

INTERNACIONALIZACIÓN DE LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA Y MODELIZACIÓN
DE LA INTENSIDAD EXPORTADORA EN ACTIVIDADES *HIGH-TECH*

*INTERNATIONALIZATION OF THE INNOVATION IN SPAIN AND MODEL TO
MEASURE THE EXPORT INTENSITY IN HIGH-TECH ACTIVITIES*

Isidre March Chordà
Universidad de Valencia
isidre.march@uv.es

Rosa Maria Yagüe Perales
Universidad de Valencia
Rosa.M.Yague@uv.es

Recibido: junio de 2008; aceptado: junio de 2009

RESUMEN

Tras una revisión de la literatura, este trabajo describe la situación de España en el contexto internacional ante una serie de variables relacionadas con la innovación y su internacionalización. A continuación se analiza el comportamiento de la tasa de exportaciones de productos *high-tech* respecto a las exportaciones industriales totales en el año 2006, en un conjunto de 41 países, la mayoría pertenecientes a la OCDE. La última sección contiene la principal aportación del estudio, la elaboración de un modelo de elección binaria construido a partir de siete variables explicativas. El modelo Probit finalmente elegido desvela algunas claves del comportamiento del ratio "Exportaciones *high-tech*" y la propensión a incrementarlo.

Palabras clave: Innovación; Exportaciones; Tecnología avanzada.

ABSTRACT

After reviewing the literature, this study describes the position of Spain in the international context concerning innovation and internationalization or R&D. Afterwards the attention is focused on the behaviour of the ratio “*High-tech* exports as a percentage of the total industrial exports” in year 2006, on 41 countries, most of them pertaining to the OECD. Main contribution of the study lies in providing a binary election model, built up from 7 explanatory variables. The Probit model finally selected reveals some keys explaining the behaviour and the propensity to increase the ratio “*High-tech* exports”.

Keywords: Innovation; Exports; High Technology.

Clasificación JEL: O33; M21.



1. INTRODUCCIÓN

Independientemente de la perspectiva desde la que se aborde, la innovación y sus procesos de internacionalización despiertan un indudable interés a todos los niveles, académico, empresarial y gubernamental-institucional.

Nuestro propósito con este trabajo apunta en una doble dirección. Por una parte, ofrecer una visión panorámica actual y descriptiva sobre el posicionamiento de España respecto a una serie de variables que la literatura reconoce como explicativas del nivel de internacionalización de la innovación.

La segunda contribución es a nuestro juicio más relevante y consiste en el análisis y modelización del comportamiento de la variable: "Exportaciones de productos de sectores de tecnología avanzada" en un amplio grupo de países, la mayoría de la OCDE. Los valores registrados en esta variable los someteremos a diversas técnicas estadísticas, incluyendo un análisis descriptivo, la utilización de números índices y el empleo de un modelo estadístico de elección binaria. Con este modelo trataremos de explicar el comportamiento de la variable endógena a partir de 7 variables explicativas, así como la estimación de la propensión de una serie de países, entre ellos España, a mejorar su posicionamiento en tan relevante variable.

Tanto el estudio de la innovación a nivel territorial como la internacionalización de las economías son dos campos de análisis de plena actualidad. El primero toma impulso dentro del conocido planteamiento de los SNI: Sistemas Nacionales de Innovación, erigido desde principios de los 90 como modelo de referencia en la gestación e implantación de innovaciones a escala regional o nacional. Desde su introducción a finales de los 80 por Freeman y otros autores (Dosi y otros, 1988) el concepto de SNI ha concitado un amplio consenso y de él emanan planteamientos actualmente en boga como la innovación en red, la quinta generación de los procesos de innovación o la "la triple hélice". Todos ellos tienen en común su decidida apuesta por colectivizar los procesos de generación de innovaciones. Un paso natural más en este camino conduce a la internacionalización de la innovación, un último estadio que apuntaban ya algunos analistas como Molero (1998), para quien la creación de innovaciones tecnológicas se gesta progresivamente desde bases internacionales.

Comprobar esta tendencia requiere encontrar espacios de encuentro entre dos áreas cuyo análisis ha sido abordado tradicionalmente por separado: la internacionalización y la innovación tecnológica.

Los estudios sobre internacionalización han descansado tradicionalmente sobre unas temáticas recurrentes como son los flujos de inversión desde y hacia el exterior, las estrategias de crecimiento externo incluyendo las alianzas estratégicas y el comportamiento inversor de las multinacionales, todo ello en un entorno mundial dominado por la globalización de las economías y sus empresas.

Tal como se reconoce desde diversos foros mundiales, entre ellos los informes de la OCDE, 2001:10), la propensión a internacionalizar es especialmente patente en las actividades relacionadas con tecnologías avanzadas. Las multinacionales contribuyen a afianzar esta vía a través de la transferencia de tecnología y el establecimiento de filiales de I+D y de *joint-ventures*.

En ausencia de ratios o medidas internacionalmente aceptadas para clasificar a los países por su nivel de internacionalización de la innovación, el grado en que un territorio internacionaliza sus innovaciones no es un hecho observable ni fácilmente cuantificable.

No se aprecia un marco teórico consolidado que analice de forma estructurada y sistemática las relaciones entre la innovación y el proceso de internacionalización. Observamos que la mayoría de analistas se han decantado por la internacionalización de las empresas, confinando el tema de la innovación a escala internacional a la categoría de caso concreto, una particularidad o a lo sumo, una extensión de las distintas formas de plantear la internacionalización empresarial y de las economías. Como consecuencia, los aspectos tecnológicos internos a las empresas así como sus estrategias de innovación raramente aparecen en los estudios como factores explicativos de la estrategia de internacionalización empresarial (Fonfría, 2000:24) pese a que la tecnología fue hace tiempo refrendada como uno de los principales vectores que rige los comportamientos de internacionalización de las empresas (Pearce, 1989, Dunning, 1995).

En síntesis, buena parte de los trabajos con base empírica publicados desde la década de los 80 proponen la internacionalización como la variable a explicar, mientras que los aspectos relativos a la innovación, como la intensidad en I+D, las patentes o el personal investigador, aparecen sólo como algunas de las múltiples variables explicativas posibles.

