

La utilización empresarial de los resultados de investigación de las universidades en las regiones de la Unión Europea

Manuel Acosta · Joaquín M. Azagra-Caro¹ · Daniel Coronado

Resumen. El objetivo de este artículo es analizar los factores que explican el uso que hacen las empresas de los resultados de investigación de las universidades de su propia región y de otras regiones. Las referencias a artículos y patentes universitarias en los documentos de patentes registrados por empresas permiten medir esta diferencia de uso; la oferta y demanda de conocimiento universitario de cada región determinarán su comportamiento. Los datos de patentes empresariales de las regiones de la UE-27 (1997-2007) confirman que el incremento de la capacidad universitaria en términos de intensidad del gasto en I+D favorece el uso de conocimiento local y una reducción de la búsqueda de conocimiento universitario fuera de la región. El incremento de la capacidad de absorción de las empresas facilita el acceso al conocimiento universitario creado fuera de la región.

Abstract. This paper tracks university-to-firm patent citations rather than the more usual patent-to-patent or paper-to-patent citations. It explains regional and non-regional citations as a function of the characteristics of knowledge supply and demand in the region rather than explaining citations as a function of distance between citing and cited regions. Using a dataset of European Union regions for the years 1997-2007, we find that fostering university R&D capacity increases the attractiveness of the local university's knowledge base to firms in the region, but also reduces wider searches for university knowledge. Increasing the absorptive capacity of local business encourages firms to access university knowledge from outside the region.

Palabras clave: Flujos de conocimiento; citas de patentes; regiones.

Clasificación JEL: O31 – Innovación e invención: procesos e incentivos; O33 – Cambio tecnológico: opciones y consecuencias; procesos de difusión; R12 – Tamaño y distribución espacial de la actividad económica regional.

¹ J.M. Azagra-Caro (autor para correspondencia)

INGENIO (CSIC-UPV), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain
European Commission, Joint Research Centre (JRC)-Institute for Prospective Technological Studies (IPTS),
Edificio Expo, C/Inca Garcilaso 3, E-41092 Sevilla, Spain.

e-mail: jazagra@ingenio.upv.es. Tel: (+34) 963877048 ext. 78439. Fax: (+34) 963877991

M. Acosta · D. Coronado

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Cádiz, c/Duque de Nájera, 8, 11002 Cadiz, Spain.

1. Introducción

Los resultados de investigación universitarios, codificados en forma de patentes y publicaciones científicas, pueden influir en la innovación regional a través de los flujos de información entre universidades y empresas. Estos flujos se producen a partir de gran variedad de canales (vigilancia de patentes y artículos científicos, contactos personales, reuniones informales con investigadores, incorporación de graduados o estudiantes de doctorado, etc.)

Este artículo analiza las causas por las que las empresas europeas de una determinada región acceden al conocimiento universitario, tanto el producido en su propia región como el generado fuera de la región donde la empresa esté localizada. Esta perspectiva ha sido escasamente abordada en la literatura científica especializada, con algunas excepciones: Mukherji y Silberman (2013a) demostraron la importancia de la capacidad de absorción de conocimiento externo para explicar la productividad innovadora en 106 áreas metropolitanas; Acosta et al. (2011b) estudiaron la influencia de los factores externos en la colaboración científica; Abramo et al. (2010) abordaron ambas perspectivas desde una óptica nacional; finalmente Azagra-Caro (2012) analizó los factores que influyen en el acceso al conocimiento en varios países y años.

La motivación de este artículo es doble. En primer lugar, algunas regiones han invertido cantidades sustanciales en la generación de conocimiento científico y tecnológico universitario, con la esperanza de que parte de ese conocimiento se traslade a las empresas y genere crecimiento económico. Sin embargo, invertir a ciegas no parece el mejor camino porque no todo el conocimiento producido es codificado ni todo puede ser absorbido y explotado (Caragliu y Nijkamp, 2012). En particular, se pueden producir dos consecuencias negativas: i) la inversión pública destinada a estimular el conocimiento científico y tecnológico puede no tener las repercusiones deseadas en términos de efecto desbordamiento al sector empresarial; ii) si las empresas no son capaces de absorber el conocimiento interno (o externo), no se generará el cambio tecnológico deseado y, por tanto, tampoco habrá consecuencias sobre el crecimiento. La generación de conocimiento tiene un efecto positivo en la innovación, pero solo si es absorbida por las empresas (Caragliu y Nijkamp, 2012). La segunda motivación del artículo se deriva de la necesidad de utilizar una perspectiva regional en el análisis de la adquisición de conocimiento universitario. En varias instituciones (la Comisión, el Consejo de Europa y el Comité de las Regiones) se ha destacado la función de las regiones en ERA, por su creciente protagonismo en las políticas de investigación e innovación (Charles et al., 2009).

En este trabajo contrastaremos dos grupos de hipótesis. El primero tiene que ver con el papel de la capacidad de absorción empresarial del conocimiento académico. El segundo, con los resultados de investigación de las regiones, o lo que se conoce como “oportunidades universitarias”, para favorecer la adquisición del conocimiento por las empresas locales. Para el análisis partimos de una muestra de casi 6.000 referencias universitarias (artículos y patentes) contenidas en 4.000 patentes empresariales de las regiones de la UE-27 en 1997-2007.

La estructura del artículo es la siguiente. En el apartado 2 se realiza una breve revisión de la literatura y se formulan las hipótesis. En el apartado 3 se presentan los datos, las variables y los modelos. En el apartado 4, los resultados empíricos. La sección 5 recoge las conclusiones, las implicaciones políticas y algunas sugerencias para líneas futuras de investigación.

2. Revisión de la literatura e hipótesis

La incorporación a la empresa de nuevos conocimientos procedentes de instituciones externas, como por ejemplo las universidades, ha sido tratada por autores alineados con el paradigma de la innovación abierta. De acuerdo con este modelo, las empresas explotan ideas y vías externas e internas en una búsqueda continua para la mejora tecnológica (Chesbrough, 2003; Chesbrough et al. 2006). Desde el primer trabajo de Chesbrough han sido numerosos los artículos que han tratado el proceso de innovación abierta desde diferentes perspectivas, incluyendo la empresarial, industrial y regional (van de Vrande et al., 2009), identificándose nuevas tendencias y direcciones (Gassmann et al., 2010). Esta literatura proporciona un marco analítico para explicar el proceso de adquisición empresarial de conocimiento.

