I+D se observó una tendencia distinta.

Tabla 16. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en el gasto externo en I+D en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España			
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N	
Gasto externo en I+D	2007	7,576***	2,447	5.290	1,041	0,948	6.610	↑
	2008	4,782	4,156	4.995	2,672***	0,882	6.327	
	2009	-3,852	4,119	4.790	0,771	0,860	6.095	
	2010	1,601	4,441	4.366	-0,367	1,013	5.581	
	2011	-0,445	4,044	4.033	-2,022	1,169	5.106	
	2012	1,788	2,929	3.873	0,996	1,270	4.743	
	2013	1,704	3,160	3.605	1,364	1,233	4.371	
	2014	-5,184	7,463	3.288	0,032	1,139	4.046	
	2015	0,255	2,216	3.143	1,423	1,168	3.795	

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

El efecto de las subvenciones de la ACE fue positivo y significativo sólo al comienzo del periodo, es decir, en 2007 en Castilla y León (7,576%) y en 2008 en el resto de España (2,672%). En general, la política de subvenciones sólo estimuló la generación interna de tecnología frente a la adquisición externa. Un resultado positivo si tenemos en cuenta que el desarrollo interno mejoraría la posición competitiva de las empresas, ya que las tecnologías desarrolladas externamente son también accesibles a otras empresas.

En esta investigación también se analizó el efecto de las subvenciones en la distribución que hicieron las empresas de sus gastos en I+D en: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Estas actividades proveen a las empresas de conocimiento con distinto valor estratégico. Las actividades de investigación básica e investigación aplicada son actividades dirigidas a extender la frontera de conocimiento de las empresas, mientras que las actividades de desarrollo tecnológico van dirigidas a profundizar o aprovechar el conocimiento tecnológico que las empresas ya poseen. En su conjunto, estas actividades son desarrolladas en las primeras etapas del proceso innovador cuando las empresas enfrentan un importante riesgo de inversión y toman decisiones sobre qué hacer con la frontera de conocimiento tecnológico. Sin embargo, la visión más moderna del proceso innovador señala que estas actividades no siguen una secuencia lineal ya que la aparición de una tecnología puede estimular la creación de nuevo conocimiento y viceversa. Es ampliamente aceptado que las actividades de investigación básica permiten a las empresas producir conocimiento sin un objetivo de mercado específico, mientras que las de investigación aplicada si lo persigue. Por el contrario, las actividades de desarrollo tecnológico estarían vinculadas a la

transformación del conocimiento obtenido en las actividades de investigación en bienes y servicios dirigidos al mercado. PITEC mide estas variables como porcentajes del gasto interno en I+D.

Por lo anterior, el estudio del efecto que tienen las subvenciones de la ACE en las actividades de I+D nos va a permitir conocer si estas ayudas están contribuyendo a que las empresas expandan sus fronteras de conocimiento o, por el contrario, profundicen en el conocimiento que ya poseen. Empresas que expanden sus fronteras de conocimiento (aumentando sus gastos en investigación básica y aplicada) serán empresas que conseguirán en un futuro desarrollar innovaciones con un alto valor añadido para el mercado.

La Tabla 17 muestra el efecto causal de las subvenciones de la ACE en el porcentaje del gasto interno en I+D destinado a actividades de investigación básica.

Tabla 17. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en el gasto en investigación básica en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España		
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N
Investigación Básica	2007	0,953	0,721	5.290	1,077**	0,422	6.610
	2008	3,541	2,222	4.995	0,908*	0,512	6.327
	2009	5,302**	2,628	4.790	1,077**	0,472	6.095 ↑
	2010	2,375	1,816	4.366	1,519***	0,508	5.581
	2011	1,351	1,671	4.033	1,444***	0,541	5.106
	2012	2,188	2,503	3.873	1,226**	0,560	4.743
	2013	-1,800	2,450	3.605	1,721***	0,570	4.371
	2014	-1,882	7,751	3.288	1,600***	0,502	4.046
	2015	9,150**	3,924	3.143	0,332	0,769	3.795 ↑

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

Como se observa, las subvenciones han tenido un efecto positivo y significativo en las inversiones en investigación básica de las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en el resto de España. Ese efecto causal ha sido positivo y continuo durante el periodo de crisis económica, aunque su magnitud ha sido pequeña. En el año 2013, año en el que se registró el efecto más alto, las empresas subvencionadas aumentaron su gasto en investigación básica un 1,721% más que las empresas que no recibieron subvenciones. En el caso de Castilla y León los resultados no muestran un efecto significativo de las subvenciones sobre este tipo de investigación, salvo en los años 2009 (5,302%) y 2015 (9,150%) cuando las empresas consiguieron aumentar significativamente su inversión en este tipo de investigación (frente a empresas no subvencionadas) y lo hicieron en una proporción mayor a la obtenida en el resto de España.

La Tabla 18 muestra el efecto de las subvenciones en el porcentaje del gasto en I+D que las empresas destinaron a la investigación aplicada. Se observó que las subvenciones tuvieron un efecto positivo y significativo en las empresas de las dos regiones. Sin embargo, existen algunas diferencias que es importante señalar. Teniendo en cuenta el periodo económico, el efecto de las subvenciones en el resto de España fue significativo sólo hasta la mitad del periodo de crisis económica. A partir del año 2012 las empresas redujeron su gasto en investigación aplicada y las subvenciones no consiguieron estimular estas inversiones significativamente. No obstante, en Castilla y León ocurrió lo contrario. Las subvenciones de la ACE tuvieron un potente efecto estimulador sobre este tipo de investigación. Durante el periodo de crisis económica, las empresas en la Comunidad se apoyaron en la financiación pública para ampliar su base de conocimiento tecnológico con

conocimiento nuevo útil para el desarrollo de productos y servicios innovadores. Los resultados también revelaron que la magnitud de ese efecto fue mayor en las empresas en Castilla y León. Sin embargo, es importante señalar que en el año 2015 las empresas en la Comunidad mostraron un cambio de tendencia. En este año, las empresas redujeron el gasto en investigación aplicada y aumentaron el gasto en investigación básica gracias a las subvenciones.

Tabla 18. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en el gasto en investigación aplicada en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España			
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N	
Investigación Aplicada	2007	15,4778**	6,231	5.290	9,913***	1,781	6.610	↑
	2008	22,066***	6,850	4.995	10,933***	1,877	6.327	↑
	2009	19,843***	7,348	4.790	9,314***	1,799	6.095	↑
	2010	31,833***	7,158	4.366	9,468***	1,936	5.581	↑
	2011	17,311**	6,990	4.033	7,638***	1,935	5.106	↑
	2012	22,203***	7,631	3.873	3,258	2,288	4.743	↑
	2013	20,900**	10,570	3.605	2,996	2,337	4.371	↑
	2014	20,569**	9,514	3.288	3,406	2,624	4.046	↑
	2015	5,900	10,384	3.143	1,957	2,512	3.795	

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

En cuanto al desarrollo tecnológico, la Tabla 19 muestra el efecto de las subvenciones en esta variable. En general, las subvenciones tuvieron un efecto positivo y significativo en el resto de España durante todo el periodo de crisis económica. Esto revela que la financiación nacional no esta siendo utilizada por las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León para transformar el conocimiento obtenido en la región en bienes y servicios para el mercado. No hay que olvidar que en este estudio se esta analizando el efecto de las subvenciones nacionales y es posible que las empresas en la Comunidad

aumentaran su inversión en desarrollo tecnológico con financiación procedente de otras Administraciones públicas. Sin embargo, es de destacar el cambio de tendencia que están teniendo las empresas de Castilla y León al final del periodo. Después de un esfuerzo inversor continuado en actividades de investigación aplicada, las empresas han hecho un giro al desarrollo tecnológico en 2014 (20,529%) buscando quizá materializar ese esfuerzo en bienes y servicios y un giro radical en 2015 a la apuesta por la investigación básica.

Tabla 19. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en el gasto en desarrollo tecnológico en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España		
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N
Desarrollo Tecnológico	2007	-3,412	6,351	5.290	6,614***	1,904	6.610
	2008	-11,024	8,005	4.995	6,556***	2,052	6.327
	2009	5,062	7,646	4.790	12,753***	2,011	6.095
	2010	0,375	8,136	4.366	14,390***	2,001	5.581
	2011	3,860	8,490	4.033	15,159***	2,098	5.106
	2012	-5,640	7,942	3.873	12,977***	2,374	4.743
	2013	-5,100	12,752	3.605	13,642***	2,490	4.371
	2014	20,529*	10,767	3.288	14,456***	2,674	4.046 ↑
	2015	-5,050	9,831	3.143	13.273***	2,697	3.795

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

En esta investigación también se analizó el impacto de las subvenciones de la ACE en la intensidad en I+D, la intensidad innovadora y la intensidad en el personal en I+D. Estas variables son medidas relativas del compromiso que tienen las empresas con las actividades de I+D+i. Los indicadores anteriores mostraban el impacto de las ayudas en la estrategia que siguieron las empresas para la adquisición de conocimiento tecnológico y los indicadores a continuación van a permitir

establecer en términos más generales si las subvenciones están acortando la distancia tecnológica de las empresas que ejecutaron su gasto en Castilla y León con el resto de España. Los resultados obtenidos en estas variables también se presentarán gráficamente gracias a que los efectos han resultado significativos durante todos los años. Es importante recordar que los efectos se estimaron en empresas que ejecutaron gastos en innovación durante todo el periodo de análisis y excluye a empresas no innovadoras o que dejaron de invertir en innovación, de ahí que los resultados obtenidos parezcan particularmente elevados.

La Tabla 20 muestra el efecto de las subvenciones de la ACE en la intensidad en I+D de las empresas $[(\text{gasto total en I+D}/\text{ventas}) \times 100]$ en las dos regiones.

Tabla 20. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en la intensidad en I+D de las empresas en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España			
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N	
Intensidad I+D	2007	7,879***	1,916	5.288	7,376***	0,528	6.606	↑
	2008	7,104***	1,938	4.994	7,715***	0,551	6.326	
	2009	8,692***	2,668	4.787	9,620***	0,509	6.092	
	2010	12,805***	2,697	4.366	8,684***	0.601	5.579	↑
	2011	10,100***	2,384	4.029	6,236***	0,626	5.100	↑
	2012	10,706***	3,095	3.870	8,406***	0,652	4.737	↑
	2013	8,668***	3,007	3.602	7,217***	0,751	4.368	↑
	2014	9,422**	3,994	3.281	8,618***	0,684	4.039	↑
	2015	7,858**	3,644	3.142	6,360***	0,767	3.794	↑

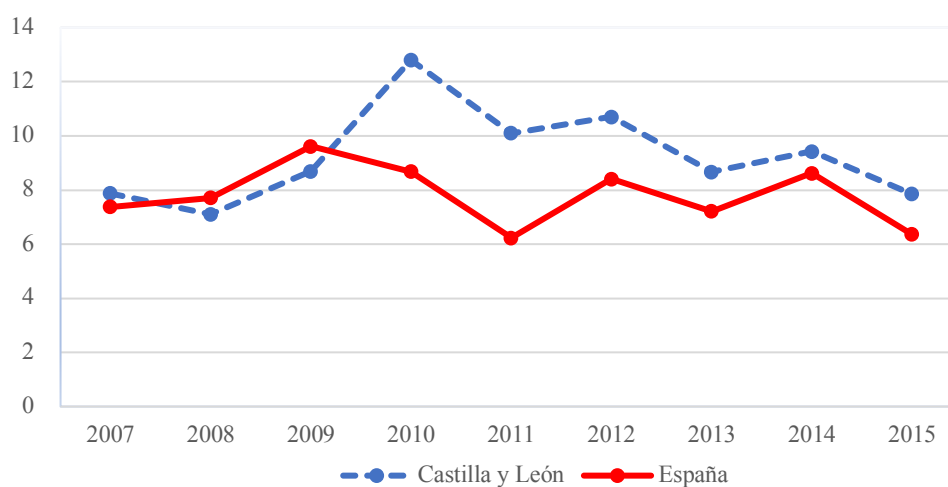
***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

Como se puede observar, las subvenciones tuvieron un efecto positivo y significativo en la intensidad en I+D. En Castilla y León, el mayor efecto se alcanzó en el año 2012 cuando las empresas subvencionadas aumentaron esta intensidad en

un 10,706% frente a las empresas no subvencionadas en el grupo de control. A partir de este año, la magnitud del efecto comenzó a disminuir hasta situarse en cifras observadas al inicio del periodo de crisis económica.

Gráfico 20. Evolución del efecto de las subvenciones de la ACE en la intensidad en I+D de las empresas en Castilla y León y resto de España



Fuente: Elaboración propia

En el caso de las empresas que ejecutaron gastos en innovación en el resto de regiones españolas, el efecto máximo se alcanzó en el año 2009. Este año las empresas subvencionadas tuvieron una intensidad en I+D un 9,62% más alta que las empresas que no recibieron subvenciones en el grupo de control. Esto muestra que a pesar de que el número de empresas subvencionadas ha disminuido notablemente durante el periodo de crisis económica, la financiación pública ha sido un verdadero apoyo para las empresas porque les ha permitido mantener su compromiso con las actividades de I+D. En términos de diferencias entre regiones, el Gráfico 20 muestra la distancia en los dos espacios geográficos. Las empresas

subvencionadas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León sacaron un mayor provecho a las subvenciones de la ACE a partir del año 2010.

En cuanto al efecto de las subvenciones en la intensidad innovadora de las empresas $[(\text{gasto en innovación/ventas}) \times 100]$, como se observa en la Tabla 21, este efecto fue positivo y significativo durante todo el periodo en las dos regiones. En Castilla y León, el efecto más alto se alcanzó en el año 2010 cuando las empresas subvencionadas presentaron una intensidad innovadora un 12,66% más alta que la obtenida por empresas no subvencionadas en el grupo de control. En las empresas que ejecutaron el gasto en innovación en el resto de regiones españolas, el mayor efecto se alcanzó en 2009 (9,921%).