Finalizamos esta introducción reiterando el objetivo primordial marcado en este estudio, el de determinar la propensión de un país a ser intensivo en exportaciones *high-tech* o no, al tiempo que identificar las variables e indicadores inscritos en el ámbito de la I+D e innovación a escala país, que determinan dicha propensión exportadora en actividades *high-tech*. El análisis de los datos disponibles en fuentes como el WDI o la OCDE nos permitirá posicionar comparativamente a España respecto a un buen número de países en estos frentes.

2. LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LA INNOVACIÓN: MÚLTIPLES FACETAS.

Compartimos la visión de Granstrand y otros (1993:423) cuando afirman que la internacionalización de la I+D, la tecnología y la innovación, es un fenómeno multidimensional que puede ser abordado desde distintas perspectivas. Se trata de un campo poco consolidado a nivel teórico y con escasas observaciones empíricas determinantes hasta el presente.

La revisión de la literatura reciente nos conduce a agrupar los estudios sobre innovación a escala internacional en cinco frentes:

1. Por una parte, *el estudio del comportamiento de las multinacionales y sus filiales ante la innovación y el avance tecnológico, teniendo como escenario los países más avanzados*. El trabajo de Molero (1998) es una de las escasas excepciones de trabajos con base empírica teniendo a países intermedios o en desarrollo como protagonistas.

El conocido estudio de Granstrand y otros (1993) sintetizó el estado del arte sobre el fenómeno de la internacionalización de la I+D. Su revisión de la literatura aporta evidencia empírica sobre la gestión y el impacto económico de la I+D descentralizada geográficamente acometida por compañías multinacionales, propietarias de una amplia proporción de los recursos tecnológicos a nivel mundial.

El afán por conocer las claves del comportamiento tecnológico de las MNCs contrasta con la práctica ausencia de estudios referidos a la conducta de las PYMEs ante los procesos de internacionalización de la actividad innovadora.

Por otra parte, el "trade-off" entre centralizar la I+D (fuerzas centrípetas) frente a deslocalizar estas actividades en distintas áreas geográficas (fuerzas centrífugas) es un tema de gran trascendencia en el ámbito de la internacionalización de las innovaciones. Granstrand y otros (1993) identificaron dos tipos de razones para externalizar la I+D internacionalmente: Factores orientados por la demanda y factores orientados por la oferta. Los primeros denotan un nivel de exigencia menor para su deslocalización y su implantación responde a la necesidad de ubicar unidades I+D en otros países con el objetivo principal de adaptar los procesos productivos de las filiales a las condiciones específicas de la demanda local, o bien suministrar actividades técnicas de apoyo a las plantas productivas filiales. Esta misión de apoyo a la producción local explica la intensa correlación que estos autores encuentran entre la participación de las filiales bajo control extranjero en la I+D industrial total, y la cuota de las filiales bajo control extranjero en la facturación industrial nacional. En nuestro estudio ofreceremos un seguimiento a la evolución reciente de la actividad de I+D de las filiales.

Pero Granstrand y otros (1993) argumentan que las multinacionales pueden implantar también actividades de I+D en el exterior impulsadas por factores de oferta. En un entorno de creciente complejidad de

las innovaciones tecnológicas de impacto mundial, la creación y mantenimiento de la ventaja competitiva tecnológica requiere el acceso a una gama de capacidades científicas y tecnológicas y conocimiento más amplia de la que se encuentra disponible en el país de origen de la corporación. Bajo este segundo prisma, el establecimiento de filiales en otros países buscaría aprovechar las competencias tecnológicas detentadas por agentes ubicados en el exterior.

Estos autores destacan también al carácter evolutivo y cambiante de las competencias tecnológicas y de I+D de los países y auguran competencia entre ellos por acoger actividades de I+D de las multinacionales. Los niveles de coste y productividad de la I+D en cada país están llamados a jugar un papel cada vez más relevante en estas decisiones de deslocalización de la I+D.

Más recientemente, Edler (2007) analiza los factores de localización de las actividades de I+D y concluye que desde inicios de los 90 Europa está perdiendo interés como destino de las compañías extranjeras intensivas en I+D. La lista de países más atractivos está liderada por China, USA e India, de acuerdo con la UNCTAD (2005). Las series temporales de datos aportadas por este organismo confirman que buena parte de la actividad industrial en I+D es acometida por grandes multinacionales.

La evidencia empírica aportada por Edler (2007) corrobora que la generación de la innovación y nuevas tecnologías ha experimentado una creciente internacionalización. Por una parte el ratio “Exportaciones *high-tech*” crece sistemáticamente más que el total de exportaciones manufactureras para la gran mayoría de países. El gasto en I+D ejecutado por filiales extranjeras en actividades relacionadas con la tecnología también anota un considerable incremento.

2. Un segundo frente se fija en el *grado de implantación de las distintas tipologías de actividades en los procesos de internacionalización de la innovación o “tecnoglobalización”*, siendo la más conocida la taxonomía de Archibugi y Michie, 1995, la cual distingue entre:
 - a. La explotación internacional de la tecnología producida sobre bases nacionales. Este es el caso de las compañías que explotan sus tecnologías en mercados internacionales, mediante flujos de exportación.
 - b. La colaboración científica y tecnológica con socios internacionales.
 - c. La generación de innovaciones a escala internacional. Archibugi y Michie proponen medir esta tercera vertiente mediante los flujos de inversión directa.

Cada una de estas actividades representa un estadio superior más complejo. Tan sólo unas pocas compañías grandes e internacionalizadas, instaladas en los países más desarrollados tecnológicamente, han

alcanzado efectivamente el tercer nivel, el más avanzado. La mayoría de países intermedios como España dominan ya el primer nivel y han iniciado tímidamente el segundo (Molero, 1998).

En España, el trabajo de Fonfria (2000) profundiza en los principales aspectos tecnológicos y estructurales que afectan a estos tres modos de internacionalización. Para ello analiza el comportamiento internacional de un conjunto de empresas innovadoras españolas a partir de características relativas a su comportamiento innovador.

3. El estudio de la internacionalización de la innovación ha sido también tradicionalmente abordado desde una tercera perspectiva, la de *las alianzas tecnológicas y en investigación*, definidas como un conjunto de relaciones orientadas a lograr un mayor potencial tecnológico, por parte de empresas competidoras o potencialmente competidoras entre sí, que se alían (Dussauge, Garrette y Ramanantsoa, 1988).