La noción de innovación abierta asume que el conocimiento puede ser adquirido de diferentes fuentes. Dahlander y Gann (2010) desarrollan un marco analítico para estructurar el proceso en dos dimensiones: interna/externa (Chesbrough et al., 2006) y pecuniario/no pecuniario. La innovación abierta interna es un proceso desde fuera hacia adentro y supone la apertura de los procesos de innovación a la exploración de conocimientos. La innovación abierta externa es un proceso desde dentro hacia fuera e incluye la explotación de conocimientos para la innovación. Por tanto, la innovación abierta proporciona un marco de análisis amplio que incluye diferentes dimensiones y que resulta útil para clasificar el tipo de adquisición de conocimiento objeto de este trabajo. Conforme a esta literatura, la utilización empresarial de conocimiento universitario -patentes y artículos en nuestro caso-, en sus patentes, es un tipo de proceso innovador interno y no pecuniario.

Desde una perspectiva espacial, regiones y empresas muestran comportamientos similares; una innovación exitosa depende de la combinación apropiada tanto de conocimiento local o regional como de conocimiento nacional y global (Kratke, 2010). También, como señalan Cooke et al. (2000), es imposible tratar las políticas y procesos de innovación sin hacer referencia a las interacciones entre agentes e instituciones locales-regionales, nacionales y globales.

La evidencia empírica sobre la adquisición empresarial de conocimiento externo procedente de las universidades demuestra, en primer lugar, que existe una dimensión geográfica del proceso: la distancia se ha constatado como determinante en un gran número de artículos (Jaffe, 1989; Anselin et al., 2000; Feldman y Florida, 1994; Fischer y Varga, 2003; Del Barrio-Castro y Garcia-Quevedo, 2005). El principal hallazgo de estos trabajos es que los efectos desbordamiento del conocimiento universitario o *spillovers* están localizados y contribuyen fuertemente a la innovación empresarial en zonas geográficamente próximas. Es más, los *spillovers* del conocimiento se generan sobre todo en la misma región en la que se produce la investigación (Hewitt-Dundas, 2011).

En segundo lugar, el desbordamiento del conocimiento, sea dentro o fuera de la región, no se produce automáticamente: hace falta un cierto grado de “capacidad de absorción” (Cohen y Levinthal, 1990). Es decir, las empresas deben poseer la habilidad para reconocer el valor de lo nuevo, asimilar la información externa y aplicarla (Cohen y Levinthal, 1990). Los factores que inciden en el proceso de innovación abierta, como las diferencias culturales, los modos de organización, los elementos burocráticos, la ausencia de recursos, etc. (van de Vrande et al., 2009), están relacionados con el concepto de capacidad de absorción. Haciendo uso de la terminología del paradigma de la innovación abierta, la capacidad de absorción es una condición previa para la organización de actividades innovadoras internas (Spithoven et al., 2011). Por tanto, las empresas incorporan ideas internas y externas para sus avances tecnológicos; estas ideas incluyen conocimiento proveniente de instituciones y universidades localizadas dentro y fuera de la región de la empresa, pero previamente debe existir una capacidad de absorción de ese conocimiento por parte de las empresas.

Como ya se ha mencionado, la distancia es un factor relevante para explicar el uso del conocimiento académico producido en la misma región donde la empresa está localizada. Sin embargo, algunos trabajos sugieren que el uso de conocimiento se produce también a partir de fuentes suprarregionales y globales (Gallié, 2009). Davenport (2005) señala que muchas empresas no adquieren su conocimiento a partir de fuentes próximas geográficamente, y que existen elementos que favorecen la adquisición de conocimiento externo a la región, como el

papel que desempeñan las empresas extranjeras y las multinacionales, o el comportamiento empresarial en algunos sectores tecnológicos. Boschma (2005) añade que aunque la proximidad geográfica facilita cooperación e interacción, no es una condición necesaria ni suficiente para que se produzca el proceso de aprendizaje interactivo; otras formas de proximidad sustituyen frecuentemente a la geográfica. Torre y Rallet (2005) argumentan algo similar al distinguir entre proximidad geográfica y organizada: la proximidad organizada es la habilidad de una organización para hacer que sus miembros interactúen. Cargliu y Nijkamp (2012) exploran la relación entre spillovers del conocimiento externo (medidos como la productividad total de los factores) y la capacidad regional de absorción para una muestra de regiones europeas: una baja capacidad de absorción dificulta el potencial de la región para decodificar y explotar de forma eficiente nuevos conocimientos, tanto aquellos producidos localmente, como los generados fuera de la región. Una de las razones por las que algunas empresas captan conocimiento generado en el entorno de su localización parece estar relacionada con su capacidad de absorción: si es baja, la colaboración con otras instituciones –facilitada por la proximidad geográfica– parece ser la única opción. En cualquier caso, las empresas con una buena capacidad de absorción pueden también colaborar con agentes de localizaciones alejadas para captar conocimiento (De Jong y Freel, 2010).

Esta literatura conduce a dos importantes conclusiones: primero, la distancia no es un obstáculo para la adquisición de conocimiento procedente de otras regiones cuando las empresas poseen una elevada capacidad de absorción; segundo, la adquisición de conocimiento de zonas geográficas cercanas o próximas es más sencilla para aquellas empresas con baja capacidad de absorción. Estas constataciones sugieren la formulación de dos hipótesis relacionadas con la influencia de la capacidad de absorción sobre el uso del conocimiento universitario generado dentro y fuera de la región.

Hipótesis 1: La adquisición de conocimiento codificado en forma de patentes y artículos universitarios de la propia región está relacionada negativamente con la capacidad de absorción empresarial.

Hipótesis 2: La adquisición de conocimiento codificado en forma de patentes y artículos de universidades de fuera de la región está relacionada positivamente con la capacidad de absorción empresarial.

Aunque estas hipótesis hacen referencia a la capacidad de absorción empresarial, cuando se tratan los flujos de conocimiento universitario, también deben tenerse en cuenta la estructura y características de las universidades. En consecuencia, es necesario analizar hasta qué punto la producción, calidad y características de las universidades de la región donde se localiza la

empresa está relacionada con la adquisición interna o externa de conocimiento por las empresas. Existe una abundante literatura científica que ha abordado la influencia de las universidades en el flujo de conocimiento entre el mundo científico y el mundo empresarial. Audretsch y Feldman (1996) observaron una relación positiva entre la “financiación de la investigación universitaria local” y el “valor añadido de la industria local” en el caso norteamericano; sus resultados evidencian la importancia relativa de la presencia de nuevos conocimientos en la localización y concentración de la producción industrial. Zucker et al. (2002) relacionan el input “número de investigadores estrella locales” con el output “número de nuevas empresas biotecnológicas locales”, y analizan los cambios que se producen en estas variables entre áreas geográficas desde una perspectiva económica; sus resultados revelan que el número de “investigadores estrella” es una variable determinante de la distribución geográfica de las empresas biotecnológicas norteamericanas en 1990. Branstetter (2001) identifica una relación positiva entre las “publicaciones científicas de la Universidad de California” y las patentes estatales que citan esos artículos. Laursen et al. (2011) muestran que la calidad de la universidad también desempeña un papel relevante. La localización próxima a una universidad de prestigio estimula la colaboración, y las empresas prefieren la calidad investigadora de la universidad a la proximidad geográfica.