Tabla 21. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en la intensidad innovadora de las empresas en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España			
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N	
Intensidad Innovadora	2007	8,623***	2,227	5.288	7,639***	0,583	6.606	↑
	2008	8,161***	2,243	4.994	8,110***	0,606	6.326	↑
	2009	9,056***	2,927	4.787	9,921***	0,558	6.092	
	2010	12,660***	2,818	4.366	8,758***	0,665	5.579	↑
	2011	11,550***	2,414	4.029	6,370***	0,684	5.100	↑
	2012	11,531***	3,280	3.870	8,951***	0,729	4.737	↑
	2013	8,071**	3,193	3.602	7,593***	0,833	4.368	↑
	2014	10,487**	4,394	3.281	8,783***	0,782	4.039	↑
	2015	8,672**	4,065	3.142	6,696***	0,876	3.794	↑

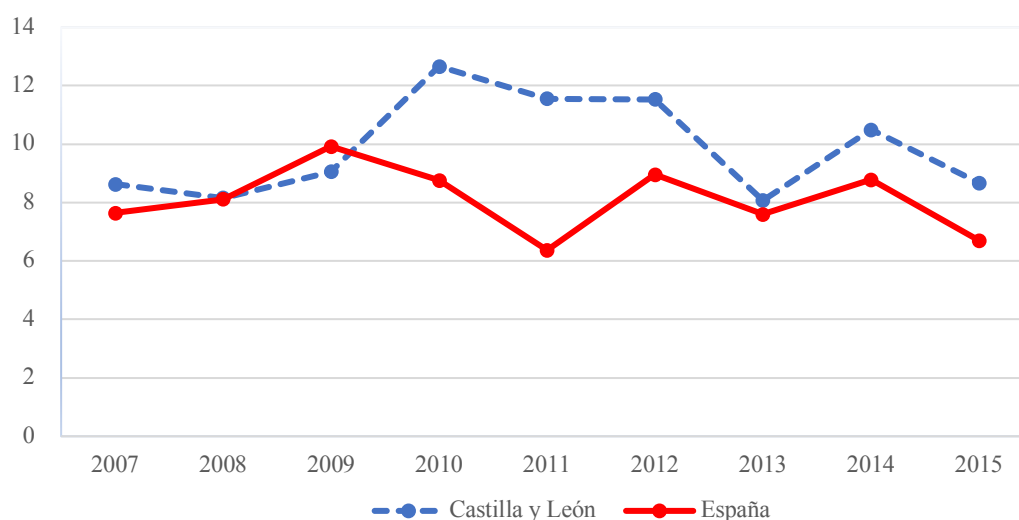
***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

El Gráfico 21 muestra la evolución del efecto en la intensidad innovadora de las empresas en las dos regiones. Salvo en el año 2009, año en el que las empresas en el resto de España consiguieron un efecto más alto, las empresas en Castilla y León

lograron mantener una cierta distancia y mostraron un mejor aprovechamiento de la financiación pública nacional. Como en el caso anterior, las subvenciones han resultado de gran ayuda para mantener el compromiso de las empresas con la actividad innovadora durante el periodo de crisis económica.

Gráfico 21. Evolución del efecto de las subvenciones de la ACE en la intensidad innovadora de las empresas en Castilla y León y resto de España



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en este estudio se analizó el efecto de las subvenciones en la intensidad en el personal en I+D [(personal en I+D/personal total de la empresa) x 100]. El periodo de crisis económica es un periodo convulso para las empresas y la destrucción de empleo puede ser una constante, sin embargo, como muestra la Tabla 22 las subvenciones lograron incrementar significativamente la intensidad en el personal en I+D de las empresas que recibieron subvenciones frente a las empresas que no recibieron en el grupo de control. Como en los indicadores anteriores, las empresas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León mostraron, en

general, un mayor aprovechamiento de la financiación pública con efectos muy elevados como el reportado en el año 2014.

Tabla 22. Efectos diferenciados de las subvenciones de la ACE en la intensidad en el personal en I+D de las empresas en Castilla y León y resto de España

Variable	Año	Castilla y León			España			
		ATT	E.E.R.	N	ATT	E.E.R.	N	
Intensidad en el Personal en I+D	2007	15,433***	3,751	5.290	11,791***	0,837	6.610	↑
	2008	14,079***	3,756	4.995	12,630***	0,846	6.327	↑
	2009	15,648***	4,606	4.790	14,490***	0,847	6.095	↑
	2010	14,136***	5,155	4.366	14,090***	0,970	5.581	↑
	2011	9,599*	5,083	4.033	12,478***	0,971	5.106	
	2012	13,521**	5,501	3.873	12,079***	1,147	4.743	↑
	2013	12,345***	4,625	3.605	10,035***	1,324	4.371	↑
	2014	27,857***	5,430	3.288	12,974***	1,190	4.046	↑
	2015	9,163	6,027	3.143	10,967***	1,251	3.795	

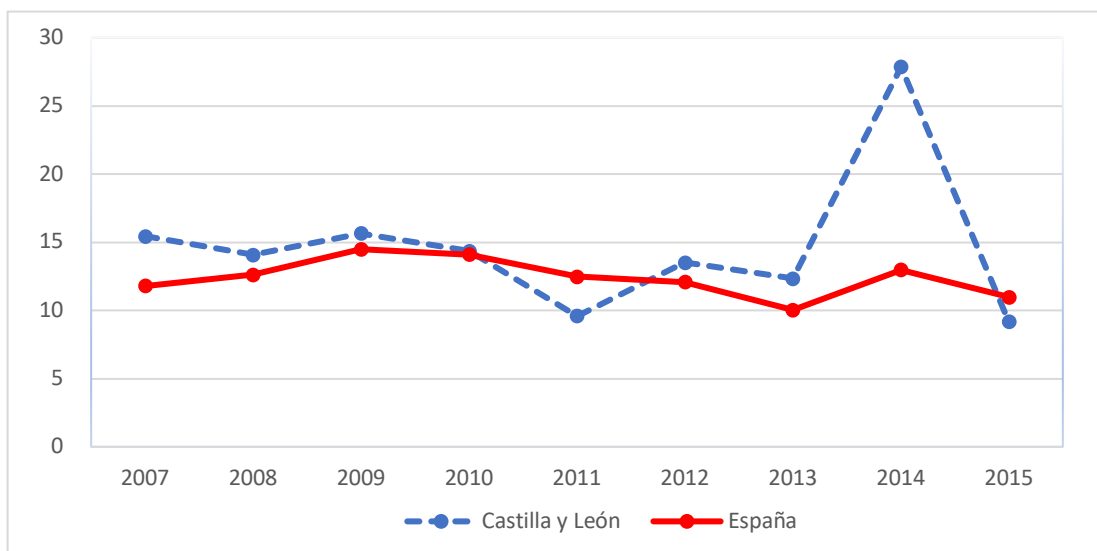
***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

E.E.R.= Error Estándar Robusto, N= número de observaciones, ↑= Efecto más alto en CYL

En este año las empresas subvencionadas en Castilla y León aumentaron en un 27,857% el empleo en I+D frente a las empresas no subvencionadas. Un dato que refleja el cambio de tendencia en estas empresas al final del periodo de crisis, cuando la inversión en I+D se reconduce hacia el aumento de las actividades de investigación básica, las cuales requieren este tipo de personal.

El Grafico 22 muestra la evolución de estos efectos en las dos regiones a lo largo del periodo. El año 2011 parecer ser un año de inflexión importante y en este caso es el único año en el que el efecto de las subvenciones fue superior en el resto de regiones. Al final del periodo en Castilla y León no se alcanzaron efectos significativos en esta variable.

Gráfico 22. Evolución del efecto de las subvenciones de la ACE en la intensidad en I+D de las empresas en Castilla y León y resto de España



7. CONCLUSIONES

7.1 Síntesis de la investigación y aportaciones del estudio

En esta investigación se analizaron la distribución y el efecto de las subvenciones nacionales a la I+D+i en empresas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León y en el resto de España. La investigación tenía por objetivo general determinar la posición de Castilla y León en el acceso a las subvenciones procedentes de la Administración Central del Estado y el efecto que estas subvenciones tienen en distintitos indicadores tecnológicos. Todo ello para conocer si estas ayudas han contribuido a favorecer la convergencia tecnológica de las empresas en Castilla y León.

La investigación se realizó con datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), la única fuente de datos disponible para el estudio de la evolución de la actividad innovadora empresarial en España. El análisis se realizó en el periodo 2007-2015, lo que ha permitido conocer no sólo la evolución de la actividad innovadora empresarial durante el periodo de crisis económica, sino también la evolución de la distribución y el efecto de estas subvenciones. La muestra incluyó cerca de 7.000 empresas que ejecutaron gastos en innovación durante el periodo de análisis, de las cuales 1.813 lo hicieron en Castilla y León. Por lo anterior, es importante resaltar que las empresas analizadas fueron empresas con una actividad innovadora continua, es decir, que ejecutaron gastos en innovación durante el periodo.

En los primeros apartados del proyecto, se discutió la importancia de la dimensión regional en el actual diseño y evaluación de las políticas de I+D+i. De igual manera, se revisaron el marco conceptual y metodológico para la evaluación de los efectos de estas políticas, así como también la evidencia empírica que tuvo en cuenta la dimensión regional en el estudio de la distribución y el efecto de estas subvenciones.

El estudio comienza con un análisis comparativo de la situación de Castilla y León frente al resto de España en una serie de indicadores tecnológicos que reflejaron: las estrategias que siguen las empresas para la adquisición de conocimiento tecnológico, los objetivos a la innovación, los resultados del proceso innovador y el compromiso de las empresas con la actividad innovadora. A continuación, se analizó a fondo la distribución de las subvenciones a la I+D+i procedentes de la Administración Central del Estado y se determinó el perfil de empresas subvencionadas en términos de sus características y objetivos para emprender la actividad innovadora. En el estudio también se analizó empíricamente cuáles fueron los factores que aumentaron o disminuyeron la propensión de las empresas a obtener subvenciones. Por último, se estimaron los efectos causales de estas ayudas en una serie de indicadores tecnológicos, con el fin de determinar qué aspectos de la actividad innovadora empresarial fueron más estimulados o no. El protocolo de evaluación utilizado en esta investigación es resultado de varios años de experiencia en materia de evaluación de políticas de I+D+i que la autora ha

venido adquiriendo en el liderazgo y participación de distintos proyectos de investigación en el tema.³

Una de las principales **aportaciones de la investigación** es el estudio de la distribución y el efecto de las subvenciones durante el periodo de crisis económica, lo que ha permitido conocer no sólo los cambios que ha experimentado la financiación pública, sino también el comportamiento innovador de las empresas. Por otro lado, el análisis de la distribución y del efecto se realizó en un contexto semi-experimental que empleó grupos de control con el objetivo de controlar el proceso no aleatorio de distribución de las subvenciones y aislar el efecto de otras variables que podrían influir en el comportamiento innovador de las empresas. Esto último, para que el efecto de la financiación pública pueda ser cuantificado y atribuida a ella.

-
- ³ Estos proyectos son: 1) Política tecnológica en tiempo de crisis: Una aproximación regional. Entidad financiadora: FUNCAS, 2017-2018; 2) Efectos regionales de las ayudas a la I+D. Entidad financiadora: Banco Herrero, 2010-2011; 3) Análisis del efecto de la movilidad de los recursos humanos del sistema público de I+D a las empresas. Entidad financiadora: Consejería de Educación, Junta de Castilla y León, 2010-2011; 4) La política de innovación y el tamaño de la empresa. Entidad financiadora: Consejería de Hacienda, Junta de Castilla y León, 2009-2010; 5) La política de innovación en las regiones centrales y periféricas del Sistema Nacional de Innovación. Entidad financiadora: Consejería de Hacienda, Junta de Castilla y León, 2008-2009; 6) Análisis de la efectividad de los programas nacionales, regionales y europeos de I+D sobre la innovación empresarial. Entidad financiadora: Consejería de Educación, Junta de Castilla y León, 2008-2009; 7) Estimación del efecto de adicionalidad de las ayudas públicas a la innovación y su difusión en las empresas industriales españolas. Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia, 2006-2008; 8) Políticas públicas de promoción de la I+D: Impacto en las PYMES. Entidad financiadora: Consejería de Hacienda, Junta de Castilla y León, 2007; 9) Evaluación de las ayudas fiscales para la innovación. Entidad financiadora: Instituto de Estudios Fiscales, 2005-2006; 10) La utilidad de los incentivos financieros mediante fondos públicos en apoyo a la cooperación en I+D. Entidad financiadora: Instituto de Estudios Fiscales, 2004-2005; 11) Análisis comparativo regional de la difusión y efecto de adicionalidad de las ayudas públicas a la Innovación. Entidad financiadora: Consejería de Economía y Empleo - Junta de Castilla y León, 2004.

7.2 Conclusiones e implicaciones para la política de I+D+i y las empresas

7.2.1 La actividad innovadora en Castilla y León y el resto de España

España ha experimentado un importante descenso en el número de empresas innovadoras durante en el periodo 2007-2015 que esta investigación cuantifica en un 47% en la muestra de empresas analizadas. Esta pérdida de empresas innovadoras supone un importante retroceso en la posición competitiva nacional y regional, debido a que la innovación empresarial es motor de desarrollo y crecimiento económico. Aunque el descenso en el número de empresas innovadoras ha sido generalizado, conviene analizar lo ocurrido en distintos indicadores tecnológicos a lo largo del periodo.

Las empresas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León mostraron un esfuerzo innovador mayor al de las empresas en el resto de España en el periodo bajo análisis. Una tendencia que también recoge el último informe de estadísticas de Castilla y León (2017) para el periodo 2011-2015. Sin embargo, es importante señalar que a partir del año 2011 las empresas en Castilla y León empezaron a reducir su compromiso con la actividad innovadora hasta acercarse a las cifras registradas en el resto de España.

El estudio arrojó resultados interesantes cuando se analizó la distribución que las empresas hicieron de sus gastos en I+D. A partir del año 2010 se observó que las empresas en Castilla y León redujeron su gasto externo en tecnología y aumentaron el gasto interno. Como resultado se concluye que el periodo de crisis económica estimuló cambios en la estrategia de adquisición de conocimiento de las

empresas al promover la generación interna de tecnología. Un hecho positivo si se considera que la tecnología adquirida externamente estaría también disponible a otras empresas, lo que reduciría la ventaja competitiva en el futuro. El estudio también mostró que a partir de 2010 en Castilla y León se comenzó a destruir empleo en I+D. Aunque la intensidad en el personal en I+D también ha sido un indicador en el que la Comunidad ha mostrado un mejor desempeño frente al resto de España, al final del periodo ha dejado de serlo. El estudio también mostró que las empresas de Castilla y León apostaron por la innovación incremental (mejora de los productos existentes) frente a la radical (introducción de productos completamente nuevos) y consiguieron ingresos superiores a los obtenidos en el resto de España. En términos de objetivos a la innovación, parece claro que las empresas en Castilla y León estuvieron más interesadas en emprender actividades innovadoras para la mejora de productos y servicios frente a la mejora de los procesos productivos.

Por lo anterior, se concluye que, a pesar del impacto de la crisis económica, las empresas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León han sabido sortear el ciclo económico dando un giro a sus actividades de I+D con una apuesta decidida por la generación interna de tecnología frente la adquisición externa. Como resultado, se recomienda que futuros programas de apoyo tengan entre sus objetivos apoyar la transformación de esos procesos de generación interna de conocimiento en productos y servicios nuevos o mejorados para el mercado.

7.2.2 La distribución de las subvenciones de la Administración Central del Estado a la I+D+i empresarial.

La investigación mostró el importante descenso de la financiación pública nacional de la I+D en España durante el periodo. Si en el año 2007 las empresas de la muestra llegaron a financiar cerca del 5% del gasto interno en I+D con subvenciones de la Administración Central del Estado, en 2015 esa cifra fue del 2,72%. A pesar de este descenso, se observó que la estrategia de distribución siguió siendo la misma y unas pocas Comunidades Autónomas resultaron más beneficiadas que otras.