Entre los trabajos con base empírica, Fritsch y Lukas (2001) analizan sobre una muestra de 1800 empresas manufactureras alemanas, la propensión a mantener diferentes formas de cooperación en I+D con clientes, proveedores, competidores e instituciones de investigación públicas.

La mayoría de estudios empíricos coinciden en que las compañías más propensas a involucrarse en alianzas tecnológicas internacionales suelen ser relativamente grandes, poseer unas cuotas de mercado amplias y una elevada intensidad en I+D (Fusfeld y Haklisch (1985), Link y Bauer (1987), Brockhoff y otros (1991), Marjit (1991), Kleinknecht y Reijnen (1992), Vonortas (1997). Esta creencia ha impedido que la cooperación tecnológica en PYMEs haya recabado suficiente atención por parte de los analistas.

Entre los motivos para cooperar en tecnología e I+D con otras empresas revelados como más frecuentes por la literatura, cabe reseñar la internalización de las fugas positivas asociadas a las actividades de innovación (Katz 1986, Katz y Ordober, 1990), la posibilidad de superar cuellos de botella internos o la oportunidad de compartir costes mediante I+D conjuntos (Brockhoff et ál., 1991, Teece, 1992). La reducción de costes de acceso a capacidades tecnológicas, alcanzar una masa crítica para proyectos de mayor envergadura de tipo precompetitivo y de larga duración, o bien, como mecanismo para recabar mayor compromiso interno hacia los proyectos de I+D son las principales razones argumentadas por el conocido trabajo de Nueno y Oosterveld (1988).

El trabajo de Hagedorn, Link y Vonortas (2000) sintetiza la literatura existente sobre alianzas en I+D y subraya una serie de conclusiones empíricas. Su estudio analiza los datos que emanan de las principales bases de datos relacionadas con alianzas en I+D, y entre sus conclusiones

la tendencia creciente a que los acuerdos en investigación no impliquen inversión en el capital de las empresas, siendo las *Research joint ventures* (RJV) el formato dominante en el partenariado de investigación. Como era previsible, se observa desde inicios de los 90 una intensificación de la colaboración en I+D en las industrias *high-tech*, hasta el punto que hoy en día, buena parte de la cooperación interempresarial en I+D se concentra en unas pocas industrias de tecnología avanzada.

4. Un cuarto campo de análisis es el relativo a *las interconexiones entre tecnología y comercio internacional*, que tiene en el libro de Archibugi y Michie (1998) a un referente clásico. El comercio internacional es el modo más tradicional de explotación de la tecnología y de innovaciones generadas internamente y que encuentran oportunidades de mercado en países distintos de los que la han originado. Los estudios más relevantes bajo esta perspectiva suelen decantarse por la propensión a exportar y el análisis de la balanza de pagos tecnológica (Sánchez y Vicens, 1994, Grossman y Helpman, 1995, Bleaney y Wakelin, 2002).

El vínculo entre internacionalización de la innovación y comercio internacional en sectores *high-tech* ha sido confirmado por influyentes estudios. Aquí vamos a destacar dos de ellos: el de Guerrieri y Milana (1995) y el de Grupp (1995) ambos publicados en la *Cambridge Journal of Economics*.

El primero corrobora la hipótesis de que los productos intensivos en tecnología son más susceptibles de ser comercializados internacionalmente. Guerrieri y Milana (1995) constataron que las exportaciones de sectores *high-tech* se incrementaron significativamente en el período 1970-1990, al crecer desde el 12,2 % de las exportaciones industriales totales en 1970 al 20,5 % en 1989. Además, los sectores más sujetos a flujos comerciales internacionales están generalmente asociados a mayores niveles de I+D e innovación (Hughes, 1986).

Para decidir la adscripción de un actividad a estos sectores suele tomarse como criterio la intensidad en inputs de I+D (Sherer, 1992). Otras características habituales en estos sectores son: efecto acumulativo de la ventaja en innovación, capacidad para generar economías externas positivas, entornos oligopolísticos en los que unas pocas grandes compañías interdependientes compiten a través del comercio y la inversión internacional (OCDE, 1992, Scherer, 1992).

Guerrieri y Milana (1995: 227) tratan de definir y cuantificar el "comercio *high-tech*". Para ello abogan por el ratio gasto en I+D/ventas y por un nuevo método: el "constant market share analysis: CMSA".

A efectos de nuestro estudio, del trabajo de Guerrieri y Milana nos interesa el detallado seguimiento que efectúan sobre la evolución

experimentada desde 1970 hasta principios de los 90 por un grupo de países respecto a su grado de especialización y balanza comercial en actividades *high-tech*.

Grupp (1995) analiza la posición de la UE en el comercio *high-tech* internacional. Para ello mide la evolución de la especialización en comercio y tecnología en los países de la UE durante el periodo 1981-1988 utilizando dos indicadores, la RCA: Ventaja Revelada comparativa, y el RPA: ratio patentes / PIB, y establece relaciones entre ambos.

Una de las aportaciones más recientes bajo esta perspectiva es la de Girma et ál. (2008) quienes analizan la doble relación entre I+D y actividad exportadora, poniendo el énfasis en la capacidad de la actividad exportadora para fomentar la actividad innovadora en términos de I+D. Su análisis empírico basado en Gran Bretaña e Irlanda confirma que la experiencia exportadora previa impulsa la capacidad innovadora en la empresa irlandesa, pero no en las británicas.

Este estudio supone una actualización del trabajo de Grossman y Helpman (1995), el cual proponía que la innovación generaba ventajas competitivas que conducían a la empresa a competir mejor en los mercados internacionales, reforzando por tanto su capacidad exportadora. En esta línea, Bleaney y Wakelin (2002) sostienen que las empresas con más propensión a exportar suelen operar en sectores con una elevada intensidad en I+D, medida por el ratio I+D/ventas.

Los estudios mencionados, todos ellos con base empírica, confirman que la capacidad exportadora incide sobre la capacidad de innovación, activando lo que se suele conocer como efecto "learning-by-exporting", en el cual la innovación interviene como una variable *proxxy* del aprendizaje.

En España, Merino de Lucas y Moreno (1996) tratan de medir el grado de internacionalización de las empresas manufactureras españolas evaluando su presencia en los mercados internacionales. Más recientemente, Alvarez et ál. (2007) estudian la evolución del comercio exterior español en función del nivel tecnológico de las distintas ramas manufactureras.