La literatura sobre localización y formación empresarial también pone de manifiesto la importancia de las características del conocimiento académico para la existencia de *spillovers* regionales. Por ejemplo, Audretsch et al. (2004) analizan si los efectos desbordamiento son similares entre campos científicos; sus resultados apuntan a que la decisión de localización empresarial se ve influida por los resultados de las universidades -por ejemplo, en términos de investigación y número de estudiantes- y la naturaleza de esos resultados -por ejemplo, la especialización científica. Otros estudios han puesto de manifiesto, en diferentes contextos, la relación entre el gasto en I+D universitaria y el número de empresas de alta tecnología establecidas en la zona (Harhoff, 1999, sobre el caso alemán, y Woodward et al., 2006, sobre el norteamericano). Abramovsky et al. (2007) analizan la proximidad de las actividades de I+D empresariales a los departamentos de investigación universitarios de calidad en el Reino Unido; Acosta et al. (2011a) ponen de manifiesto la relación entre diversos outputs universitarios y la localización de nuevas empresas en España.

Por tanto, es de prever que un entorno geográfico con una buena presencia universitaria incremente las oportunidades empresariales para el acceso y absorción de nuevos conocimientos científicos, en comparación con aquellas empresas localizadas en regiones con una menor oferta de conocimiento universitario. También podemos esperar que aquellas

empresas en regiones con peores oportunidades científicas y tecnológicas adquieran el conocimiento necesario para el desarrollo de su actividad fuera de la región. A partir de estas premisas, podemos formular las siguientes hipótesis:

Hipótesis 3: La adquisición de conocimiento codificado, en forma de patentes y artículos científicos generados por universidades de la región, está relacionado positivamente con la capacidad de esas universidades para producir ese tipo de conocimiento.

Hipótesis 4: La adquisición de conocimiento codificado, en forma de patentes y artículos generados por universidades de fuera de la región donde la empresa se localiza, está relacionado negativamente con la capacidad de las universidades locales de producir conocimiento científico y tecnológico.

3. Datos, variables y modelo

La recogida de datos fue diseñada por el Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS) en 2009 y se llevó a cabo por un consorcio internacional de investigadores de la Universidad de Newcastle, Incentium (*KU Leuven Research and Development*) y el Centro de Estudios de Ciencia y Tecnología (CWTS). La Figura 1 detalla la construcción de la muestra. Se utilizó la base de datos PATSTAT, de la Oficina Europea de Patentes (EPO), para construir una muestra de 228.594 patentes europeas solicitadas en el período 1997-2007; a continuación se identificaron un total de 10.307 patentes con referencias universitarias: citas de patentes solicitadas por una universidad o citas de artículos listados en la *Web of Science* de autores universitarios. En el caso de los artículos, la principal limitación de la recogida de datos es que se ha recogido la “afiliación única”; es decir, no contempla la posibilidad de que una publicación tenga más de un autor, lo que implica que el número de referencias universitarias está subestimado.

Figura 1 aquí.

Cada patente tiene una media de 1,2 solicitantes, lo que significa alrededor de 12.000 solicitantes; cada solicitante cita de media 2 referencias universitarias, por lo que el número de citas a patentes y artículos universitarios es 24.000. Para la asignación de las citas del solicitante y la universidad a cada región NUTs II se han excluido las citas de solicitantes de fuera de la UE-27 y algunas pocas de la UE-27 para las que no se disponía de información regional (Figura 2). Para el contraste de hipótesis se han considerado exclusivamente las patentes empresariales, lo que conduce a alrededor de 13.000 citas para las que puede establecerse la correspondencia “región de la empresa solicitante-región de la universidad citada”.

Figura 2 aquí.

Variables Dependientes. En nuestras estimaciones consideraremos dos variables dependientes:

- Una primera variable incorpora la adquisición o uso de conocimiento universitario regional interno, captado por el número de citas a universidades locales en patentes presentadas por las empresas de la propia región.
- Una segunda variable recoge la adquisición o uso de conocimiento universitario regional externo, medido por el número de citas en las patentes empresariales a universidades localizadas fuera de la región donde se ubica la empresa.

Variables independientes:

- Capacidad de absorción (AC). La literatura sobre indicadores para cuantificar la capacidad de absorción empresarial está limitada fundamentalmente a los gastos de I+D o a la presencia de unidades de I+D en la empresa y en la región. Otros indicadores tienen en cuenta los recursos humanos o las redes. En este artículo usaremos el esfuerzo en I+D como variable *proxy* de la capacidad de absorción (I+D empresarial como porcentaje del PIB). Cohen y Levinthal (1990) usaron datos de I+D empresarial interna y, en trabajos posteriores, también la I+D empresarial para analizar la capacidad de acceso a fuentes de conocimiento externo (por ejemplo, Kim, 1997 y Kodama, 1995, ponen de manifiesto el papel de la I+D interna para reflejar la habilidad empresarial a la hora de adquirir y asimilar conocimiento externo). Sin embargo, el uso de este indicador exige asumir que la búsqueda y el acceso a la información están perfectamente correlacionados con el desarrollo del conocimiento interno para el que el gasto de I+D haya sido utilizado, y además que el conocimiento universitario esté libremente disponible; la explotación de ese conocimiento por las empresas no requeriría inversión adicional a la exigida para el desarrollo de innovaciones de las empresas.
- Oportunidades tecnológicas universitarias (U). Reflejaremos la capacidad universitaria para producir publicaciones y patentes en cada región a partir del gasto universitario en I+D como porcentaje del PIB regional. Esta variable refleja la habilidad del sistema universitario para producir resultados. Es de prever que un mayor esfuerzo universitario en I+D genere mayores resultados, que se traducirán en un incremento de las oportunidades empresariales para adquirir y explotar dicho conocimiento.