En esta investigación se estimó la financiación pública per cápita del gasto en I+D (cuantía del gasto interno en I+D financiado con subvenciones de la ACE/número de habitantes) con información de la Encuesta sobre Innovación en las Empresas, la cual recoge datos según sede social. De acuerdo con este indicador, Castilla y León ocupó **la séptima posición** en el reparto de estas subvenciones tanto en el año 2007 como en el 2015. Por encima se situaron Comunidades Autónomas como: País Vasco, Madrid, Navarra, Galicia, Cataluña y Asturias.

Castilla y León también ocupó **la séptima posición** cuando se compararon, en las empresas de la muestra, los porcentajes del gasto interno medio en I+D financiado con subvenciones de la ACE en el periodo 2007-2015. Las empresas en Castilla y León financiaron una media del 4% de ese gasto con subvenciones nacionales, superando ligeramente la media española del periodo (3,98%). Por encima de Castilla y León se situaron: Extremadura (8,19%), Asturias (5,42%), Galicia (5,41%), Andalucía (5,33%), Madrid (5,02) y País Vasco (4,22). En términos de número de empresas subvencionadas, Castilla y León ocupó **la séptima**

posición con un 4,22% de las empresas subvencionadas en la muestra durante el periodo 2007-2015.

El análisis de estas cifras revela que, como en el caso de la actividad innovadora, en la distribución de las subvenciones de la ACE hay una importante concentración de esta financiación en las Comunidades Autónomas de Cataluña, Madrid y País Vasco, una tendencia que se ha mantenido durante los 9 años del periodo de análisis. En España hay una distribución de subvenciones claramente dirigida al apoyo de las regiones centrales del Sistema de Innovación español. La financiación nacional per cápita del gasto interno en I+D muestra cómo estas comunidades autónomas consiguieron más euros de financiación pública por habitante que otras comunidades al inicio y al final del periodo de crisis, alcanzando proporciones muy elevadas. En términos de empresas subvencionadas, el 55,7% de las empresas que recibieron subvenciones nacionales ejecutaron sus gastos en innovación en estas tres Comunidades Autónomas.

En cuanto al **perfil de empresas subvencionadas**, se concluye que, independientemente de la región, las PYMES recurrieron más a la financiación pública nacional. Sin embargo, dentro del conjunto de PYMES, en Castilla y León lo hicieron con mayor frecuencia las pequeñas empresas (<50 empleados) y en el resto de España las medianas (50-249 empleados). Teniendo en cuenta el sector de actividad, Castilla y León presento una distribución casi equilibrada entre industria y servicios y en el resto de España la concentración se produjo más en la industria. Por actividad económica, las empresas en Castilla y León concentraron un importante porcentaje de empresas subvencionadas en los sectores de

Alimentación, Bebidas y Tabaco y Servicios de I+D, mientras que en el resto de España las actividades económicas con mayor porcentaje de empresas subvencionadas pertenecían a sectores que prestaron servicios en actividades científico técnicas, servicios de I+D, programación, consultoría y otras actividades.

El estudio también mostró cómo, con independencia de la región, las empresas subvencionadas dieron mayor importancia a las **barreras financieras a la innovación** en comparación a otros obstáculos. En Castilla y León, sin embargo, la preocupación por estas barreras fue mayor que en el resto de España y fue cambiando a lo largo del periodo. Así, por ejemplo, al comienzo de la crisis las empresas estuvieron más preocupadas por el elevado coste de la innovación (año 2007), a mediados del periodo por la falta de financiación externa (año 2011) y al final del periodo (año 2015) por la falta de fondos propios. Después de los obstáculos financieros a las empresas les preocupó las **barreras de mercado**, especialmente la incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios. Al comienzo de la crisis esta preocupación fue mayor en las empresas que ejecutaron el gasto en innovación en Castilla y León, sin embargo, al final del periodo comenzó a perder importancia. En cuanto a las **barreras de conocimiento** para emprender la actividad innovadora, las empresas en Castilla y León, en general, dieron más importancia a estas barreras que las empresas en el resto de España y aumentaron su preocupación por ellas al final del periodo. La barrera más importante en este grupo de obstáculos fue la dificultad de encontrar socios para innovar.

En términos de **objetivos a la innovación**, las empresas subvencionadas independientemente de la región, emprendieron la actividad innovadora para

mejorar la calidad de sus bienes y servicios y aumentar la capacidad de producción o la prestación de servicios. En otras palabras, las empresas que acudieron a la financiación pública tenían un elevado compromiso con la mejora de la calidad de sus productos.

En el estudio también se realizó un análisis empírico para conocer los **factores que aumentaron o disminuyeron la propensión a obtener subvenciones de la ACE**. En Castilla y León una empresa que pertenece al sector servicios de alta tecnología, tiene experiencia previa en I+D y ha obtenido subvenciones en el pasado tiene una mayor propensión a recibir subvenciones nacionales. No obstante, esta propensión se vería reducida si aumenta la edad de la empresa. En el resto de España el perfil es bastante similar, sin embargo, la propensión aumentaría significativamente con el tamaño de la empresa y la importancia que las empresas den a los obstáculos financieros y de mercado. Por lo anterior, este estudio concluye que una de **las principales barreras de acceso a la financiación pública nacional**, en las dos regiones, es la experiencia previa en I+D. Empresas que quieran iniciar su actividad innovadora por primera vez, tendrían menos probabilidades de acceder a la financiación pública nacional. Por otro lado, el estudio también mostró que la distribución de las subvenciones premiaría de algún modo a empresas que han obtenido ayudas en el pasado frente a aquellas que quieran obtenerlas por primera vez.

Estos resultados tienen importantes **implicaciones para la política de I+D+i y las empresas**. En primer lugar, el estudio revela que la concentración de la actividad innovadora empresarial en España en unas cuantas Comunidades Autónomas, de

alguna manera, se ha visto reforzada por la distribución de las subvenciones. Es decir, la distribución de la financiación pública de la I+D+i no parece haber seguido principios de convergencia en los que la financiación alcance regiones donde es necesario incrementar la actividad innovadora empresarial o el número de empresas innovadoras. Como resultado, se recomienda que la Administración Central ponga en marcha nuevos esquemas de distribución que promuevan un reparto más equilibrado de la financiación pública para facilitar no sólo el desarrollo de la actividad innovadora allí donde hace falta, sino también los procesos de convergencia tecnológica.

Otra importante implicación tiene que ver con el perfil de empresas beneficiarias obtenido en esta investigación y que confirma el obtenido en otros estudios. En general, se beneficiaron empresas innovadoras que podrían garantizar la viabilidad técnica de los proyectos subvencionados. Empresas no innovadoras o con necesidades de consolidar estratégicamente esta actividad podrían no optar a estas ayudas o simplemente ser excluidas de la financiación pública. El actual esquema de distribución sólo estaría logrando ampliar y profundizar las actividades tecnológicas de empresas innovadoras, ya que las empresas sin una actividad innovadora continua o que quieran empezarla por primera vez tienen menor propensión a acceder a estas subvenciones. En este contexto, la Administración Pública Central debería emprender esfuerzos para implantar programas de apoyo que induzcan la actividad innovadora en las dos regiones. Se requiere, por tanto, una mayor proximidad de estas políticas a la realidad empresarial para que se diseñen instrumentos a medida de las necesidades de las empresas.

Por último, otro importante hecho a resaltar tiene que ver con el apoyo a empresas en determinados sectores de actividad, como en el caso del apoyo a empresas que prestan servicios de alta tecnología. El apoyo continuo a empresas en sectores de alta tecnología implica, a su vez, la selección de trayectorias tecnológicas en las que se estimulan más unos aspectos y se relegan otros, lo que impide alcanzar cierta diversidad innovadora del sistema productivo. Esto sugiere que futuros programas de apoyo combinen enfoques de distribución no discriminatorios con enfoques dirigidos a las necesidades de distintos grupos de empresas.

7.2.3 El efecto de las subvenciones de la ACE en Castilla y León y el resto de España

En esta investigación se analizó el efecto de las subvenciones a la I+D+i de la Administración Central del Estado en distintos indicadores de la actividad innovadora de las empresas, principalmente, vinculados a los inputs del proceso innovador. En general, el estudio encontró efectos positivos y significativos de estas subvenciones en las dos regiones comprobándose que la financiación pública generó inversiones positivas adicionales en las empresas y, como resultado, el esfuerzo innovador fue estimulado. Aunque estos resultados son muy positivos, la estimación por regiones ha permitido comprobar que existe una influencia de la región en el aprovechamiento de la financiación pública. Así, empresas subvencionadas que ejecutaron sus gastos de innovación en Castilla y León consiguieron magnitudes más altas de estos efectos en indicadores tecnológicos como: el gasto interno en I+D, el gasto en investigación aplicada, la intensidad en I+D y el esfuerzo innovador. La estimación por años permitió comprobar cómo ha

evolucionado la actividad innovadora de las empresas en Castilla y León y cuál ha sido el rol de la financiación pública nacional en esos cambios.

La investigación reveló que en el periodo 2010-2012 las empresas en Castilla y León mostraron importantes cambios en sus indicadores tecnológicos. Dicho de otra manera, la crisis obligó a las empresas a reconducir sus estrategias de innovación y la financiación pública fue determinante en estos procesos de cambio. Por ejemplo, se observó cómo, durante este periodo, las empresas en Castilla y León después de seguir una estrategia de adquisición de tecnología externa (a comienzos de la crisis) apostaron decididamente por el cambio a la generación interna. Así, las empresas subvencionadas en Castilla y León obtuvieron efectos más altos en el gasto interno en I+D que los alcanzados en el resto de España. Sin embargo, cuando se analizó qué hicieron las empresas con esas inversiones adicionales en I+D interna, se encontró que las empresas subvencionadas lo invirtieron en investigación aplicada. Es decir, lo destinaron a la generación de conocimiento específico que persigue la mejora de los bienes y servicios. En el resto de España, el impacto de las subvenciones en las actividades de I+D fue diferente y las subvenciones consiguieron estimular por igual la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico. Este resultado no es negativo para las empresas de Castilla y León ya que, por un lado, ampliaron sus fronteras de conocimiento con conocimiento nuevo que, a diferencia del conseguido en la investigación básica, tiene aplicaciones directas en la innovación de bienes y servicios y, por otro, cuando en la Comunidad el efecto fue positivo y significativo alcanzó magnitudes más altas que las conseguidas en el resto de España.

Cuando se analizaron los resultados alcanzados en los indicadores tecnológicos que reflejan el compromiso de las empresas con la innovación, también se observó un desempeño positivo superior de las empresas que ejecutaron sus gastos en innovación en Castilla y León. Gracias a las subvenciones las empresas en la Comunidad consiguieron mantener una intensidad en I+D y una intensidad innovadora más altas que las conseguidas por las empresas en el resto de España. Esto indica que las empresas en la Comunidad tomaron ventaja de la financiación pública para mantener la distancia tecnológica con el resto de regiones, aún a pesar de no encontrarse en el grupo de Comunidades Autónomas que más financiación recibió. Por lo anterior, hay un efecto región que ha favorecido que las empresas en la Comunidad consiguieran niveles de convergencia en estos indicadores tecnológicos.

Un comentario aparte merece los efectos obtenidos en la intensidad en el personal en I+D. Después del año 2010, las empresas que ejecutaron gastos en innovación en Castilla y León comenzaron a destruir empleo en I+D, sin embargo, cuando se analizó qué ocurría en el conjunto de empresas subvencionadas se encontró que estas no lo hicieron. Es decir, la financiación pública contribuyó a mantener los niveles de empleo en I+D hasta el final del periodo de crisis económica donde se observa un cambio de tendencia.

El análisis de estos efectos durante varios años, ha permitido conocer el comportamiento de las empresas y los cambios cíclicos en su actividad innovadora. Si el periodo 2010-2012 fue un periodo de cambio importante para las empresas de Castilla y León, al parecer el nuevo ciclo estaría comenzando en el año 2015 cuando

se observaron descensos en algunos indicadores tecnológicos como: el gasto interno en I+D o el empleo. Por lo anterior, conviene continuar monitorizando el comportamiento innovador de las empresas en la Comunidad en los próximos años, así como el efecto de estas políticas.

Los resultados de este estudio proveen, por primera vez, información de la situación de las empresas de Castilla y León en la distribución y el impacto de las subvenciones nacionales a la I+D+i. Aunque el balance es positivo, en términos del efecto de estas ayudas en la actividad innovadora empresarial, no hay que olvidar que esta mejora se ha producido en empresas innovadoras y que Castilla y León requiere aumentar el número de empresas que apuesten decididamente por la innovación y el cambio tecnológico. Por lo anterior, la investigación recomienda que tanto empresas como Administraciones públicas inicien un proceso de dialogo entorno a tres ejes de actuación. Primero, **mejorar la posición de las empresas castellano-leonesas en el acceso a la financiación pública nacional**. Queda acreditado de alguna manera en esta investigación que las empresas que ejecutaron sus gastos en Castilla y León obtuvieron rendimientos positivos y superiores del efecto de estas subvenciones y, como resultado, podrían acceder a más financiación pública. Segundo, **mejorar la motivación y el acceso de las empresas a la financiación nacional**. El estudio mostró que en Castilla y León las empresas pequeñas fueron las más subvencionadas, estas empresas podrían requerir apoyo para la elaboración de las propuestas y proyectos que exigen las convocatorias nacionales. Un apoyo especialmente importante en el caso de empresas que quieran acceder a la financiación pública para innovar por primera vez y tienen dificultades a la hora de formular objetivos de innovación. Tercero, deben **articularse**

mecanismos de evaluación de las subvenciones que permitan monitorizar la distribución y el efecto de las políticas de I+D+i. El actual contexto de estas políticas asigna un importante rol a la dimensión regional y exige mecanismos de coordinación entre Administraciones públicas para evitar duplicidades e ineficiencias en el sistema y para adaptar estas ayudas a los nuevos retos empresariales. Por lo anterior, se recomienda establecer una serie de indicadores del desempeño innovador y de los efectos de la financiación pública para que las Administraciones públicas puedan adquirir un cierto grado de adaptabilidad a los cambios en el entorno y con ello mejorar el diseño de las políticas de I+D+i. Lo anterior, porque el actual contexto en el que se formulan estas políticas de exige un conocimiento profundo no sólo de la capacidad innovadora de las empresas, sino también de su habilidad para absorber y administrar la financiación pública.

Por último, esta investigación no ha estado exenta de limitaciones. La principal esta asociada a la disponibilidad de información no sólo de la fuente de datos empleada, sino también del conjunto de estadísticas disponibles para la evaluación de las políticas de I+D+i en España. La fuente de datos utilizada en este estudio sólo recoge información de si la empresa recibió o no subvenciones y la Administración Pública que las concedió. No hay información disponible sobre los programas de apoyo y sus objetivos, por lo que el estudio sólo puede aportar conclusiones generales sobre la distribución y el efecto de estas políticas. De igual manera, no se ha podido obtener información de las empresas que solicitaron estas subvenciones, lo que ha hecho imposible separar efectos de la no petición y la no concesión.