5. Una última y especialmente relevante aproximación al fenómeno de la internacionalización tecnológica, conectada con la anterior, parte de la propuesta de Helpman et ál. (2004) relativa a *la relación entre la heterogeneidad empresarial y los modos de internacionalización*. Esta propuesta cabe complementarla con la teoría de la acumulación tecnológica de Cantwell (2000), la cual explica el origen de la heterogeneidad mediante la acumulación de ventajas tecnológicas. Desde una perspectiva empírica, dentro de esta línea cabe mencionar los estudios que han analizado la relación entre heterogeneidad empresarial y modos de internacionalización (Greenaway y Kneller,

2007), los que exploran la relación entre productividad y exportaciones como la aportación de Wagner (2007) y sobretodo los que estudian la relación entre medidas de innovación y propensión exportadora. Esta última línea fue iniciada por Wakelin, y continuada por Sterlacchini (2002) para Italia, Bernard et ál. (2007) para Estados Unidos, o Kirbach y Schmiedeberg (2008) para Alemania.

Greenaway y Kneller (2007) centran su estudio en la heterogeneidad empresarial, la capacidad exportadora y la FDI (inversión directa en el exterior). Su estudio con base empírica se fundamenta en el trabajo seminal de Melitz (2003), cuyo modelo relaciona la heterogeneidad, medida en términos de productividad de la industria, con la capacidad exportadora. En esta línea se inscriben también los trabajos de Helpman et ál. (2004) y el de Bernard et ál. (2007).

Helpman et ál. (2004) introducen la variable FDI en su estudio y argumentan que de entrada, la exportación y la FDI son canales sustitutivos. Su estudio concluye que la decisión de implantar centros de producción en el exterior está motivada únicamente por consideraciones de acceso a mercados.

El estudio de Sterlacchini (1999) para Italia propugna que los esfuerzos por innovar en PYMEs pertenecientes a sectores no intensivos en I+D, inciden positivamente sobre el desempeño exportador. En su estudio sobre PYMEs italianas la probabilidad de ser exportador está positivamente afectada por el tamaño de la empresa y negativamente por el hecho de ser subcontratista. La actividad innovadora ejerce un impacto positivo estadísticamente significativo sobre el ratio exportaciones/ventas. Tanto la metodología como las variables elegidas por Sterlacchini resultan muy similares a las que utilizaremos en este estudio.

En su estudio empírico basado en Alemania, Kirbach y Schmiedeberg (2008) concluyen que la innovación en producto y las actividades de I+D son más relevantes en países desarrollados y regiones especializadas en sectores de tecnología avanzada, mientras que la productividad y la innovación en proceso prevalecen en regiones menos desarrolladas. Los autores afirman que el gasto en I+D no captura adecuadamente la intensidad innovadora, y por tanto, prefieren recurrir a variables más sofisticadas para medir la innovación (en base al manual de Oslo). Su estudio propone que las compañías innovadoras son más propensas a exportar al tiempo que atribuyen un impacto significativo de las innovaciones en producto sobre la intensidad exportadora.

Los resultados obtenidos por Kirbach y Schmiedeberg (2008) están alineados con estudios previos con base empírica (Wakelin, 1998, Becchetti y Rosi, 1998, Lefebvre et ál., 1998) los cuales coinciden en que las variables relativas a la capacidad de innovación y a las características tecnológicas de la industria inciden positivamente sobre

la probabilidad de exportar. En cambio, la intensidad en I+D no guarda una relación directa con el comportamiento exportador.

Para España, el estudio más próximo a esta corriente es posiblemente el de Alvarez et ál. (2007) el cual evalúa la estructura sectorial de las manufacturas españolas, clasificadas en función del dinamismo del mercado y el esfuerzo tecnológico, y aporta conclusiones similares a las que obtendremos en este estudio.

3. POSICIONAMIENTO DE ESPAÑA ANTE LA I + D, INNOVACIÓN E INTERNACIONALIZACIÓN DE LA INNOVACIÓN.

Este apartado tiene como objetivo posicionar a España en el contexto internacional ante una serie de variables seleccionadas por organismos internacionales de indudable prestigio como la OCDE o el Banco Mundial, como indicadores del sistema Ciencia-Tecnología- Innovación.

Los sectores productivos situados en la vanguardia tecnológica son los que tradicionalmente han mostrado mayores niveles de apertura al comercio internacional. Las compañías líderes en estos sectores lo son rápidamente a nivel mundial y presentan una elevada propensión a localizar filiales por todo el mundo. Por tanto, la especialización en sectores *high-tech* podemos tomarla como una variable proxy al nivel de internacionalización de las innovaciones generadas por una economía, y que en este trabajo mediremos a través de la proporción de las exportaciones de productos *high-tech* respecto a las exportaciones totales de los países. Para ello, realizaremos un seguimiento al comportamiento reciente y las perspectivas de futuro de la economía española en los sectores intensivos en tecnología, en concreto los calificados como de media-alta y alta tecnología, bajo la clasificación de la OCDE, cuya penetración en las exportaciones mundiales ha seguido creciendo en la última década hasta superar el 25% en el año 2006.

El segundo eje prioritario en nuestro estudio trata sobre la actividad de las multinacionales y sus filiales ante la innovación. Algunos relevantes estudios destacan que en España las multinacionales mantienen una posición clara de dominio en la mayoría de ramas de tecnología avanzada (farmacéutica, química, informática, telecomunicaciones, microelectrónica,...) (Martínez Serrano y Myro, 1982, Buesa y Molero, 1998). No obstante, los datos más recientes (OCDE, 2009) que se barajan en este estudio, apuntan que el ratio "Gasto en I+D realizado por compañías filiales de multinacionales respecto al gasto en I+D privado total español", alcanza el 26 %, un porcentaje situado en el promedio de los países avanzados.

A diferencia de otras líneas de investigación abiertas actualmente en España, orientadas a establecer comparaciones entre MNCs y compañías autóctonas ante la innovación (Molero, Buesa, Casado, 1995, Molero, 1998), o bien a analizar el comportamiento internacional de empresas innovadoras españolas a partir de características relativas a su comportamiento innovador

(Fonfria, 2000), nuestro ámbito de análisis recae en el escenario territorial, sin entrar en el ámbito microeconómico empresarial. No obstante, los ratios macroeconómicos a nivel nacional son en gran medida un reflejo de la estrategia tecnológica y de innovación seguida por el tejido empresarial español, ya sea autóctono o dominado por capital extranjero, y su reflejo sobre el Sistema Nacional de Innovación.