- Para controlar la especialización regional (S) se calculará una medida similar al índice

de ventaja tecnológica
$$TAI = \frac{P_{ij} / \hat{a}_{s-1}^S P_{is}}{\hat{a}_{i=1}^N P_{is} / \hat{a}_{i=1}^N \hat{a}_{s=1}^S P_{is}}$$
, donde $P_{is} / \hat{a}_{s=1}^S P_{is}$ es el número de

patentes de la región i en el sector j sobre el número de patentes del conjunto de sectores de la región i; $\hat{a}_{s=1}^N P_{is} / \hat{a}_{i=1}^N \hat{a}_{s=1}^S P_{is}$ es el número de patentes de todas las regiones en el sector s sobre el número total de patentes. Para construir el índice utilizamos la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) con ocho clases tecnológicas.

- El tamaño de la región (Z) se introduce en el modelo a partir del número de patentes empresariales de cada región. Esta variable evita obtener relaciones espurias derivadas del hecho de que las regiones con más patentes sean las que más citen.

La naturaleza de los datos hace conveniente la estimación de un modelo binomial negativo, con efectos fijos o aleatorios, para captar el hecho de que las observaciones (regiones) están agrupadas en clústeres (países). La decisión de usar un análisis con dos niveles jerárquicos (regiones agrupadas en países) cumple un doble objetivo: (a) La inclusión en el modelo de efectos aleatorios asume la presencia de heterogeneidad entre unidades geográficas (regiones de un mismo país). El modelo jerárquico permite evaluar la heterogeneidad regional no observada junto con los efectos fijos del país sobre la adquisición de conocimiento. (b) La estimación de este tipo de modelos permite afrontar el proceso de inferencia con todas las garantías. Ignorar este tipo de agrupaciones entre regiones podría producir estimadores sesgados (Wooldridge, 2003).

A continuación resumimos los modelos básicos:

1. Un modelo binomial negativo con estructura jerárquica (regiones agrupadas en países) para el análisis de la adquisición interna de conocimiento generado en la misma región de localización de la empresa.
2. Un modelo binomial negativo con estructura jerárquica (regiones agrupadas en países) para el análisis de la adquisición externa de conocimiento universitario generado fuera de la región donde se localiza la empresa.

La propuesta anterior incluye las especificaciones básicas. Sin embargo, conocida la estructura de la muestra, la naturaleza de los datos y el número de ceros de cada muestra, el análisis empírico se extenderá para considerar algunos modelos adicionales:

3. Para la adquisición interna de conocimiento, un modelo binomial negativo y un modelo binomial negativo de ceros inflados con una estructura de datos agrupados (*pooled*) y errores estándar robustos.
4. Para la adquisición externa de conocimiento un modelo binomial negativo y un modelo binomial negativo de ceros inflados con una estructura de datos agrupados (*pooled*) y errores estándar robustos (los clústeres son los países).

Se han agregado patentes y citas por región y año para obtener un panel de datos que permita confrontar nuestra información con la que proporciona Eurostat. El resultado final permite construir una muestra de 2.365 observaciones (Figura 3). De éstas, 1.181 no tienen patentes empresariales, lo que limita el número de regiones/año con cantidades diferentes de cero. A este problema se le añade el derivado de la falta de algunos datos en Eurostat sobre intensidad de la I+D universitaria y empresarial, que se utilizarán como variables explicativas de nuestras estimaciones. Tras esta pérdida de datos, nuestra muestra queda reducida a 503 observaciones correspondientes a 22 países de la UE-27 desde 1997 a 2007. El número final de patentes se reduce a cerca de 4.000 y el número de citas universitarias a casi 6.000.

Figura 3 aquí.

En las Tablas 1 y 2 se presentan los estadísticos descriptivos atendiendo a las dos especificaciones econométricas sugeridas en el apartado anterior. Puesto que la estimación de los modelos con efectos fijos requiere que los países con solo una observación sean omitidos, el número de observaciones difiere entre modelos.

Tablas 1 y 2 aquí.

Las dos variables dependientes muestran comportamientos dispares. En el modelo de adquisición empresarial de conocimiento universitario interno, de las 464 observaciones, 388 son ceros y 76 presentan una o más citas (Tabla 1). En el modelo de adquisición empresarial externa de conocimiento, solo 5 observaciones presentan 0 citas, mientras que 494 regiones tienen una o más citas (Tabla 2).

4. Resultados

En esta sección presentamos los resultados del análisis de la adquisición empresarial interna y externa de conocimiento a partir de los dos tipos de modelos estimados (datos jerárquicos y datos agrupados).

En la Tabla 3, columnas 1 y 2, y 4 y 5, se muestran los modelos anteriores para la estimación con datos de estructura jerárquica, y efectos fijos y aleatorios. Para facilitar la comparación

entre diferentes estimaciones se ha usado el mismo número de observaciones (464 para la adquisición interna de conocimiento y 499 para la externa).

Tabla 3 aquí.

Las columnas 3 y 6 de la Tabla 3 muestran los modelos anteriores, para el mismo número de observaciones, pero con datos agrupados. Dada la naturaleza de la variable dependiente, se ha estimado un modelo binomial negativo de ceros inflados (ZINB) para la adquisición interna de conocimiento y un modelo binomial negativo (NB) para la adquisición externa de conocimiento (ambos modelos son preferidos según el test de Vuong).

Los resultados para la adquisición de conocimiento interno están basados en la columna 3 de la Tabla 3, ya que el test de razón de verosimilitud sugiere que la estructura agrupada de datos es preferida a la jerárquica (columnas 1 y 2). En ese caso se observa que la capacidad de absorción de las empresas de la región no es determinante para el uso del conocimiento científico y tecnológico generado por las universidades de la misma región de la empresa. Por tanto, no podemos confirmar la Hipótesis 1. Este hecho es coherente con la evidencia empírica previa que muestra un desajuste en Europa entre potencial industrial y producción de conocimiento tecnológico universitario de las regiones; ambas variables presentan una escasa relación (Acosta et al., 2009).

Las columnas 4 y 5 muestran que la capacidad de absorción empresarial determina el uso del conocimiento universitario externo a la región (los datos agrupados, como sugiere el test LR, son preferidos a los *pooled*). Las regiones con una mayor actividad en I+D empresarial tienen una mejor capacidad de absorber el conocimiento científico y tecnológico generado por universidades de fuera de la región donde se localiza la empresa (otro país u otras regiones del mismo país). Los resultados confirman la Hipótesis 2.

En cuanto a la influencia de las oportunidades universitarias de cada región, los resultados muestran que el uso empresarial del conocimiento universitario generado en la misma región está positivamente relacionado con la intensidad en el gasto universitario en I+D. Cuanto mayor es la capacidad investigadora de las universidades de la región, mayor es el número de empresas que se benefician del conocimiento generado en ellas, lo que confirma la Hipótesis 3.