BIBLIOGRAFÍA

- Aerts, K., & Schmidt, T. (2008). Two for the price of one? *Research Policy*, 37(5), 806–822. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.011>
- Afcha, S., & León López, G. (2014). Public funding of R&D and its effect on the composition of business R&D expenditure. *BRQ Business Research Quarterly*, 17(1), 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2013.01.001>
- Aghion, P., & Howitt, P., (2009). *The Economics of Growth*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Alecke, B., Mitze, T., Reinkowski, J., & Untiedt, G. (2012). Does Firm Size make a Difference? Analysing the Effectiveness of R&D Subsidies in East Germany. *German Economic Review*, 13(2), 174–195. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0475.2011.00546.x>
- Almus, M., & Czarnitzki, D. (2003). The Effects of Public R&D Subsidies on Firms' Innovation Activities. *Journal of Business & Economic Statistics*, 21(2), 226–236. <https://doi.org/10.1198/073500103288618918>
- Antonelli, C., & Crespi, F. (2013). The “Matthew effect” in R and D public subsidies: The Italian evidence. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1523–1534. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.008>
- Antonioli, D., Marzucchi, A., & Montresor, S. (2014). Regional Innovation Policy and Innovative Behaviour: Looking for Additional Effects. *European Planning Studies*, 22(1), 64–83. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.722977>
- Aranguren, M. J., Magro, E., & Wilson, J. R. (2017). Regional competitiveness policy evaluation as a transformative process: From theory to practice. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 35(4), 703–720. <https://doi.org/10.1177/0263774X16662469>
- Arrow, K. (1962), *Economic Welfare and The Allocation of Resources for Invention*, En: *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Ed: Nelson, R., Princeton University Press, Princeton.
- Asheim, B. y Gertler, M. (2005), *The Geography of Innovation*, En: *The Oxford Handbook of Innovation*, Eds: Fagerberg, J., Mowery, D. y Nelson, R. Oxford University Press, New York.
- Audretsch, B. (1998). Agglomeration and the location of innovative activity. *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), 18–29. <https://doi.org/10.1093/oxrep/14.2.18>

- Bérubé, C., & Mohnen, P. (2009). Are firms that receive R&D subsidies more innovative? *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne D'économique*, 42(1), 206–225. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2008.01505.x>
- Becker, B. (2015). Public R&D Policies and Private R&D Investment: A Survey of the Empirical Evidence. *Journal of Economic Surveys*, 29(5), 917–942. <https://doi.org/10.1111/joes.12074>
- Becker, S., & Ichino, A. (2002). Estimation of Average Treatment Effects based on Propensity Scores. *Stata Journal*, 2(4), 358–377. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2008.01505.x>
- Borrás, S., & Jordana, J. (2016). When regional innovation policies meet policy rationales and evidence: a plea for policy analysis. *European Planning Studies*, 24(12), 2133–2153. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1236074>
- Breschi, S., & Lissoni, F. (2009). Mobility of skilled workers and co-invention networks: An anatomy of localized knowledge flows. *Journal of Economic Geography*, 9(4), 439–468. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbp008>
- Bristow, G., & Healy, A. (2017). Innovation and regional economic resilience: an exploratory analysis. *The Annals of Regional Science*, 60, 265–284. <https://doi.org/10.1007/s00168-017-0841-6>
- Broekel, T., Brachert, M., Duschl, M., & Brenner, T. (2017). Joint R&D Subsidies, Related Variety, and Regional Innovation. *International Regional Science Review*, 40(3), 297–326. <https://doi.org/10.1177/0160017615589007>
- Boeing, P. (2016). The allocation and effectiveness of China's R&D subsidies - Evidence from listed firms. *Research Policy*, 45(9), 1774–1789. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.05.007>
- Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>
- Boschma, R. A., & Wenting, R. (2007). The spatial evolution of the British automobile industry: Does location matter? *Industrial and Corporate Change*, 16(2), 213–238. <https://doi.org/10.1093/icc/dtm004>
- Broekel, T. (2015). Do Cooperative Research and Development (R&D) Subsidies Stimulate Regional Innovation Efficiency? Evidence from Germany. *Regional Studies*, 49(7), 1087–1110. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.812781>

- Broekel, T., Brachert, M., Duschl, M., & Brenner, T. (2017). Joint R&D Subsidies, Related Variety, and Regional Innovation. *International Regional Science Review*, 40(3), 297–326. <https://doi.org/10.1177/0160017615589007>
- Bronzini, R., & Piselli, P. (2016). The impact of R&D subsidies on firm innovation. *Research Policy*, 45(2), 442–457. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.10.008>
- Buesa, M.; Martínez, M.; Heijs, J. y Baumert, T., (2002a), “Los Sistemas Regionales de Innovación en España: Una Tipología Basada en Indicadores Económicos e Institucionales”, *Economía Industrial*, Vol. 5, p. 15-31.
- Buesa, M.; Baumert, T.; Heijs, J. y Martínez, M., (2002b), “Los Factores Determinantes de la Innovación: Un Análisis Econométrico sobre las Regiones Españolas”, *Economía Industrial*, Vol. 5, p. 67-84.
- Buisseret, T. J., Cameron, H. M., & Georghiou, L. (1995). What difference does it make? Additionality in the public support of R&D in large firms. *International Journal of Technology Management*, 10(4–5), 587–600. <https://doi.org/10.1504/ijtm.1995.025644>
- Busom, I., Corchuelo, B., & Martínez-Ros, E. (2017). Participation inertia in R&D tax incentive and subsidy programs. *Small Business Economics*, 48(1), 153–177. <https://doi.org/10.1007/s11187-016-9770-5>
- Castellacci, F., & Lie, C. M. (2015). Do the effects of R&D tax credits vary across industries? A meta-regression analysis. In *Research Policy* (Vol. 44, pp. 819–832). North-Holland. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.01.010>
- Cerulli, G. (2010). Modelling and Measuring the Effect of Public Subsidies on Business R&D: A Critical Review of the Econometric Literature. *Economic Record*. Wiley/Blackwell (10.1111). <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.2009.00615.x>
- Coenen, L., Moodysson, J., & Martin, H. (2015). Path Renewal in Old Industrial Regions: Possibilities and Limitations for Regional Innovation Policy. *Regional Studies*, 49(5), 850–865. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.979321>
- Cooke, P. (2012). From Clusters to Platform Policies in Regional Development. *European Planning Studies*, 20(8). <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.680741>
- Cooke, P.; Boekholt, P. & Tödtling, F. (2000), *The Governance of Innovation in Europe*, London Printer, London.

- Cordero Mestanza, G. (2015). Promoting innovation in eu regional and cohesion policy 2014-2020: implementation in Spain. *Investigaciones Regionales*, 33, 161–186.
- Correa, P., Andrés, L., & Borja-Vega, C. (2013). *The Impact of Government Support on Firm R&D Investments: A Meta-Analysis*.
<https://doi.org/10.1596/1813-9450-6532>
- Crowley, F. (2017). Firm subsidies in central and eastern Europe and central Asia: Is there urban bias? *Regional Studies, Regional Science*, 4(1), 49–56.
<https://doi.org/10.1080/21681376.2017.1307784>
- Czarnitzki, D. (2006). Research and development in small and medium-sized enterprises: The role of financial constraints and public funding. *Scottish Journal of Political Economy*, 53(3), 335–357.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9485.2006.00383.x>
- Czarnitzki, D., & Fier, a. (2002). Do Innovation Subsidies Crowd Out Private Investment? Evidence from the German Service Sector. *Applied Economics Quarterly (Konjunkturpolitik)*, 48(1), 1–25.
- Czarnitzki, D., & Licht, G. (2006). Additionality of public R&D grants in a transition economy: The case of Eastern Germany. *Economics of Transition*, 14(1), 101–131. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0351.2006.00236.x>
- Czarnitzki, D., & Lopes-Bento, C. (2013). Value for money? New microeconomic evidence on public R&D grants in Flanders. *Research Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.008>
- David, P. A., Hall, B. H., & Toole, A. A. (2000). Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. *Research Policy*, 29(4–5), 497–529.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00087-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00087-6)
- Davenport, S., Grimes, C., & Davies, J. (1998). Research collaboration and behavioural additionality: A New Zealand case study. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10, 55–68.
<https://doi.org/10.1080/09537329808524304>
- De Noni, I., Ganzaroli, A., & Orsi, L. (2017). The impact of intra- and inter-regional knowledge collaboration and technological variety on the knowledge productivity of European regions. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 108–118.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.003>
- De Noni, I., Orsi, L., & Belussi, F. (2018). The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions. *Research Policy*, 47(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.006>

- Dimos, C., & Pugh, G. (2016). The effectiveness of R&D subsidies: A meta-regression analysis of the evaluation literature. *Research Policy*, 45(4), 797–815. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.01.002>
- Einiö, E. (2014). R&D Subsidies and Company Performance: Evidence from Geographic Variation in Government Funding Based on the ERDF Population-Density Rule. *Review of Economics and Statistics*, 96(4), 710–728. https://doi.org/10.1162/REST_a_00410
- European Union (2011) Regional Policy for Smart Growth in Europe 2020. EU Publications Office: Brussels.
- Foray, D. (2014). From smart specialisation to smart specialisation policy. *European Journal of Innovation Management*, 17(4), 492–507. <https://doi.org/10.1108/EJIM-09-2014-0096>
- Foray, D. (2015) Smart specialization: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policies. Abingdon: Routledge.
- Foray, D., David, P.A., Hall, B. 2009. Smart specialisation – The Concept.
- Furková, A., & Chocholatá, M. (2017). Interregional R and D spillovers and regional convergence: a spatial econometric evidence from the EU regions. *Equilibrium*, 12(1), 9. <https://doi.org/10.24136/eq.v12i1.1>
- González, X., & Pazó, C. (2008). Do public subsidies stimulate private R&D spending? *Research Policy*, 37(3), 371–389. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.10.009>
- Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 92. <https://doi.org/10.2307/3003321>
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1994). Endogenous Innovation in the Theory of Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 23–44. <https://doi.org/10.1257/jep.8.1.23>
- Henningsen, M. S., Hægeland, T., & Møen, J. (2015). Estimating the additionality of R&D subsidies using proposal evaluation data to control for research intentions. *Journal of Technology Transfer*, 40(2), 227–251. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9337-z>
- Herrera, L. (2008). La política de innovación y la empresa. Colección de Estudios del Consejo Económico y Social. Madrid.
- Herrera, L. (2012) El efecto diferenciado de la financiación pública de la innovación regiones centrales versus periféricas, *Información Comercial Española*, No. 869, 81-98.

- Herrera, L., & Sánchez-González, G. (2013). Firm size and innovation policy. *International Small Business Journal*, 31(2), 137–155.
<https://doi.org/10.1177/0266242611405553>
- Herrera, L., & Heijs, J. J. (2007). Distribution and additionality of the public aid to innovation. *Revista de Economía Aplicada*, 15(44), 177–197.
- Herrera, L., & Nieto, M. (2008). The national innovation policy effect according to firm location. *Technovation*, 28(8), 540–550. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166497208000230>
- Holbrook, A., & Salazar, M. (2004). Regional innovation systems within a federation: Do national policies affect all regions equally? *Innovation: Management, Policy & Practice*, 6(1), 50–64.
<https://doi.org/10.5172/impp.2004.6.1.50>
- Howell, S. T. (2017). Financing innovation: Evidence from R&D grants. *American Economic Review*, 107(4), 1136–1164.
<https://doi.org/10.1257/aer.20150808>
- Hud, M., & Hussinger, K. (2015). The impact of R&D subsidies during the crisis. *Research Policy*, 44(10), 1844–1855.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.003>
- Huergo, E., & Moreno, L. (2017). Subsidies or loans? Evaluating the impact of R&D support programmes. *Research Policy*, 46(7), 1198–1214.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.05.006>
- Hussinger, K. (2008). R&D and subsidies at the firm level: An application of parametric and semiparametric two-step selection models. *Journal of Applied Econometrics*, 23(6), 729–747. <https://doi.org/10.1002/jae.1016>
- Iacobucci, D., & Guzzini, E. (2016). Relatedness and connectivity in technological domains: missing links in S3 design and implementation. *European Planning Studies*, 24(8), 1511–1526.
<https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1170108>
- Jang, S., Kim, J., & von Zedtwitz, M. (2017). The importance of spatial agglomeration in product innovation: A microgeography perspective. *Journal of Business Research*, 78, 143–154.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.05.017>
- Kinossian, N. (2018). Planning strategies and practices in non-core regions: a critical response. *European Planning Studies*.
<https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1361606>
- Klette, T. J., Møen, J., & Griliches, Z. (2000). Do subsidies to commercial R and D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies. *Research Policy*, 29(4–5), 471–495. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00086-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00086-4)

- Krammer, S. M. S. (2017). Science, technology, and innovation for economic competitiveness: The role of smart specialization in less-developed countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 95–107. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.028>
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Luukkonen, T. (2000). Additionality of EU framework programmes. *Research Policy*, 29(6), 711–724. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00041-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00041-4)
- Lundvall, B. (1992), “National Innovation Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning”, Pinter Publishers, London.
- Lundvall, B. y Borrás, S. (2005), “Science, Technology and Innovation Policy”, En: The Oxford Handbook of Innovation, Eds: Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R., Oxford University Press, New York.
- Marzucchi, A., Antonioli, D., & Montresor, S. (2015). Industry-research co-operation within and across regional boundaries. What does innovation policy add? *Papers in Regional Science*, 94(3), 499–524. <https://doi.org/10.1111/pirs.12079>
- Maskell, P., & Malmberg, A. (1999). Localized learning and industrial competitiveness. *Cambridge Journal of Economics*, 23(2), 167–185. <https://doi.org/10.1093/cje/23.2.167>
- McCann, P., & Ortega-Argilés, R. (2015). Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy. *Regional Studies*, 49(8), 1291–1302. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.799769>
- Metcalfe, J. S. (1995). Technology systems and technology policy in an evolutionary framework. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 25–46. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035307>
- Metcalfe, J. S. (1997). Science policy and technology policy in a competitive economy. *International Journal of Social Economics*, 24(7/8/9), 723–740. <https://doi.org/10.1108/03068299710178801>
- Montmartin, B., & Herrera, M. (2015). Internal and external effects of R&D subsidies and fiscal incentives: Empirical evidence using spatial dynamic panel models. *Research Policy*, 44(5), 1065–1079. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.11.013>
- Moodysson, J., Trippi, M., & Zukauskaitė, E. (2017). Policy learning and smart specialization: Balancing policy change and continuity for new regional industrial paths. *Science and Public Policy*, 44(3), 382–391. <https://doi.org/10.1093/scipol/scw071>