Proseguimos este apartado con un análisis descriptivo a partir de los datos relativos a las 12 variables elegidas para situar España en el contexto internacional. Estas variables se han extraído de dos fuentes de organismos oficiales, la OCDE y el Banco Mundial (World Development Indicators) como determinantes del comportamiento de un país ante el cambio técnico y la innovación así como de su nivel de internacionalización de estas actividades.

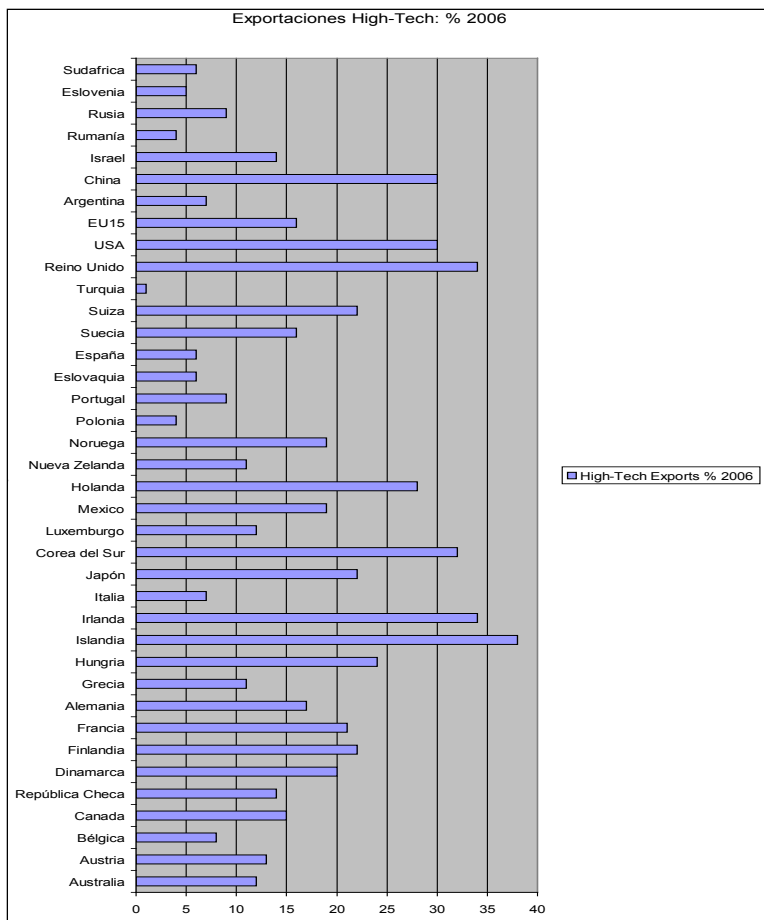
Una condición fundamental a la hora de escoger las variables ha sido la disponibilidad de datos oficiales para la mayoría de países de la Unión Europea y de la OCDE. Teniendo presente este condicionamiento, dos han sido las bases de datos consultadas para extraer los datos relativos a las variables que integran nuestro modelo. Por una parte, los indicadores aportados por la OCDE.stat dentro del ámbito STI (Ciencia, Tecnología e innovación) y por otra parte, los indicadores de la World Development Indicators, publicada desde el Banco Mundial.

Los datos hacen referencia al año 2006 y en algunas variables a 2007, los últimos años disponibles en las bases consultadas a mediados de 2009.

Las 12 variables seleccionadas son:

1. Porcentaje de las exportaciones en sectores *high-tech*, respecto a las exportaciones totales: HTEXP.
2. Gasto total en I+D como % del PIB: GERDGDGP.
3. Gasto empresarial privado en I+D (como % del PIB): BERDGDGP.
4. Porcentaje del Gasto total en I+D financiado por el sector empresarial privado: GERDIND.
5. Número total de investigadores por 1.000 empleados: RESEARCHERPERS.
6. Gasto en I+D de las filiales bajo control extranjero como porcentaje del gasto total empresarial en I+D: AFFILIATES.
7. Número de patentes USPTO concedidas: PATENTSG.
8. Cuota de mercado en las exportaciones mundiales: industria aeroespacial: EMSAI.
9. Cuota de mercado en las exportaciones mundiales: industria electrónica: EMSEI.
10. Cuota de mercado en las exportaciones mundiales: industria de equipamiento informático y equipamiento de oficina: EMSOMCI.
11. Cuota de mercado en las exportaciones mundiales: industria farmacéutica: EMSPI.
12. Cuota de mercado en las exportaciones mundiales: industria de instrumental: EMSII.

GRÁFICO 1: EXPORTACIONES *HIGH-TECH* RESPECTO A EXPORTACIONES TOTALES. AÑO 2006.



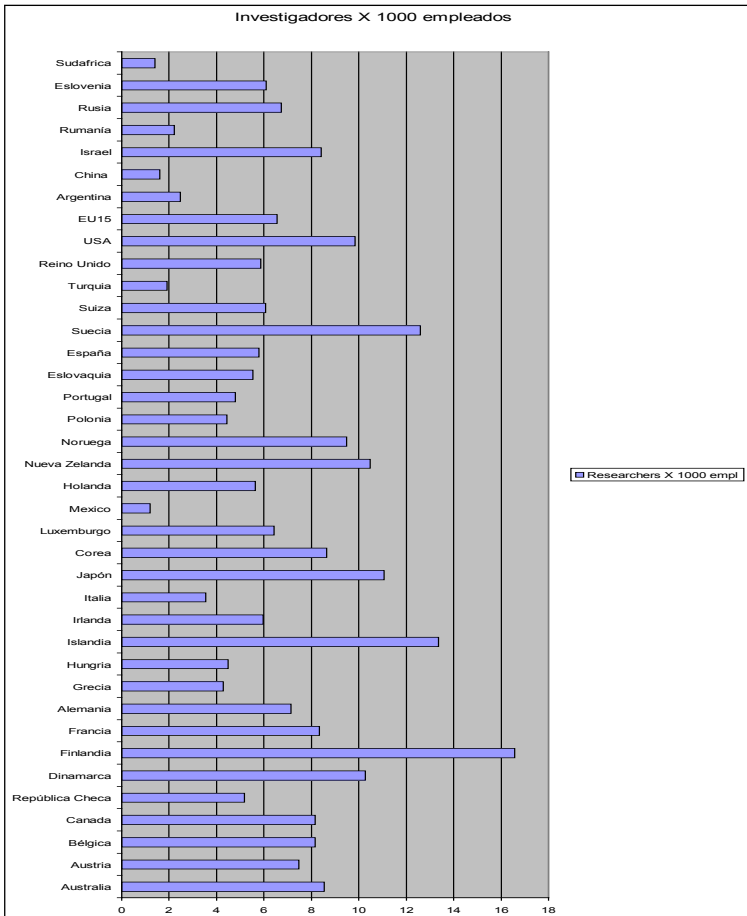
Fuente: OCDE.Stat, 2009.