En las columnas 4 y 5 se contrasta el efecto de la capacidad de las universidades regionales sobre la adquisición de conocimiento externo a la región. La calidad de las universidades de la región está negativamente relacionada con la adquisición de conocimiento de universidades de fuera de la propia región, lo que confirma la Hipótesis 4.

Los modelos de efectos fijos, estimados a partir de los datos de panel, cuentan con 464 y 499 observaciones; para facilitar la comparación de resultados hemos forzado el mismo número de observaciones para los modelos de efectos aleatorios. Como contraste de robustez estimaremos especificaciones como las anteriores pero sin restricciones en el número de observaciones para cada modelo, lo que redundará en un mayor número de datos (aunque la selección estadística de modelos sea más incierta). El número de observaciones se incrementa finalmente a 503.

El modelo seleccionado para el análisis del uso del conocimiento interno es el ZINB con datos *pooled* (Tabla 4, columna 3); para el análisis del uso del conocimiento externo es el NB con datos jerárquicos (Tabla 4, columna 6).

Tabla 4 aquí.

Las nuevas estimaciones confirman los resultados previos y conducen a los mismos resultados en los contrastes de hipótesis.

5. Conclusiones

El conocimiento adquirido por las empresas de una región en forma de *spillovers* depende tanto de la capacidad de absorción empresarial como de la capacidad de las universidades de la región donde se localiza la empresa. Las hipótesis planteadas se han contrastado a partir de la estimación de una función de adquisición del conocimiento universitario interno y externo por las empresas.

Nuestros resultados rechazan la Hipótesis 1 y nos permiten aceptar las Hipótesis 2, 3 y 4. La capacidad de absorción de las empresas no explica la adquisición interna de conocimiento científico y tecnológico universitario; sin embargo, sí resulta relevante para la adquisición externa de conocimiento por las empresas. Las oportunidades universitarias -la capacidad de las universidades de la región- ejercen una influencia positiva y relevante en la adquisición de conocimiento interno; el efecto es negativo y relevante para explicar la adquisición externa de conocimiento universitario (de otra región o país).

A continuación se perfilan algunas implicaciones para las políticas de I+D e innovación de nuestros resultados. Todos los gobiernos regionales están interesados en estimular el crecimiento económico y una vía para alcanzar ese objetivo es favorecer la competitividad de las empresas de la región, facilitando la adquisición de conocimiento universitario para desarrollar o mejorar sus actividades innovadoras.

- Si el objetivo del gobierno regional es favorecer el uso del conocimiento universitario producido en la región, nuestros resultados sugieren que la atención debería centrarse

en los factores de oferta e invertir en I+D para la generación de ciencia y tecnología de sus universidades. Sin embargo, existe una relación negativa entre el uso externo de conocimiento universitario y la producción interna de conocimiento universitario, lo que pone de manifiesto la existencia de efectos contrapuestos: la generación de más artículos y patentes universitarias favorece el uso de conocimiento interno, pero disminuye la adquisición de conocimiento externo por las empresas. El motivo de este doble efecto está relacionado con la disponibilidad de conocimiento; las empresas buscan fuera lo que no pueden encontrar en la propia región. Si el volumen de conocimiento universitario disponible en la región aumenta, la probabilidad de que sea utilizado también aumenta, disminuyendo en consecuencia la probabilidad de adquirirlo fuera de la región. Si el nivel de conocimiento existente es similar entre las universidades de la región y las de fuera de la región, es de prever que las empresas prefieran usar el conocimiento más próximo geográficamente, ya que será más sencilla su adquisición y aplicación (por ejemplo, por el idioma en el que puede estar escrita una patente) y más fácil, y hasta más barato, acceder a los recursos humanos que han generado ese conocimiento.

- Si el objetivo es la adquisición de conocimiento por las empresas de forma amplia, sin atender a límites regionales, la acción política debe estar orientada a actuar sobre la capacidad de absorción, en línea con lo sugerido por Huggins y Kitagawa (2012) quienes, basados en las experiencias de Escocia y Gales, sugieren que el mejor uso del conocimiento se realiza uniéndolo a un entorno global en lugar de establecer relaciones locales o dentro de la región. En este caso la capacidad de absorción podría incrementarse con medidas de estímulo a la I+D e iniciativas para fomentar la adquisición de fondos de capital riesgo.

Las limitaciones de nuestro estudio apuntan a varias líneas futuras de investigación. El artículo analiza un mecanismo de explotación del conocimiento producido por las universidades, a partir de unos datos muy específicos: las citas de documentos universitarios en las patentes empresariales. No debe olvidarse que la mayor influencia para la mejora de las capacidades de las empresas son mecanismos tácitos como la formación eficiente de titulados. El estudio de dichos mecanismos añadiría mayor fiabilidad a nuestros resultados. Otra posibilidad es obtener una muestra más amplia de datos que diferencie las citas por universidades, tipo de literatura citada (patentes u otro tipo de documento) y el origen de la cita (incorporada por el solicitante o por el examinador de la patente). Otra limitación de nuestro análisis tiene que ver con el número de citas a universidades de la propia región, que

es demasiado bajo para obtener resultados más consistentes. Adicionalmente, podría completarse el análisis contrastando nuestra medida de proximidad, la frontera regional, con medidas alternativas, como las derivadas de la distancia (Mukherji y Silberman, 2013b).

La incorporación de medidas alternativas de la capacidad de absorción empresarial y de la oferta universitaria enriquecería los resultados, aunque ese esfuerzo requeriría un ímprobo trabajo de definición y concreción a nivel regional, poco factible a corto plazo. La reproducción del análisis con una desagregación geográfica mayor, hasta NUTs III permitiría incorporar nuevas variables, si bien los decisores políticos de estas ciudades/regiones tienen menos margen de maniobra que los de las regiones NUTs II. A este inconveniente se une el hecho de que el número de citas serían más escaso y la disponibilidad de estadísticas de I+D, casi inexistente.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de ERAWATCH, una iniciativa conjunta de la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea y el Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS). Los comentarios y opiniones son solo de los autores y no reflejan necesariamente los de la Comisión Europea. Ni la Comisión Europea ni otros actores involucrados en la iniciativa son responsables del uso que se ha hecho de los datos. Joaquín M^a Azagra Caro agradece tanto el apoyo institucional de René van Bavel y Xabier Goenaga, como el trabajo del consorcio internacional que creó la base de datos, especialmente a Herny Etzkowitz, Marina Ranga y a los miembros de *Incentim* y CWTS, liderados respectivamente por Bart Van Looy y Robert J. W. Tijssen. La investigación ha sido posible gracias a la financiación del Proyecto 2091 de la Universidad Politécnica de Valencia y del Proyecto P08-SEJ-03981 de la Junta de Andalucía. Los autores quieren agradecer los comentarios y aportaciones de los asistentes a Technology Transfer Society Annual Conference 2012, Triple Helix Conference 2013, ISSI Conference 2013 y XI Congreso Aecpa 2013 (especialmente a nuestra relatora Laura Cruz), donde se han presentado versiones previas de este trabajo.