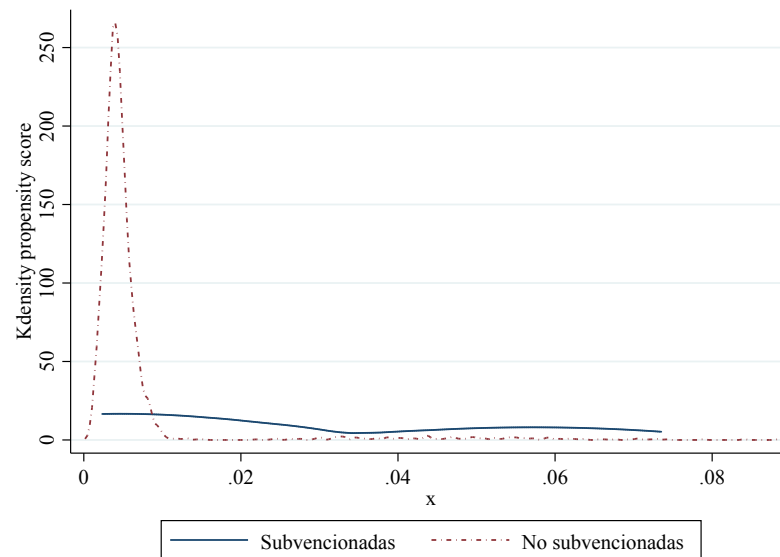
- Morgan, K. (2017). Nurturing novelty: Regional innovation policy in the age of smart specialisation. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 35(4), 569–583. <https://doi.org/10.1177/0263774X16645106>
- Nelson, R. (1993), National Innovation Systems: A Comparative Analysis, Oxford University Press, New York.
- Neffke, F., Henning, M., & Boschma, R. (2011). How Do Regions Diversify over Time? Industry Relatedness and the Development of New Growth Paths in Regions. *Economic Geography*, 87(3), 237–265. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2011.01121.x>
- OECD (1997), The Measurement of Scientific and Technological Activities – Oslo Manual, OECD, Paris.
- Ooms, W., Werker, C., Caniëls, M. C. J., & Bosch, H. Van Den. (2015). Research orientation and agglomeration: Can every region become a Silicon Valley? *Technovation*, 45–46, 78–92. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2015.08.001>
- Oughton, C., Landabaso, M., & Morgan, K. (2002). The regional innovation paradox: Innovation policy and industrial policy. *Journal of Technology Transfer*, 27(i), 97–110. <https://doi.org/10.1023/A:1013104805703>
- Piirainen, K. A., Tanner, A. N., & Alkaersig, L. (2017). Regional foresight and dynamics of smart specialization: A typology of regional diversification patterns. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.027>
- Rodríguez-Pose, A. (2013). Do Institutions Matter for Regional Development? *Regional Studies*, 47(7), 1034–1047. <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.748978>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Rubin, D. (1977), “Assignment to Treatment Group on the Basis of Covariate”. *Journal of Educational Statistics*, Vol. 2, p. 1-26.
- Schulz, S. (2017). The Discursive Construction of Innovation Policy in Peripheralising Estonia. *European Spatial Research and Policy*, 24(2). <https://doi.org/10.1515/esrp-2017-0010>
- Solow. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Storper, M. (1997), The Regional World – Territorial Development in a Global Economy, The Guilford Press, New York.

- Strambach, S., & Klement, B. (2012). Cumulative and Combinatorial Micro-dynamics of Knowledge: The Role of Space and Place in Knowledge Integration. *European Planning Studies*, 20(11), 1843–1866. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.723424>
- Tödtling, F., & Trippl, M. (2005). One size fits all?: Towards a differentiated regional innovation policy approach. *Research Policy*, 34(8), 1203–1219. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.01.018>
- Tödtling, F., Asheim, B., & Boschma, R. (2013). Knowledge sourcing, innovation and constructing advantage in regions of Europe1. *European Urban and Regional Studies*, 20(2), 161–169. <https://doi.org/10.1177/0969776412457173>
- Varga, A., & Sebestyén, T. (2017). Does EU Framework Program Participation Affect Regional Innovation? The Differentiating Role of Economic Development. *International Regional Science Review*, 40(4), 405–439. <https://doi.org/10.1177/0160017616642821>
- Wang, Y., Li, J., & Furman, J. L. (2017). Firm performance and state innovation funding: Evidence from China's innofund program. *Research Policy*, 46(6), 1142–1161. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.05.001>
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. 5th ed. Mason, OH: South-Western
- Weber, K. M., & Rohrer, H. (2012). Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change. *Research Policy*, 41(6), 1037–1047. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.015>
- Zitek, V., Klimová, V., & Králová, M. (2016). Assessment of regional innovation systems as an assumption for innovation. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, (49), 169–186. Retrieved from <http://rtsa.ro/tras/index.php/tras/article/viewFile/500/489>
- Zúñiga-Vicente, J. Á., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F. J., & Galán, J. I. (2014). Assessing the effect of public subsidies on firm R&D investment: A survey. *Journal of Economic Surveys*, 28(1), 36–67. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2012.00738.x>