Comenzamos nuestro estudio descriptivo analizando el posicionamiento comparativo de España en la variable “Porcentaje de las exportaciones *high-tech* respecto a las exportaciones totales” para el año 2006.

Tal como refleja el Gráfico 1, España ocupa en esta variable una de las últimas posiciones, con una cuota de tan sólo el 6%, la cual se ha visto reducida en el último quinquenio (8% en 2001). Esta debilidad manifiesta de los sectores *high-tech* dentro del conjunto del sector exterior español queda ratificada por la última posición que España detenta en contexto de la UE 15, viéndose superada incluso por Portugal (11%) y Grecia (9%).

En la parte alta del ranking, además de USA, países nórdicos, Irlanda, Japón, Korea o Francia, todos ellos por encima del 20%, aparecen algunos países con una renta per cápita y un índice de desarrollo medio-bajo en el contexto de la OCDE, como Hungría (24), China (30) e incluso México (19). Estos países han experimentado un incremento significativo del ratio exportaciones *high-tech* respecto a exportaciones totales en la última década. China pasó del 12% en 1996 al 30% en 2006, mientras Hungría subió del 6% al 24% y Mexico del 16% al 19%. También notable es el incremento experimentado por la República Checa, pasando de un escueto 7% en 1996 al 14% diez años después.

GRÁFICO 2: NÚMERO INVESTIGADORES POR 1.000 EMPLEADOS. ANÁLISIS COMPARATIVO.



Fuente: OCDE.Stat, 2009.



El Gráfico 2 refleja la posición de cada país respecto a uno de los indicadores básicos en el análisis de la capacidad innovadora de un país, como es el número de investigadores por 1.000 empleados. Nuevamente son los países nórdicos junto con Japón los que encabezan el ranking. USA, Korea y Australia apuntan también unos porcentajes altos, por encima del 8%. España con un porcentaje del 5,8 % sitúa esta tasa ligeramente por debajo de la media global y del promedio para la UE 15 (6,55%). España ha exhibido un comportamiento dinámico en esta variable a lo largo del último quinquenio, incrementando un punto desde el porcentaje del 4,8 % registrado en 2002. El objetivo de alcanzar la media europea en pocos años parece realizable.

Este ratio se comporta como un indicador de progresión más lenta por lo que países como China, Hungría, la República Checa, o México, los cuales han experimentado un incremento significativo en su cuota de exportaciones *high-tech* respecto a exportaciones totales, todavía ocupan posiciones rezagadas en este ratio. Incluso Italia se sitúa por detrás de España en esta variable.

Podemos concluir por tanto que la posición relativa de España en la variable N^o investigadores por 1.000 empleados es relativamente satisfactoria y avanza en la dirección apropiada.

La Tabla 1 aporta información definitiva sobre cinco variables clave explicativas del posicionamiento ante la I+D, la innovación y la internacionalización de la innovación.

En la variable Gasto I+D respecto al PIB, España ocupa una posición media-baja, con un ratio de 1,25, tras experimentar un crecimiento continuado en las últimas dos décadas que ha permitido reducir el diferencial respecto al promedio de la UE y los países líderes. El ranking está encabezado por los países nórdicos, Japón, Korea e Israel.

No obstante, la distancia respecto a los países de nuestro entorno es todavía considerable, especialmente respecto a Alemania y Francia con ratios superiores a 2.

El ratio Gasto I+D sector privado respecto al PIB, se complementa con el ratio Gasto I+D financiado por el sector privado. En ambas variables España ocupa nuevamente una posición media-baja, con un porcentaje del 0,688% en la primera variable frente al 1,21 registrado por el promedio UE15, el 1,93 de USA o el 1,31 de Francia. La segunda variable es un indicador aproximado del grado de intensidad e implicación del sector empresarial privado en las actividades de I+D. El valor registrado en España es de 47,07%, un ratio que ha ido aumentando progresivamente en los últimos años hasta situarse próximo al promedio UE de 55,6%. USA, Alemania, Japón, Korea y China, son los países de gran tamaño que superan el 65% de gasto en I+D atribuible al sector privado.

TABLA 1: COMPARATIVA INTERNACIONAL EN INDICADORES DE I+D.

PAIS	Gasto I+D / PIB	Gasto I+D sec privado / PIB	Gasto I+D financiado sec privado	Nº Patentes USPTO	% Gasto I+D filiales / Gasto I+D empresa
Australia	2.007	1.15	57.226	3412	
Austria	2.565	1.806	47.683	1438	44.892
Bélgica	1.893	1.311	59.681	1766	56.834
Canadá	1.893	1.03	47.75	10421	34.052
República Checa	1.533	0.979	53.597	133	51.48
Dinamarca	2.538	1.648	59.526	1284	
Finlandia	3.473	2.74	68.203	2444	16.848
Francia	2.081	1.314	52.437	8046	20.765
Alemania	2.528	1.768	68.069	23608	27.777
Grecia	0.573	0.154	31.063	104	
Hungría	0.967	0.487	43.863	193	
Islandia	2.772	1.428	47.996	46	
Irlanda	1.358	0.907	59.262	648	70.301
Italia	1.137	0.555	40.424	3376	25.204
Japón	3.394	2.619	77.069	78794	5.101
Corea	3.225	2.491	75.446	22976	
Luxemburgo	1.635	1.37	79.725	104	
México	0.459	0.227	46.487	212	
Países Bajos	1.727	1.044	51.063	3947	27.125
Nueva Zelanda	1.164	0.487	41.247	455	
Noruega	1.572	0.806	46.406	693	
Polonia	0.556	0.175	33.052	74	30.382
Portugal	1.18	0.607	36.267	57	34.033
Eslovaquia	0.466	0.184	35.597	27	30.167
<i>España</i>	<i>1.25</i>	<i>0.688</i>	<i>47.072</i>	<i>966</i>	<i>26.217</i>
Suecia	3.634	2.643	65.684	3164	42.258
Suiza	2.902	2.14	69.733	3079	
Turquía	0.58	0.215	46.046	66	
Reino Unido	1.779	1.097	45.197	9164	38.828
Estados Unidos	2.684	1.93	66.469	241347	13.8
EU15	1.894	1.21	55.615	60116	
Argentina	0.508	0.154	29.275	150	
China	1.424	1.012	69.051	3903	
Israel	4.744	3.733	75.428	4410	
Rumania	0.538	0.224	26.87	48	
Rusia	1.125	0.723	29.445	444	
Eslovenia	1.577	0.966	60.342	63	
Sudáfrica	1.018	0.535	43.867	252	

Fuente: World Development Indicators (2009), OECD Stat (2009).