Bibliografía

- Abramovsky, L., Harrison, R. Simpson, H., 2007. University Research and the Location of Business R&D. *Economic Journal* 117, C114-41
- Abramo, G., D'Angelo, C.A., & Solazzi, M. (2010). Assessing public-private research collaboration: is it possible to compare university performance? *Scientometrics*, 84, 173-197.
- Acosta, M., Coronado, D., León, M. D., Martínez, M. Á. 2009. Production of University Technological Knowledge in European Regions: Evidence from Patent Data. *Regional Studies*

43(9): 1167-1181.

- Acosta, M., Coronado, D., Flores, E., 2011a. University spillovers and new business location in high-technology sectors: Spanish evidence. *Small Business Economics* 36, 365-376.
- Acosta, M., Coronado, D., Ferrándiz, E., León, M., 2011b. Factors affecting inter-regional academic scientific collaboration within Europe: the role of economic distance. *Scientometrics* 87, 63-74.
- Anselin, L., Varga, A., Acs, Z. J., 2000. Geographic and sectoral characteristics of academic knowledge externalities. *Papers in Regional Science* 794, 435-443.
- Audretsch, D., Feldman, M. P., 1996. R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review* 86, 630-640.
- Audretsch, D., Lehmann, E., Warning, S., 2004. University Spillovers: Does the Kind of Science Matter? *Industry and Innovation* 11, 193–206.
- Azagra-Caro, J. M., 2012. Access to universities' public knowledge: who's more nationalist? *Scientometrics* 91(3), 671-691.
- Boschma, R.A., 2005. Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies* 39, 61–74.
- Branstetter, L. G., 2001. Are knowledge spillovers international or intranational in scope? Microeconomic evidence from the U.S. and Japan. *Journal of International Economics* 531, 53–79.
- Caragliu, A.; Nijkamp, P., 2012. The impact of regional absorptive capacity on spatial knowledge spillovers: the Cohen and Levinthal model revisited. *Applied Economics* 44, 1363-1374.
- Charles, D.; Damianova, Z.; Maroulis, N., 2009. Contribution of policies at the regional level to the realisation of the European Research Area. Prepared by ERAWATCH NETWORK ASBL.
- Chesbrough, H., 2003. *Open innovation: the new imperative for creation and profiting from technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., and West, J., (eds.), 2006. *Open innovation: researching a new paradigm*. Oxford: Oxford University Press.
- Cohen, W., Levinthal, D., 1990. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly* 35, 128–152.
- Cooke, P., Boekholt, P., Tödting, F., 2000. *The Governance of Innovation in Europe*. Pinter, London.
- Dahlander, L. Gann, D.M., 2010. How open is innovation? *Research policy* 39, 699-709.
- Davenport, S., 2005. Exploring the role of proximity in SME knowledge-acquisition. *Research policy* 34, 683-701.
- de Jong J.P.J., Freel M., 2010. Absorptive capacity and the reach of collaboration in high

- technology small firms. *Research Policy* 39, 47–54.
- Del Barrio-Castro, T., Garcia-Quevedo, J. A., 2005. Effects of university research on the geography of innovation. *Regional Studies* 39, 1217–1229.
- Feldman, M., Florida, R., 1994. The Geographic Sources of Innovation: Technological Infrastructure and Product Innovation in the United States. *Annals of the Association of American Geographers* 84, 210–229.
- Fischer, M., Varga, A., 2003. Spatial knowledge spillovers and university research: Evidence from Austria. *Annals of Regional Science* 37, 303–322.
- Gallié, E.P., 2009. Is Geographical Proximity Necessary for Knowledge Spillovers within a Cooperative Technological Network? The Case of the French Biotechnology Sector, *Regional Studies* 43(1), 33–42.
- Gassmann, O., Enkel, E. Chesbrough, H., 2010. The future of open innovation. *R&D Management* 40, 213–221.
- Harhoff, D., 1999. Firm Formation and Regional Spillovers—Evidence from Germany. *Economics of Innovation & New Technology* 8, 27–55.
- Hewitt-Dundas, N., 2011. The role of proximity in university-business cooperation for innovation. *Journal of Technology Transfer* DOI 10.1007/s10961-011-9229-4.
- Huggins, R., Kitagawa, F. 2012. Regional policy and university knowledge transfer: perspectives from devolved regions in the UK, *Regional Studies* 46(6), 817–832.
- Jaffe A.B., 1989. Real effects of academic research. *American Economic Review* 79, 957–970.
- Kim, L., 1997. Imitation to innovation: the dynamics of Korea’s technological learning. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Kodama, F., 1995. Emerging patterns of innovation: sources of Japan’s technological edge. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Kratke, S., 2010. Regional knowledge networks. A network analysis approach to the interlinking of knowledge resources. *European Urban and Regional Studies* 17, 83–97.
- Laursen, K., Reichein, T., Salter, A., 2011. Exploring the Effect of Geographical Proximity and University Quality on University–Industry Collaboration in the United Kingdom. *Regional Studies* 45, 507–52.
- Mukherji, N., Silberman, J. 2013a. Absorptive capacity, knowledge flows, and innovation in U.S. Metropolitan Areas. *Journal of Regional Science* (forthcoming).
- Mukherji, N., Silberman, J., 2013b. Knowledge Flows between Universities and Industry: The Evidence from Patent Citations. *Technology Transfer Society (T2S) Annual Conference*, New York, 19–20 April.
- Spithoven A., Clarysse B., Knockaert, M. 2011. Building absorptive capacity to organise inbound

- open innovation in traditional industries. *Technovation* 31, 10–21.
- Torre, A., Rallet, A. 2005. Proximity and Localization. *Regional Studies* 39(1), 47-59.
- van de Vrande, V., deJong, J. P. J., Vanhaverbeke, W. de Rochemont, M., 2009. Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation* 29, 423–437.
- Woodward, D., Figueiredo, O., Guimaraes, P., 2006. Beyond the Silicon Valley: University R&D and High-Technology Location. *Journal of Urban Economics* 60, 15–32.
- Wooldridge, J. M., 2003. Cluster-sample methods in applied econometrics. *American Economic Review* 93, 133–138.
- Zucker, L., Darby, M., Armstrong, J., 2002. Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology. *Management Science* 48, 138-153.