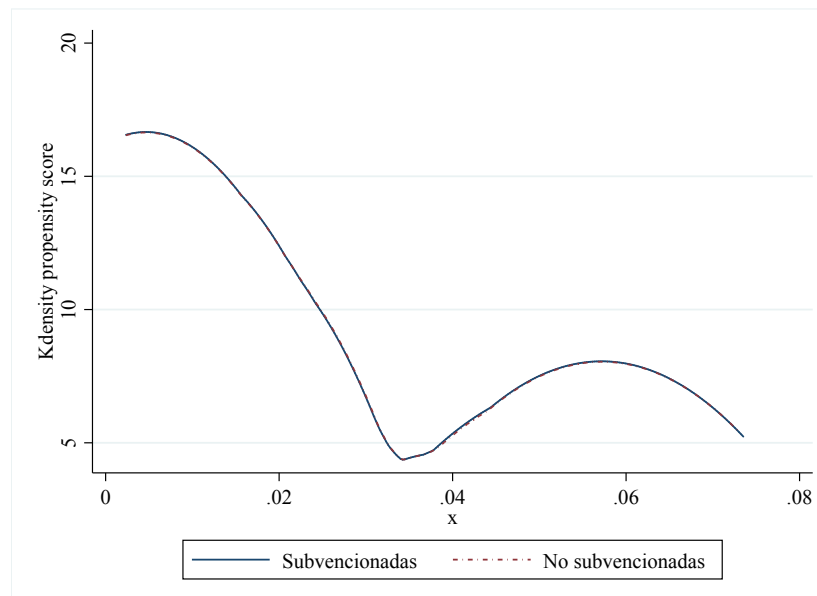
ANEXO I

Año 2015: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

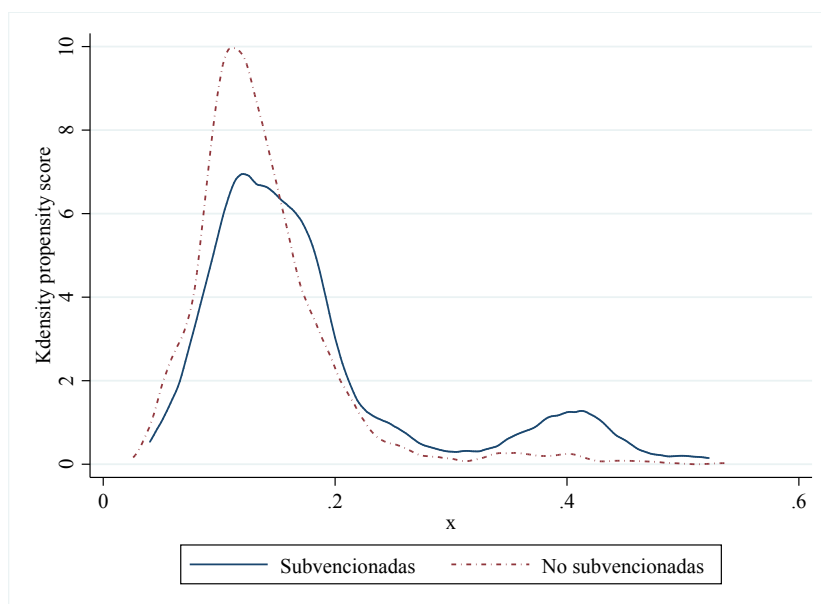


Propensity score después del emparejamiento

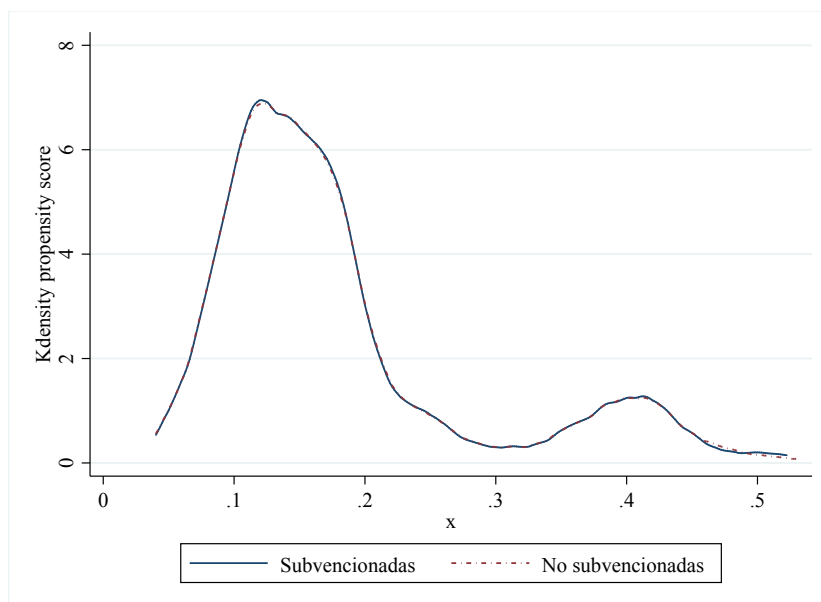


Año 2015: España

Propensity score antes del emparejamiento

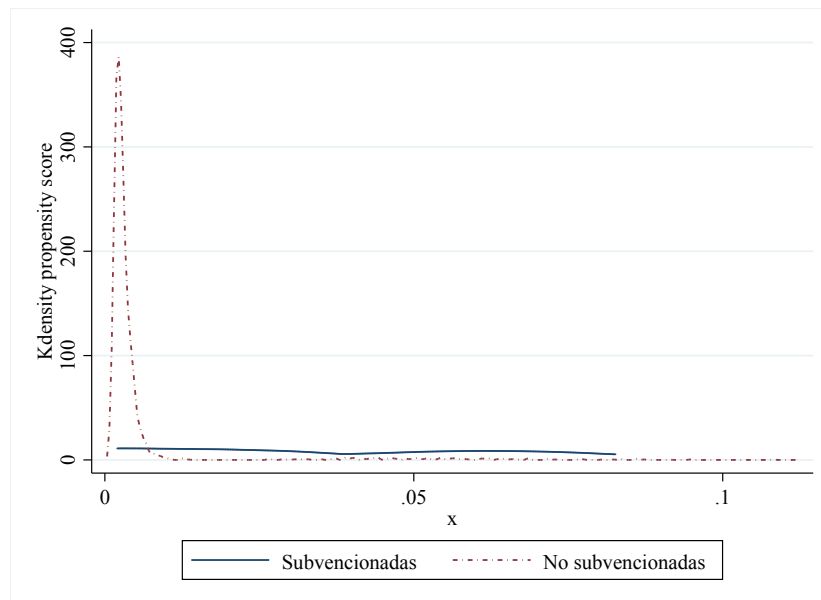


Propensity score después del emparejamiento

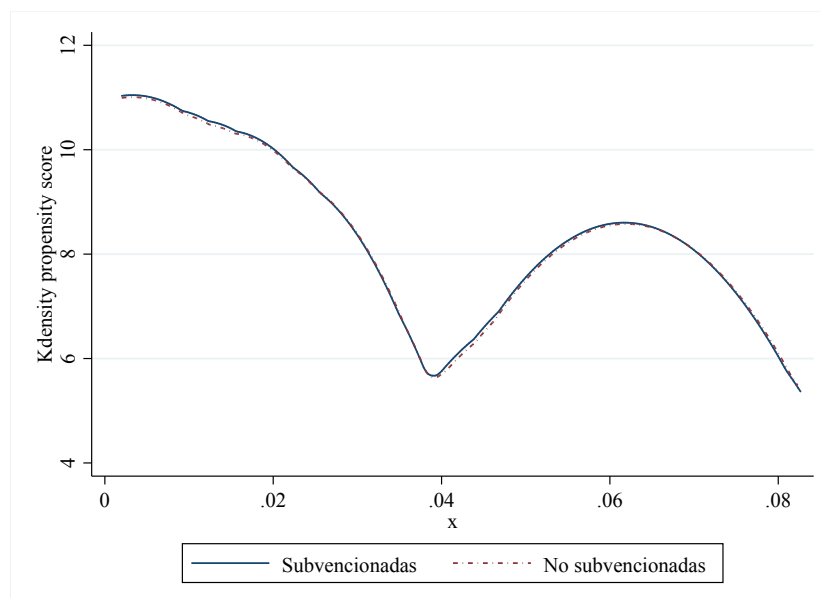


Año 2014: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

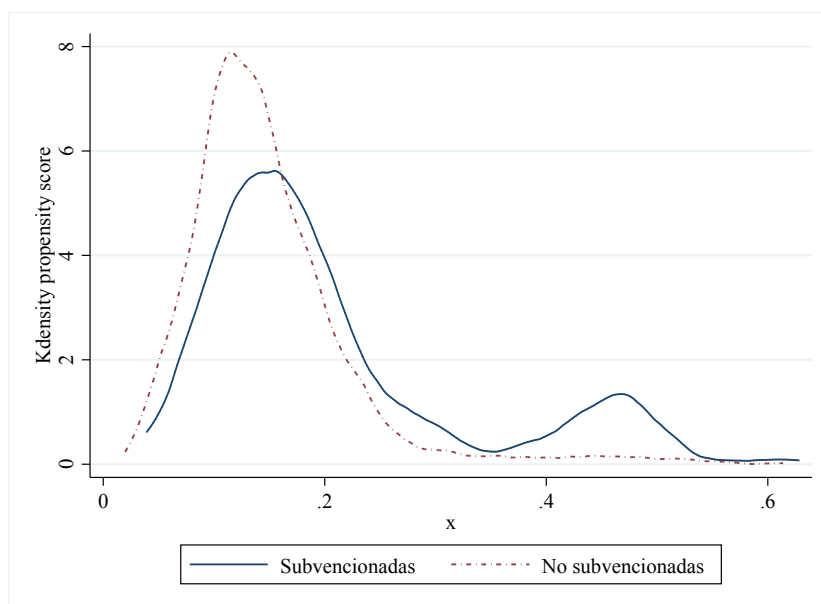


Propensity score después del emparejamiento

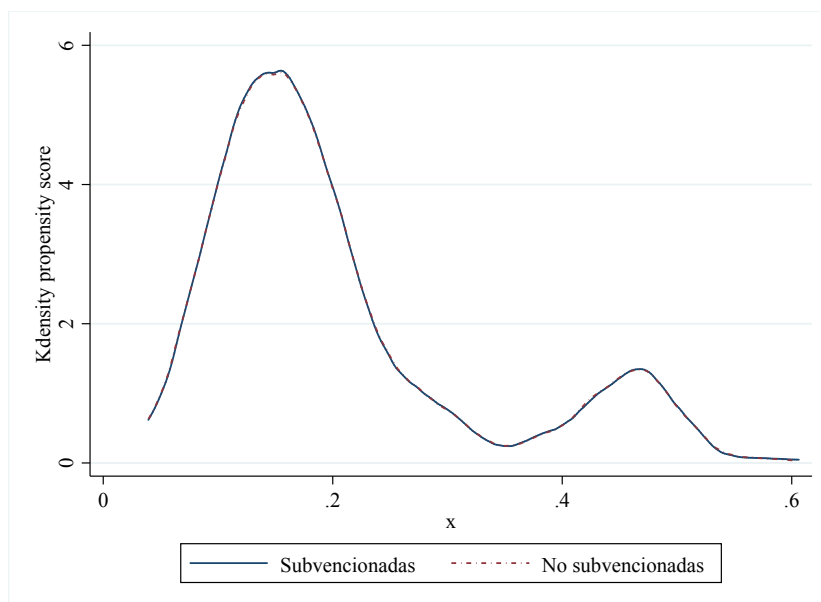


Año 2014: España

Propensity score antes del emparejamiento

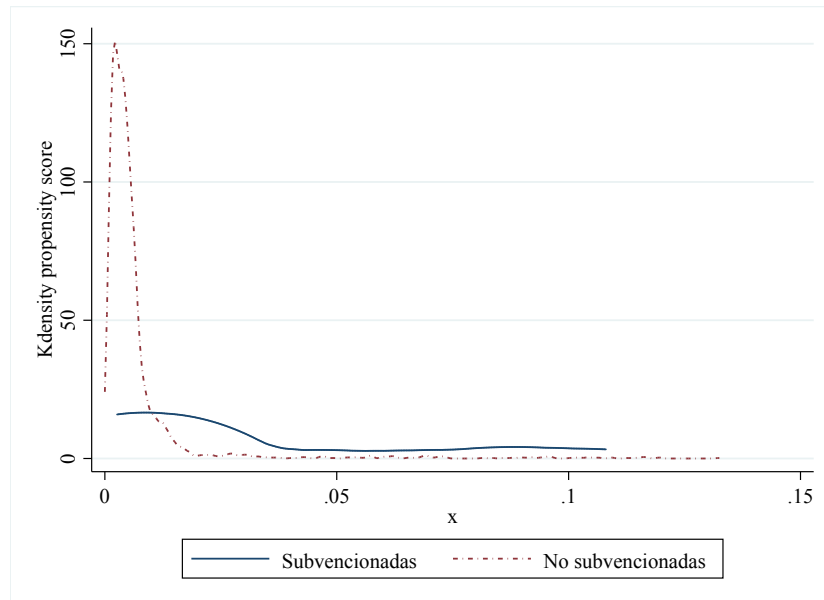


Propensity score después del emparejamiento

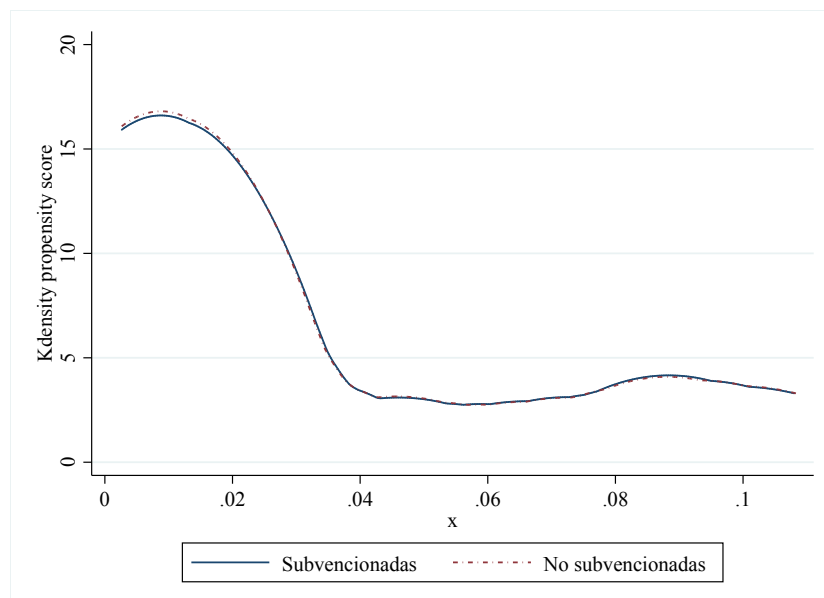


Año 2013: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

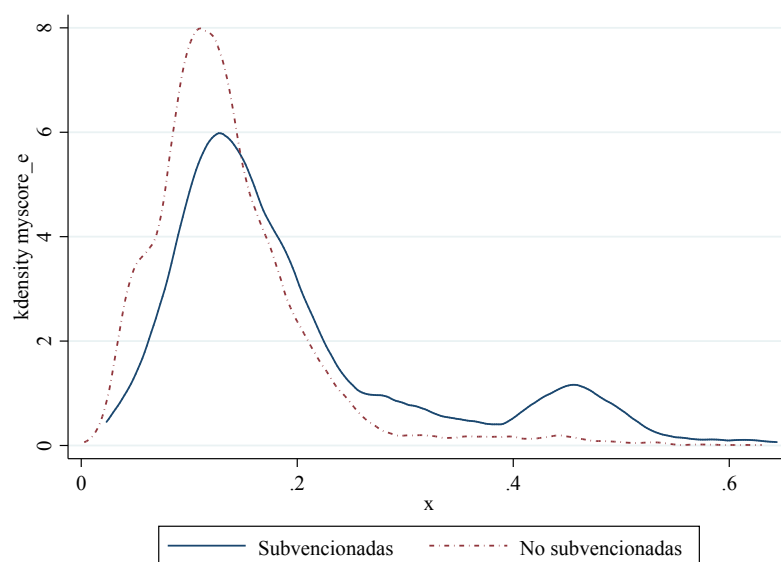


Propensity score después del emparejamiento

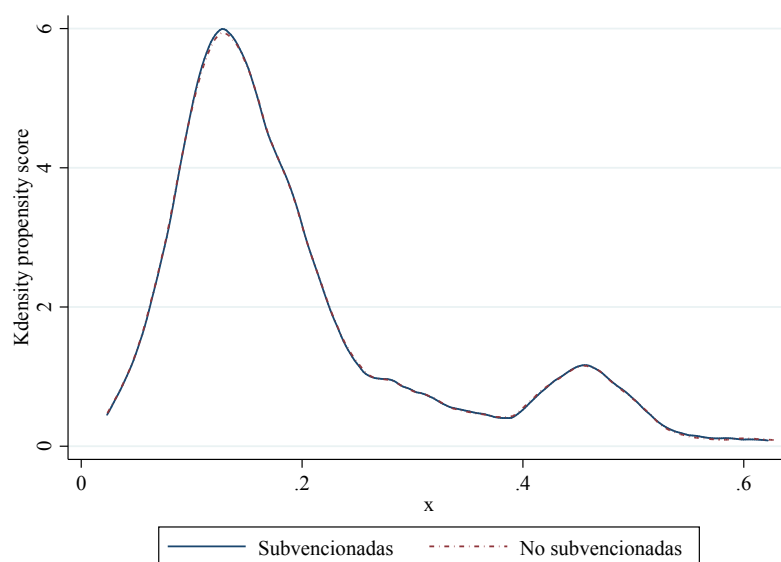


Año 2013: España

Propensity score antes del emparejamiento

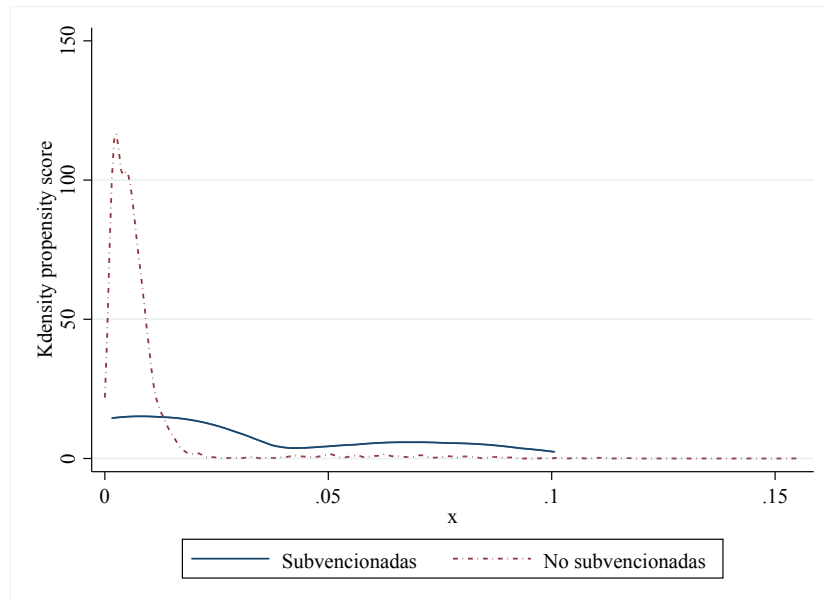