La variable N° patentes USPTO registradas es un indicador aproximado de los resultados y rentabilidad de las actividades de I+D. Este indicador de output presenta una enorme variabilidad entre países, con una indiscutible y lógica primera posición de USA. Japón, Korea y Alemania superan los 20.000 registros anuales y Canadá se sitúa en torno a 10.000. España se aleja de estos valores, con un total de 966 patentes USPTO registradas en 2006, ocupando una situación equiparable a la de países con un tamaño económico considerablemente menor como Austria, Noruega, Dinamarca o Irlanda. Así pues, de estas cifras se deriva que España presenta una baja intensidad en patentes de calidad, como son las registradas en la USPTO.

La última variable de la Tabla 1 hace referencia al Gasto en I+D atribuible a las compañías filiales bajo control extranjero, respecto al Gasto en I+D total privado del país. El comportamiento de este indicador diverge en gran medida del exhibido en el resto de variables, especialmente el Gasto en I+D respecto al PIB. La tendencia en este indicador es a disminuir en aquellos países de gran tamaño con un posicionamiento fuerte en los principales ratios de I+D, como Japón (5,1%) USA (13,8%) y en cierta medida Francia (20,7%). Se trata de países exportadores de compañías multinacionales, que deslocalizan parte de sus actividades de I+D en filiales emplazadas en otros países.

España ocupa una posición intermedia en este indicador, con un porcentaje de Gasto privado en I+D del 26,2% atribuible a las compañías filiales extranjeras.

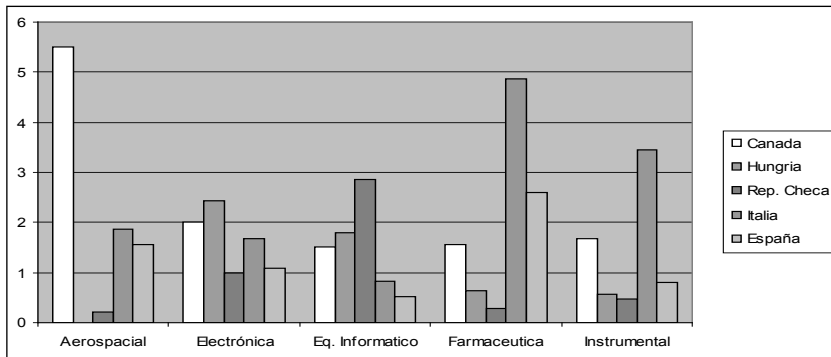
A lo largo de la última década la cuota de mercado de las exportaciones españolas globales se ha situado en un intervalo comprendido entre el (1,6-2%). De la Tabla 2 se desprende que únicamente uno de los 5 sectores que componen las industrias *high-tech* a efectos de comercio exterior, supera la cuota de mercado global de las exportaciones españolas. Se trata de la industria farmacéutica, con una cuota de 2,6% en 2006, la cual ha experimentado un ligero incremento desde 2002 (cuota de 2,3%).

TABLA 2: CUOTA MERCADO EXPORTACIONES EN SECTORES DE TECNOLOGÍA AVANZADA: COMPARATIVA INTERNACIONAL.

PAIS	Cuota Mercado Exportaciones Aeroespacial	Cuota Mercado Exportaciones Electrónica	Cuota Mercado Exportaciones Equip Informático y de oficina	Cuota Mercado Exportaciones Farmacéutica	Cuota Mercado Exportaciones Instrumental
Australia	0.293	0.162	0.335	0.852	0.608
Austria	0.512	0.991	0.591	1.827	0.981
Bélgica	0.509	1.291	2.035	13.147	1.988
Canadá	5.508	1.999	1.518	1.554	1.681
República Checa	0.22	0.983	2.862	0.287	0.48
Dinamarca	0.185	0.697	0.517	2.148	1.246
Finlandia	0.053	2.271	0.319	0.352	0.673
Francia	16.185	4.301	3.154	8.401	5.359
Alemania	15.788	8.999	12.213	15.349	16.016
Grecia	0.093	0.084	0.043	0.373	0.06
Hungría	0.008	2.442	1.795	0.636	0.556
Islandia	0.101	0.001	0.001	0.027	0.029
Irlanda	0.226	1.146	6.836	6.351	2.281
Italia	1.868	1.673	0.834	4.871	3.441
Japón	1.66	15.126	9.36	1.485	12.164
Corea	0.411	12.345	6.937	0.319	6.15
Luxemburgo	0.114	0.095	0.144	0.018	0.059
México	0.451	6.517	4.764	0.456	3.032
Países Bajos	1.151	4.133	15.737	4.658	6.328
Nueva Zelanda	0.21	0.04	0.058	0.053	0.102
Noruega	0.351	0.204	0.155	0.333	0.388
Polonia	0.211	0.945	0.135	0.273	0.316
Portugal	0.047	0.553	0.29	0.148	0.124
Eslovaquia	0.039	0.779	0.361	0.096	0.11
España	1.57	1.086	0.523	2.592	0.807
Suecia	0.551	2.384	0.794	2.861	1.4
Suiza	0.885	0.421	0.288	11.31	7.127
Turquía	0.076	0.296	0.017	0.018	0.014
Reino Unido	11.77	11.5	8.321	8.827	5.497
Estados Unidos	38.955	16.537	19.062	10.378	20.984

Fuente: OCDE.stat (2009).

GRÁFICO 3: EXPORTACIONES HIGH-TECH. COMPARATIVA.