Figuras

Figura 1
Referencias universitarias en patentes directas de la EPO, 1997-2007

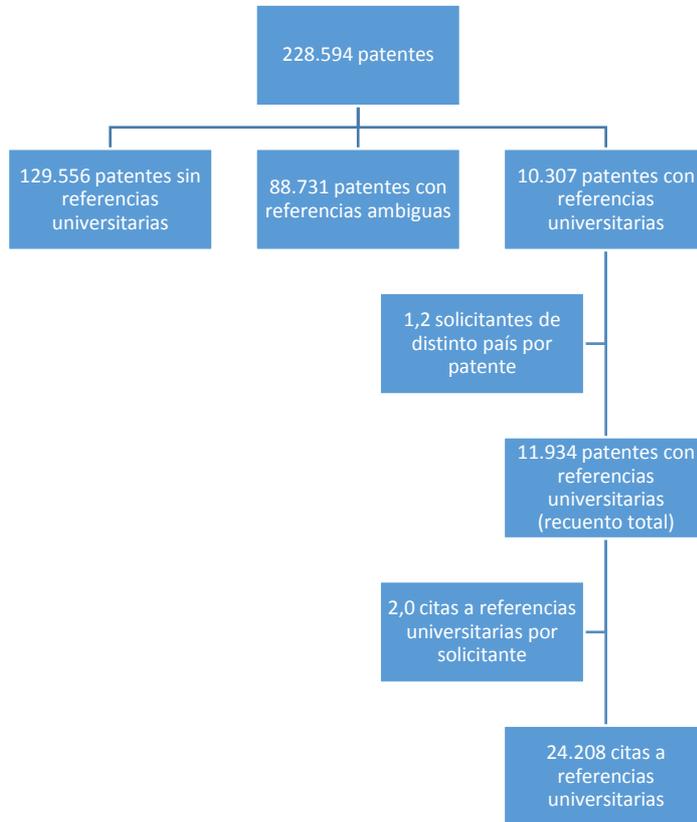


Figura 2
Citas a las referencias universitarias en patentes directas de la EPO, 1997-2007

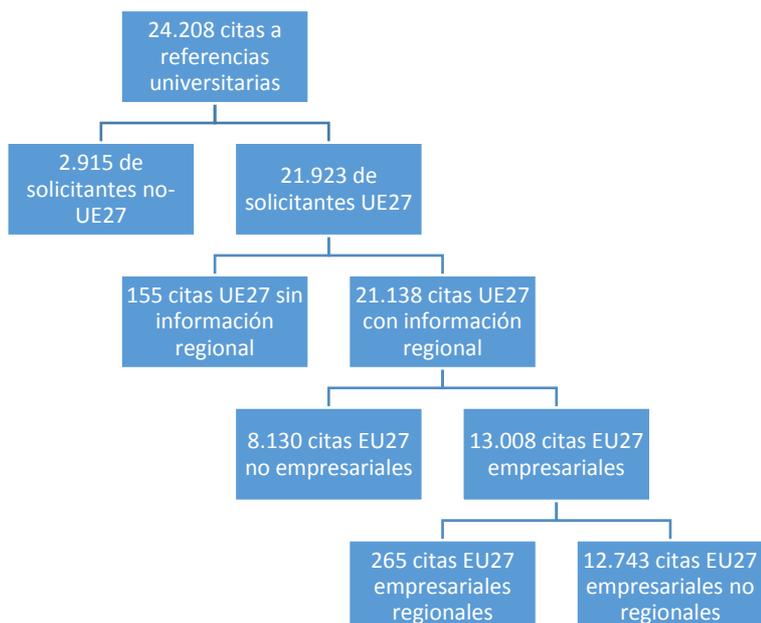
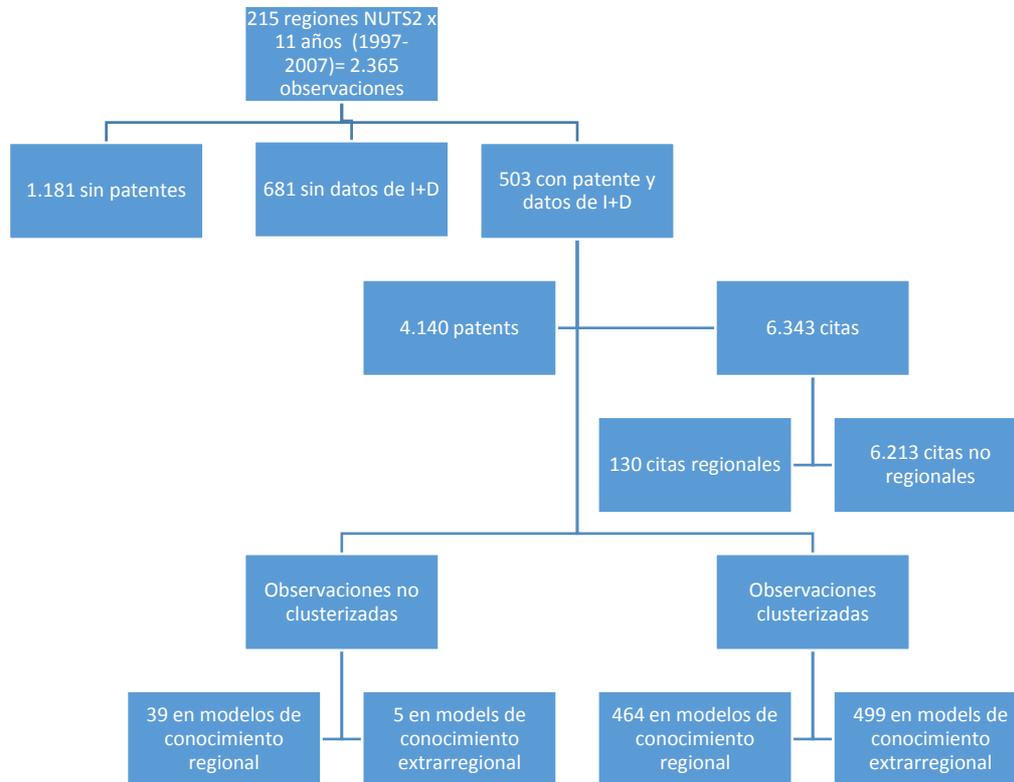