Propensity score después del emparejamiento

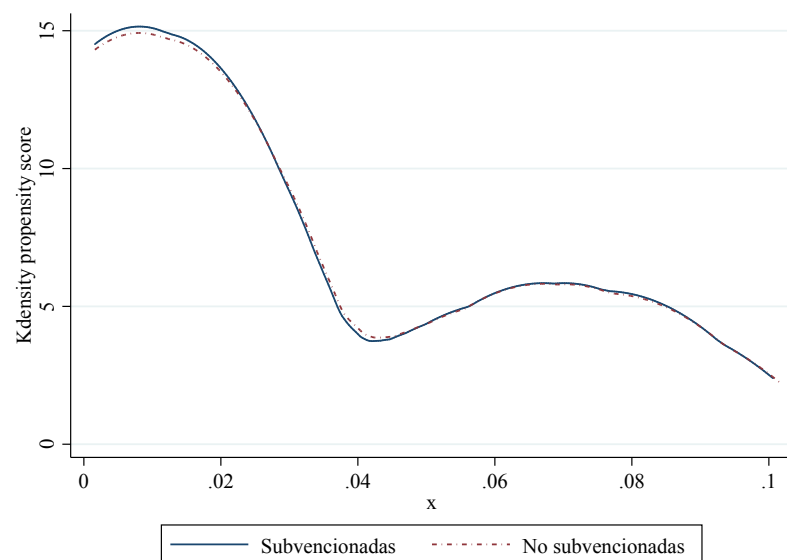


Año 2012: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

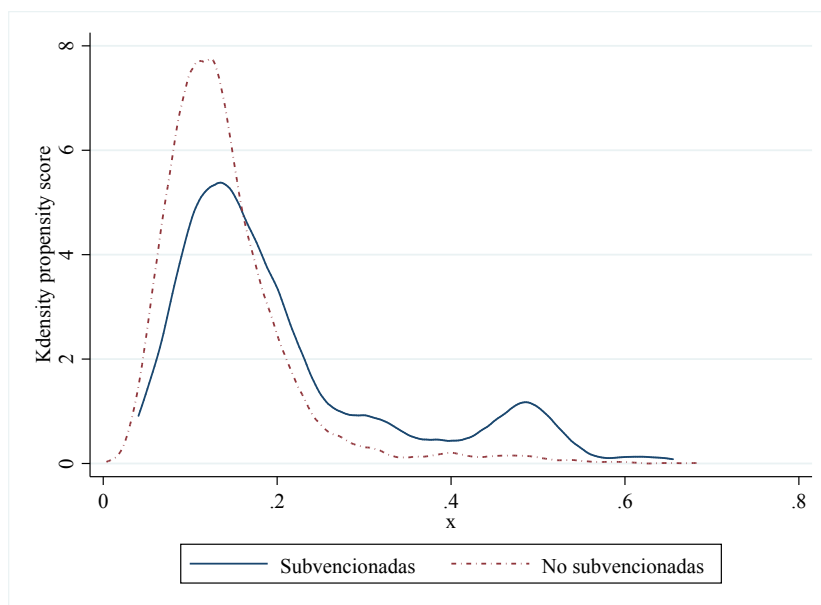


Propensity score después del emparejamiento

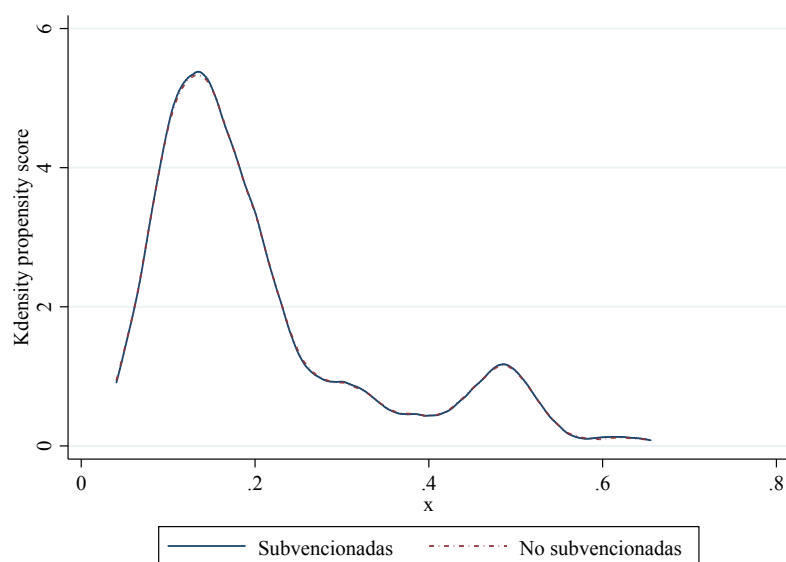


Año 2012: España

Propensity score antes del emparejamiento

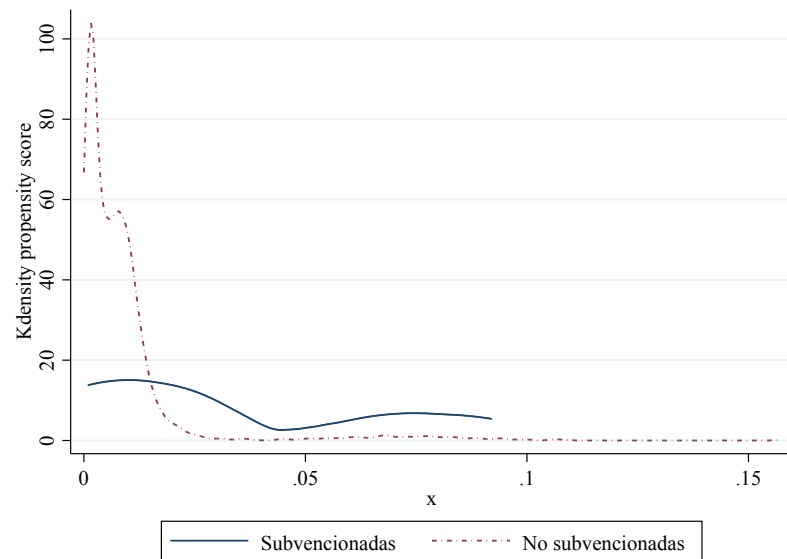


Propensity score después del emparejamiento

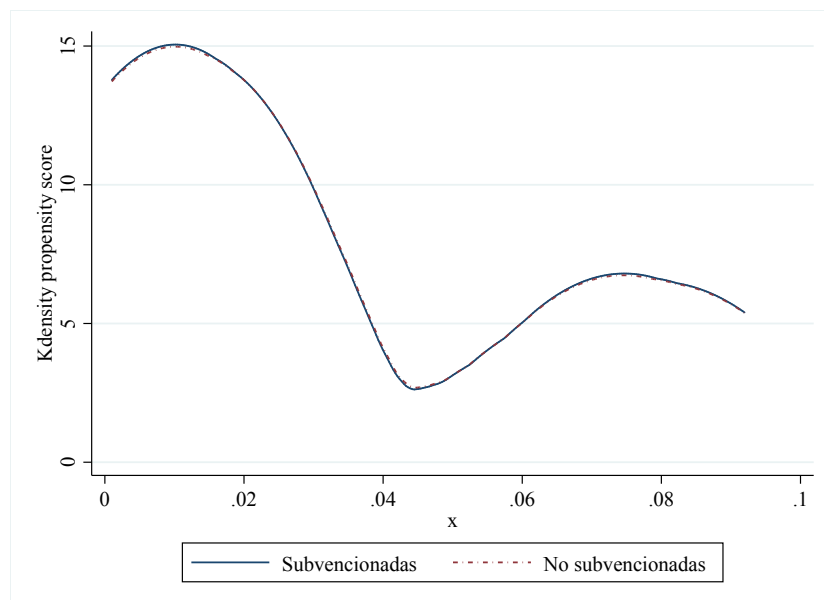


Año 2011: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

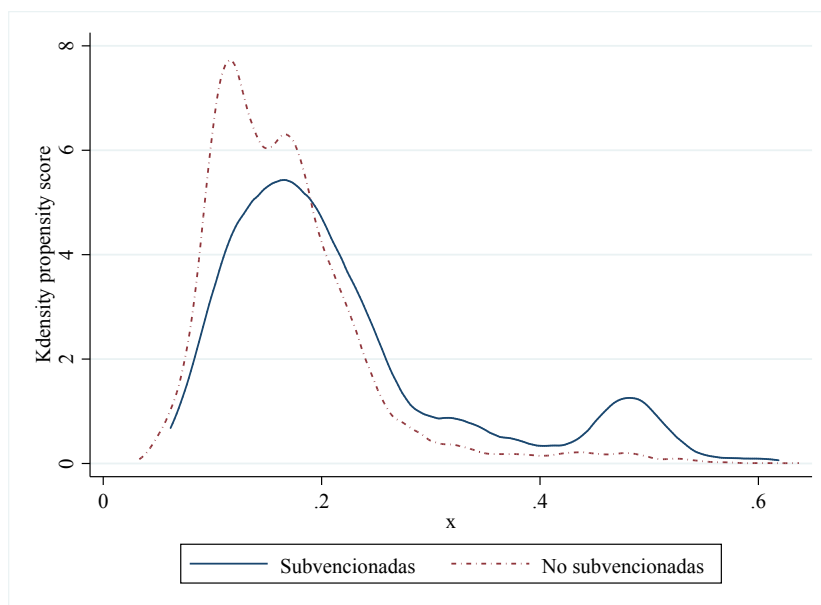


Propensity score después del emparejamiento

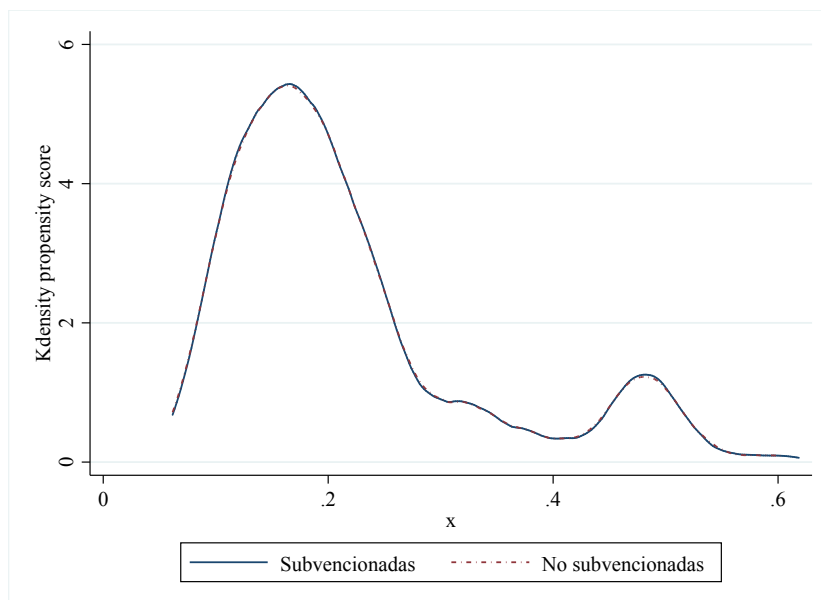


Año 2011: España

Propensity score antes del emparejamiento

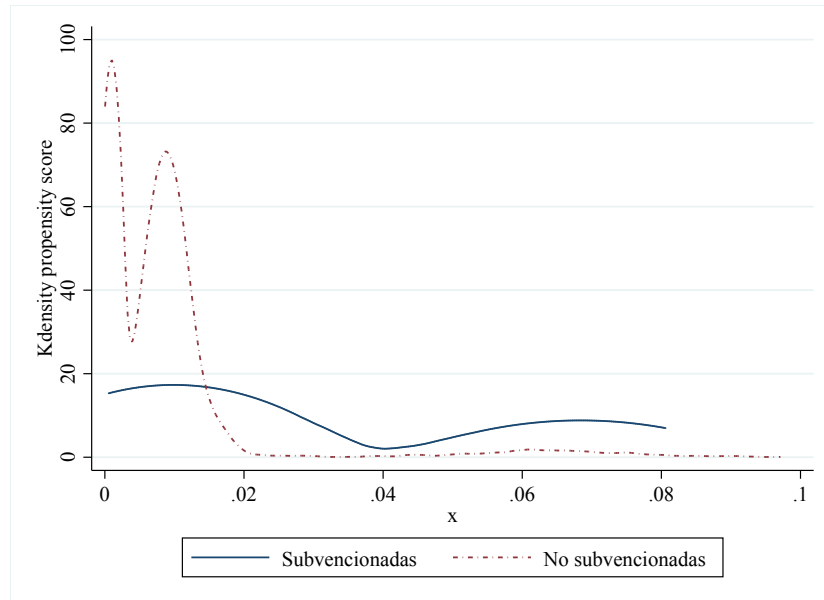


Propensity score después del emparejamiento

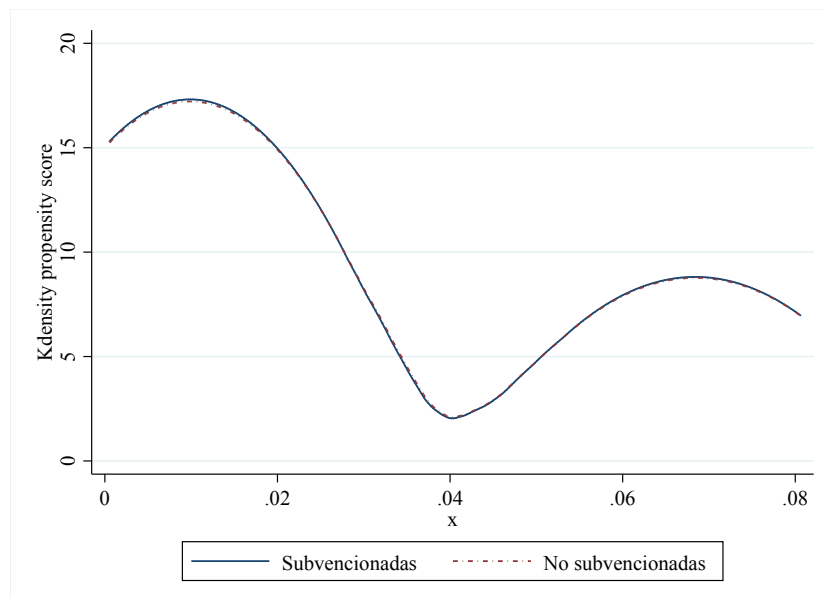


Año 2010: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

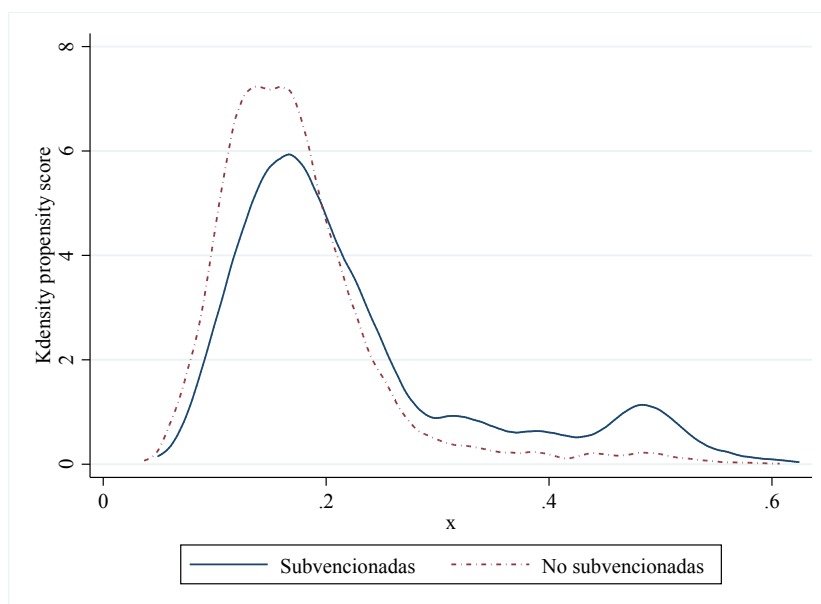


Propensity score después del emparejamiento

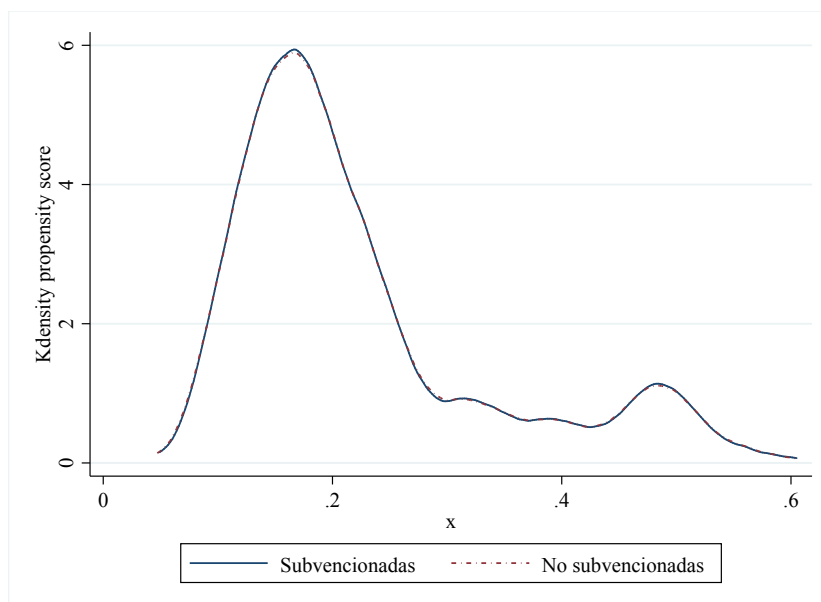


Año 2010: España

Propensity score antes del emparejamiento

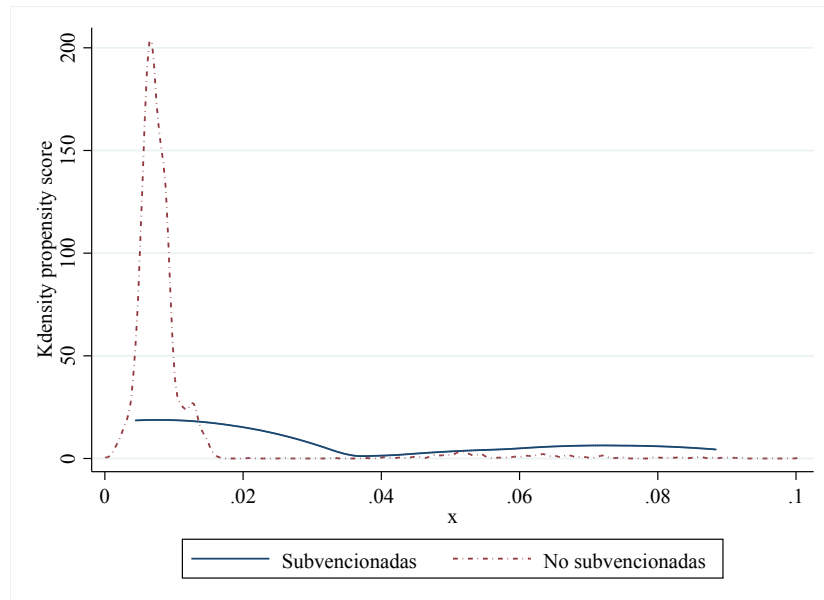


Propensity score después del emparejamiento

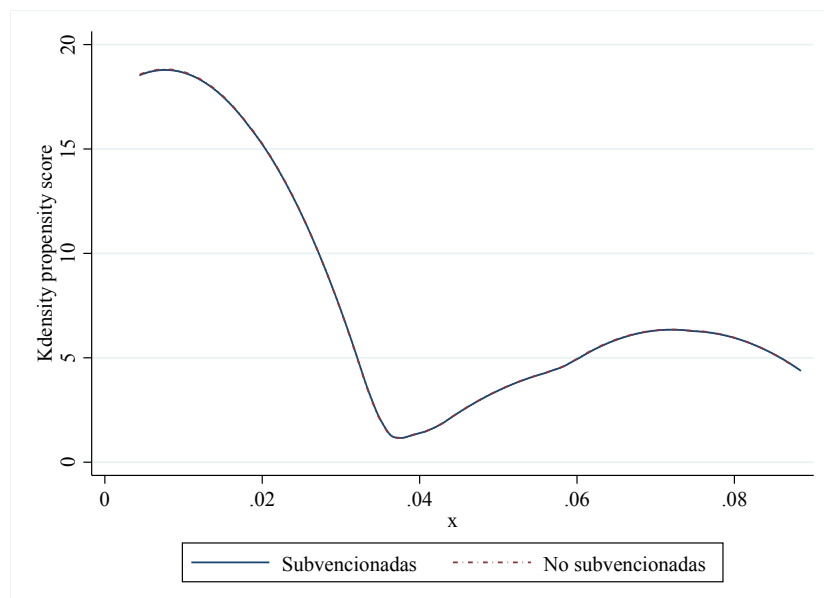


Año 2009: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

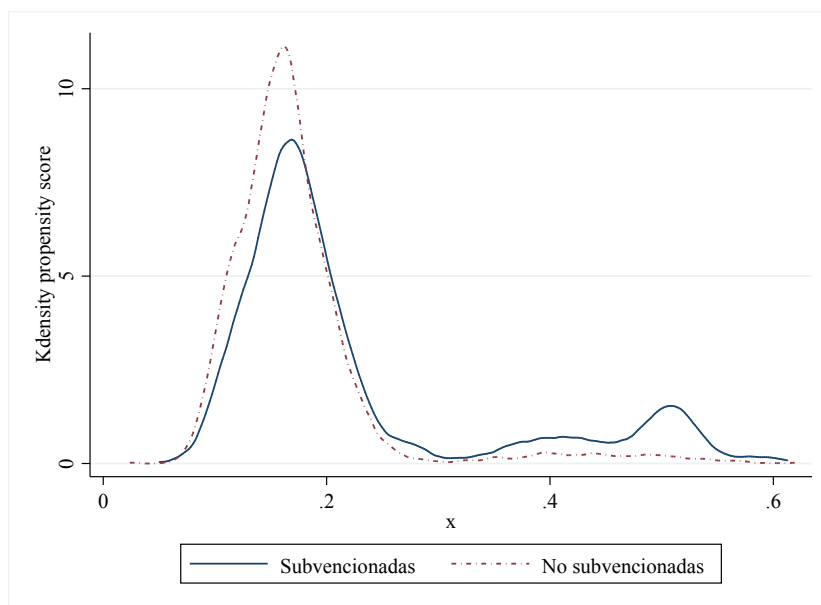


Propensity score después del emparejamiento

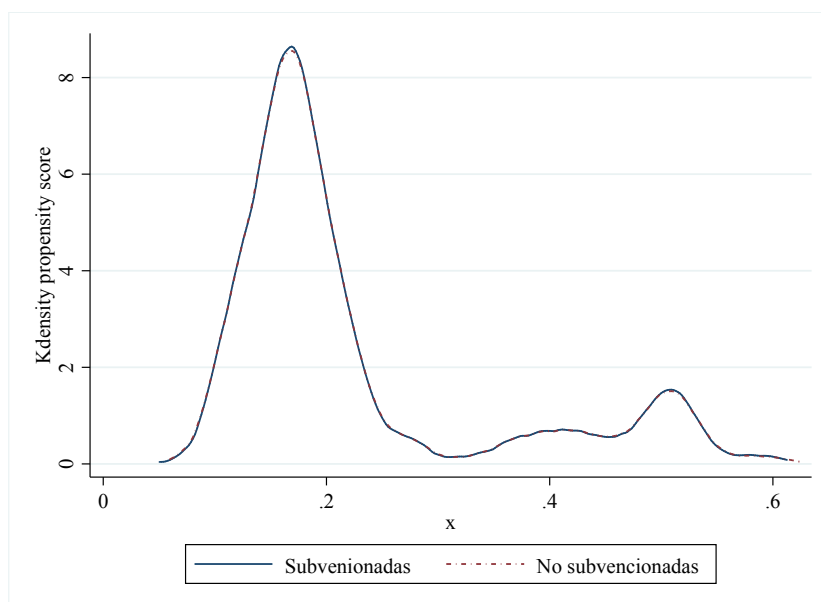


Año 2009: España

Propensity score antes del emparejamiento

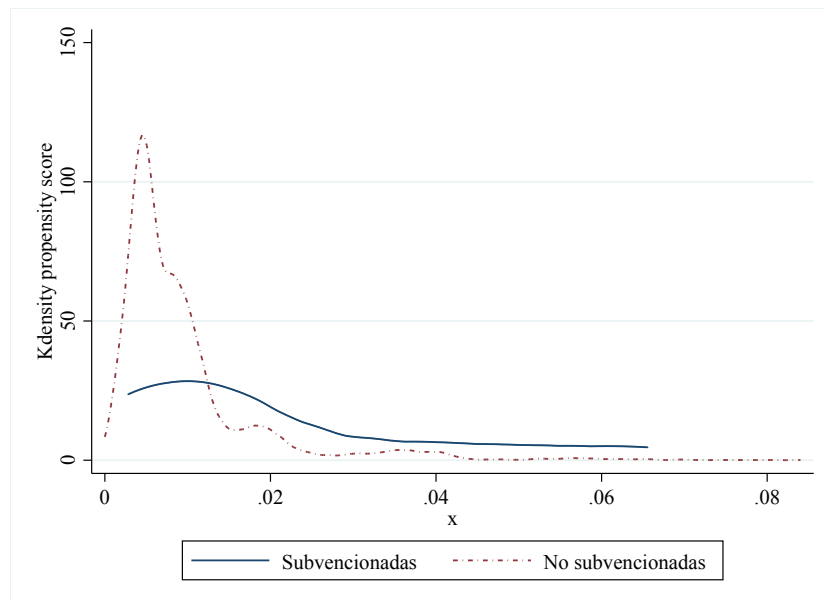


Propensity score después del emparejamiento

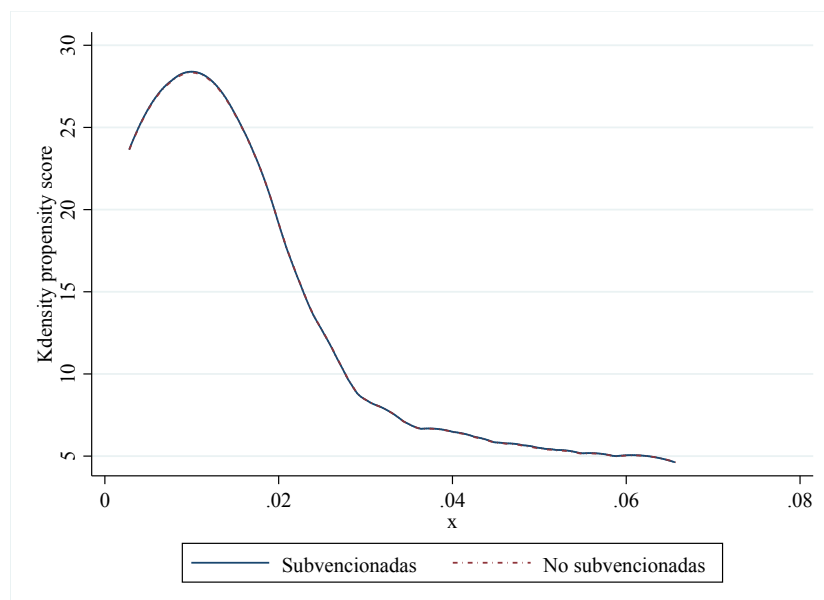


Año 2008: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

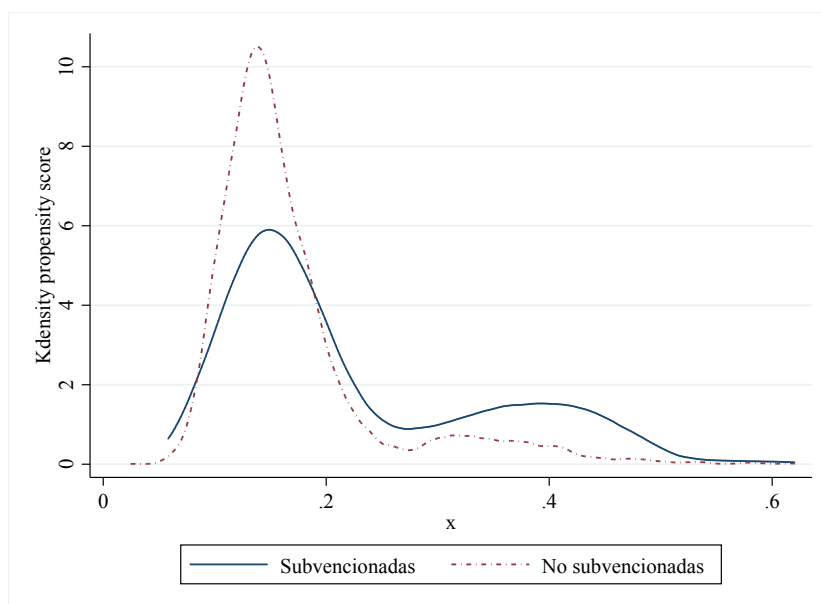


Propensity score después del emparejamiento

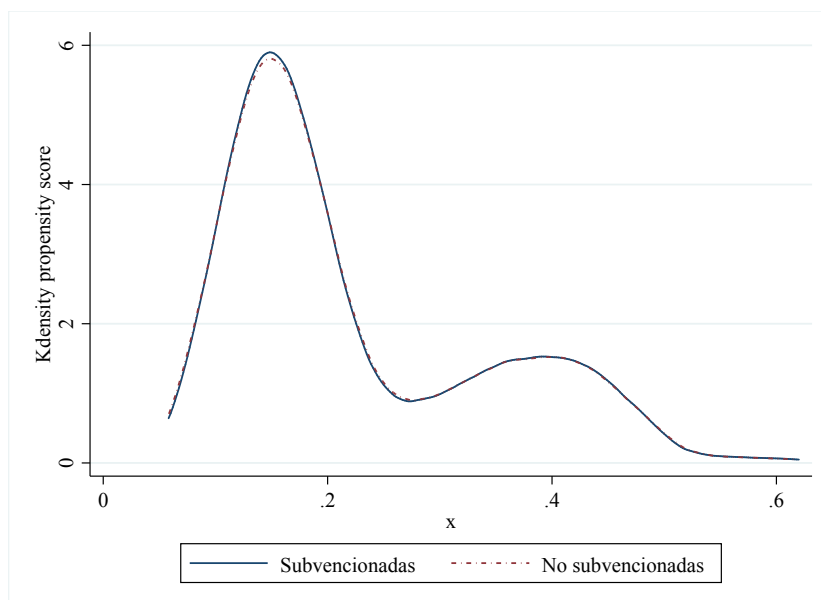


Año 2008: España

Propensity score antes del emparejamiento

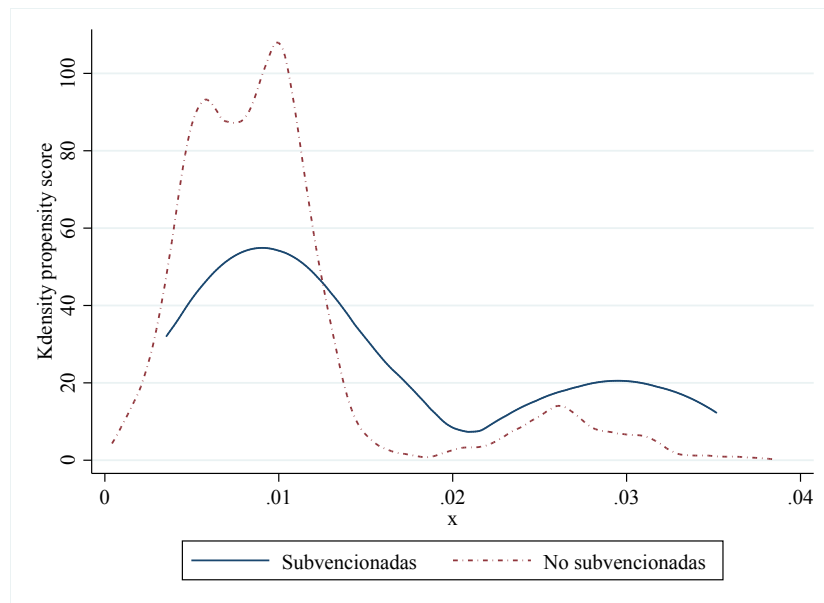


Propensity score después del emparejamiento

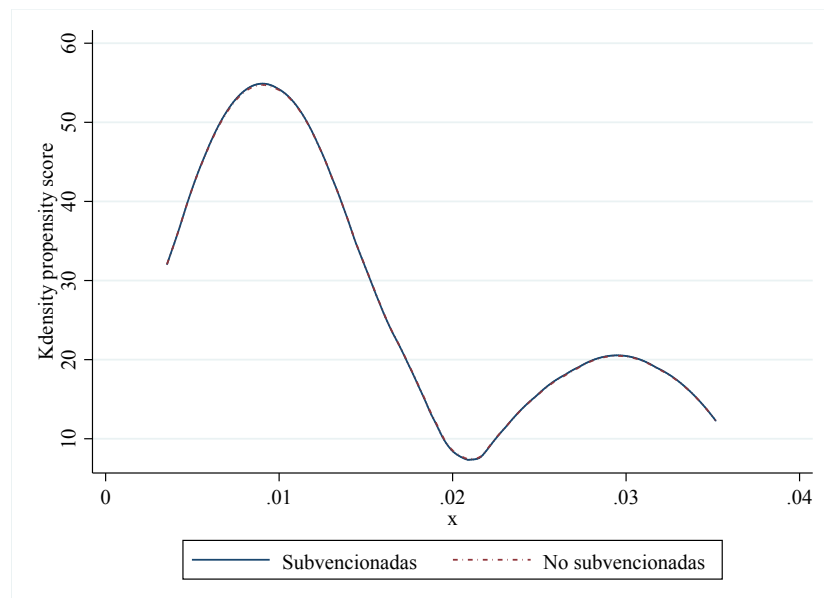


Año 2007: Castilla y León

Propensity score antes del emparejamiento

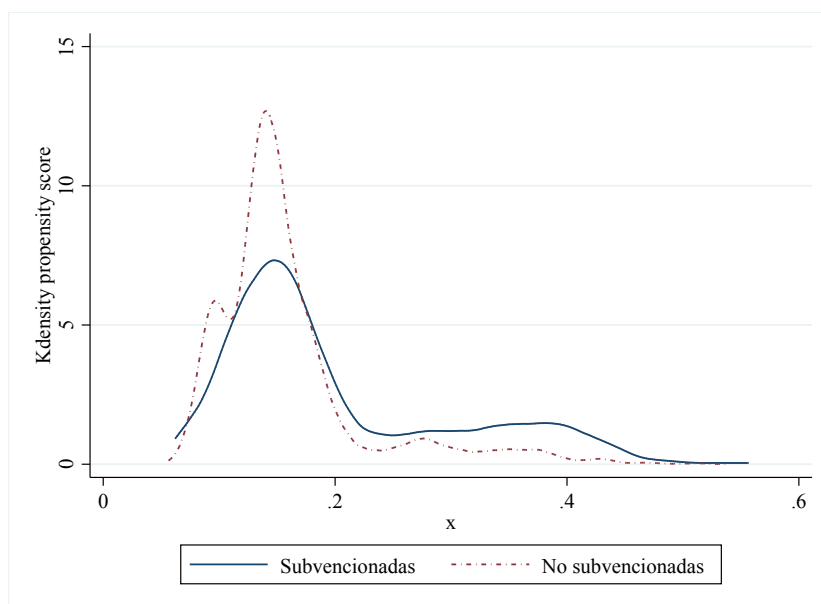


Propensity score después del emparejamiento



Año 2007: España

Propensity score antes del emparejamiento



Propensity score después del emparejamiento