Figura 3
El panel



Tablas

Tabla 1 Muestra de datos sobre conocimiento universitario regional interno: estadísticos descriptivos

	Media	Desv. est.	Mínimo	Máximo
Adquisición de conocimiento universitario regional interno	0,280	0,763	0	6
A=I+D empresarial/PIB	1,135	0,890	0,04	6,83
U=I+D universitaria/PIB	0,395	0,205	0,01	1,30
Número de patentes	8,933	17,515	1	151
espA	0,931	0,690	0	3,83
espB	0,684	0,960	0	7,42
espC	0,693	0,595	0	2,17
espD	0,313	1,504	0	22,19
espE	0,294	1,320	0	17,20
espF	0,505	1,211	0	8,57
espG	0,598	0,618	0	3,94
espH	0,447	0,738	0	5,15
N=464				

Tabla 2 Muestra de datos sobre conocimiento universitario regional externo: estadísticos descriptivos

	Media	Desv. est.	Min	Max
Adquisición de conocimiento universitario regional externo	12,790	26,366	0	243
A=I+D empresarial/PIB	1,136	0,902	0,04	6,83
U=I+D universitaria/PIB	0,398	0,225	0	1,32
Número de patentes	8,531	16,988	1	151
espA	0,917	0,698	0	3,83
espB	0,698	1,002	0	7,42
espC	0,693	0,597	0	2,17
espD	0,291	1,452	0	22,19
espE	0,308	1,385	0	17,20
espF	0,513	1,231	0	8,57
espG	0,581	0,610	0	3,94
espH	0,444	0,733	0	5,15
N=499				

Tabla 3. Variable dependiente: UKA (Adquisición de conocimiento universitario)

	I. Adquisición de conocimiento regional interno			II. Adquisición de conocimiento regional externo		
	Modelo binomial negativo para datos agrupados		Modelo ZINB para datos <i>pooled</i>	Modelo binomial negativo para datos agrupados		Modelo NB para datos <i>pooled</i>
	1 Efectos fijos	2 Efectos aleatorios	3 Error estándar robusto ajustado (país)	4 Efectos fijos	5 Efectos aleatorios	6 Error estándar robusto ajustado (país)
Constante	-18,715	-21,740	-16,595**	-1,156**	-1,216**	-0,523**
A=I+D empresarial/PIB	-0,347*	-0,340*	-0,291	0,078**	0,088**	0,049
U=I+D universitaria/PIB	2,460**	2,265**	2,137**	-0,330**	-0,258*	0,138
Número de patentes	0,017**	0,018**	0,016**	0,022**	0,021**	0,040**
espA	0,742**	0,866**	1,595**	0,459**	0,474**	0,484**
espB	0,290	0,292	0,282**	0,161**	0,163**	0,131**
espC	1,255**	1,190**	-0,042	0,872**	0,874**	0,888**
espD	-0,042	-0,044	0,190	0,014	0,017	0,041**
espE	0,142	0,147	-0,072	0,021	0,023	0,019
espF	0,267	0,195	0,265	0,080**	0,079**	0,089*
espG	0,433	0,363	0,315	0,506**	0,524**	0,527**
espH	0,578**	0,503**	-0,011	0,311**	0,312**	0,283**
Ln_r		3,122			2,464	
Ln_s		2,160			3,306	
Número de observaciones	464	464	464	499	499	499
Número de grupos	9	9	9	18	18	18
Wald chi2	115,20**	122,66**		2746,73**	2823,93**	
Verosimilitud	-201,35	-230,51	-220,41	-1334,04	-1417,03	-1314,75
Test LR panel vs. pooled		1,63			57,44**	

** , * coeficientes estadísticamente diferentes de cero al 5% y 10% de significatividad, respectivamente.
 - Todos los modelos incluyen variables anuales ficticias de 1997 a 2007.
 - El VIF indica que no hay signos de multicolinealidad. El test de verosimilitud favorece NB frente a Poisson en los modelos 3 y 6. El estadístico de Vuong favorece ZINB antes que NB en el modelo 3 y NB antes que ZINB en el modelo 6.

Tabla 4. Variable dependiente: UKA (Adquisición de conocimiento universitario) - Muestra no restringida a las regiones agrupables en clústers

	I. Adquisición de conocimiento regional interno			II. Adquisición de conocimiento regional externo		
	Modelo binomial negativo para datos agrupados		Modelo ZINB para datos <i>pooled</i>	Modelo binomial negativo para datos agrupados		Modelo NB para datos <i>pooled</i>
	1 Efectos fijos	2 Efectos aleatorios	3 Error estándar robusto ajustado (país)	4 Efectos fijos	5 Efectos aleatorios	6 Error estándar robusto ajustado (país)
Constante	-18,715	-21,893	-16,987**	-1,156**	-1,217**	-0,527**
A=I+D empresarial/PIB	-0,347*	-0,421**	-0,311	0,078**	0,091**	0,057
U=I+D universitaria/PIB	2,460**	1,973**	1,943**	-0,330**	-0,259*	0,132
Número de patentes	0,017**	0,018**	0,015**	0,022**	0,021**	0,039**
espA	0,742**	0,850**	1,774**	0,459**	0,469**	0,478**
espB	0,290	0,304*	0,334**	0,161**	0,163**	0,128**
espC	1,255**	1,195**	0,204	0,872**	0,873**	0,885**
espD	-0,042	-0,031	0,188	0,014	0,005	0,007
espE	0,142	0,132	-0,089	0,021	0,022	0,018
espF	0,267	0,170	0,331	0,080**	0,083**	0,095**
espG	0,433	0,425*	0,428	0,506**	0,522**	0,522**
espH	0,578**	0,545**	0,052	0,311**	0,314**	0,285**
Ln_r		2,556			2,411	
Ln_s		1,488			3,210	
Número de observaciones	464	503	503	499	503	503
Número de grupos	9	22	22	18	22	22
Wald chi2	115,20**	122,40**		2746,73**	2832,37**	
Verosimilitud	-201,35	-237,10	-227,67	-1334,04	-1425,57	-1323,28
Test LR panel vs. pooled		3,28**			58,84**	

** , * coeficientes estadísticamente diferentes de cero al 5% y 10% de significatividad, respectivamente.
 - Todos los modelos incluyen variables anuales ficticias de 1997 a 2007.
 - El VIF indica que no hay signos de multicolinealidad. El test de verosimilitud favorece NB frente a Poisson en los modelos 3 y 6. El estadístico de Vuong favorece ZINB antes que NB en el modelo 3 y NB antes que ZINB en el modelo 6.