FUENTE: OCDE.STAT, 2009.

El Gráfico 3 ofrece una panorámica comparativa de la posición de España frente a dos países con un tamaño económico y nivel de riqueza similar (Italia, Canadá) y dos países con una tamaño económico y nivel de riqueza (en términos de renta per cápita) inferior (Hungría y República Checa). Del gráfico se desprende que en el contexto de estos 5 países, España únicamente ostenta una posición de relativa fortaleza en la industria farmacéutica, situándose segunda por detrás de Italia. España ocupa el tercer lugar tras Italia y Canadá en cuanto a exportaciones del sector aeroespacial, con una cuota de mercado cercana al promedio de las exportaciones globales españolas. En cambio, la posición española es extremadamente débil en lo relativo a exportaciones de equipamiento informático y de oficina (ocupa el último lugar entre los 5 países con un exiguo 0,5%), y débil en lo que respecta a las exportaciones de Electrónica (una cuota ligeramente superior al 1%) y las de Instrumental (una cuota inferior al 1%).

4. MODELIZACIÓN DE LA INTENSIDAD EXPORTADORA EN ACTIVIDADES HIGH-TECH: EVOLUCIÓN DE ESPAÑA FRENTE A OTROS PAÍSES.

4.1. DATOS Y VARIABLES DEL MODELO.

Los datos analizados en el presente estudio son los disponibles a mediados de 2009 y proceden de dos fuentes de datos de contrastado prestigio, las renovadas bases de la OCDE (OECD.stat, 2009) y las del World Development Indicators (WDI, 2009). Los datos disponibles en tales bases llegan al año 2006 o bien al 2007.

Las variables elegidas para formar parte del modelo binario son las presentadas en el apartado anterior y cubren dimensiones o ejes básicos relacionados con las capacidades tecnológicas y de innovación de un país así

como el grado de internacionalización de los bienes y servicios derivados de dicha capacidad tecnológica:

- Capacidad innovadora y de I+D por país. Variables:
 - N° total de investigadores X 1.000 empleados: RESEARCHPERS.
 - Gasto en I+D respecto al PIB: GERDGDGP.
 - N° patentes concedidas por la USPTO (patentes USA): PATENTSG.

Este primer bloque integra las variables por excelencia a la hora de cuantificar la intensidad en I+D de un país. El indicador más reconocido a escala internacional en este ámbito es sin duda el Gasto en I+D respecto al PIB. La medida de la cualificación y dedicación de los recursos humanos a actividades relacionadas con la I+D viene dada por la primera variable. Finalmente, dentro de este bloque se incluye una magnitud de tipo cuantitativo y que mide la calidad y rentabilidad potencial de los outputs que derivan de la actividad inventiva e innovadora de un país. Se trata de la variable PATENTSG: Número de patentes concedidas por la USPTO, el registro de patentes más selectivo y de mayor prestigio a nivel mundial.

- Estructura de la inversión en I+D. Variables:
 - Gasto en I+D empresarial financiado por el sector privado empresarial: GERDIND.
 - Gasto empresarial en I+D respecto al PIB: BERDGDGP.
 - Gasto en I+D efectuado por filiales extranjeras en porcentaje respecto al gasto en I+D empresarial total: AFFILIATES.

Las tres variables que componen este segundo bloque informan acerca de la distribución del gasto en I+D entre sistema público y privado, así como entre compañías domésticas (nacionales) y compañías de capital extranjero (filiales).

Conocer la estructura de la inversión en I+D es fundamental a la hora de determinar el peso del sector público y el grado de implicación real del sector privado. Una estructura de gasto en I+D excesivamente polarizada por el sector público se estima como un indicador de debilidad del tejido empresarial de dicho territorio. En la mayoría de países más desarrollados, y especialmente en aquellos con un alto nivel de desempeño en las variables que integran el primer bloque, tanto el Gasto empresarial en I+D respecto al PIB como el Gasto financiado por las empresas alcanzan porcentajes claramente por encima del 50%.

- Intensidad exportadora en las industrias catalogadas de tecnología avanzada. Variables:
 - Cuota de mercado en la exportación mundial: industria aeroespacial: EMSAI.
 - Cuota de mercado en la exportación mundial: industria electrónica: EMSEI.
 - Cuota de mercado en la exportación mundial: Industria informática y ofimática: EMSOMCI.
 - Cuota de mercado en la exportación mundial: industria farmacéutica: EMSPI.

- Cuota de mercado en la exportación mundial: industria de instrumental: EMSII.

Las variables del tercer bloque revelan intensidad exportadora en tecnología punta, medida por medio de la cuota de mercado mundial que cada país ostenta en los 5 sectores catalogados por la OCDE como de tecnología avanzada. A partir de las ventas en estos 5 sectores se podría derivar la cuota de mercado de cada país en las exportaciones mundiales de los sectores *high-tech*.

4.2. METODOLOGÍA.

La mayoría de estudios que han abordado el tema de la internacionalización, el comercio exterior y las actividades de I + D, recurren a los modelos de elección binaria, con objeto de contrastar la probabilidad de una compañía o un país de ser exportador o innovador en función de una serie de características.

Entre los estudios que se decantan por el Probit bivariante destaca el de Girma et ál. (2008) el cual explora la relación que guarda la intensidad en I+D con la actividad exportadora empresarial. Pero el empleo de la metodología estadística binaria no es una excepción en este campo, más bien al contrario, es la más extendida. Así, Lefebvre et ál. (1998), Sterlacchini (1999), Becchetti y Rossi (1998) y Wakelin (1998) aplican todos ellos una regresión binomial Probit, Tobit o ambas, para analizar variables con unas características y patrón de comportamiento muy similares a las que integran nuestro modelo de análisis.

Lefebvre et ál. (1998) optaron por una regresión TOBIT sobre una muestra de 101 empresas canadienses. Finalmente concluyeron que la intensidad en I+D no incidía sobre el desempeño exportador.

Wakelin (1998) también recurre a los modelos PROBIT para relacionar la capacidad innovadora con intensidad exportadora en el Reino Unido, al igual que Becchetti y Rosi (1998) para Italia.

4.3. MODELO.

El objetivo primordial de este trabajo estriba en tratar de explicar el comportamiento de la variable HTEXP: "Exportaciones de los sectores *high-tech* respecto a las exportaciones totales" de cada país.

La lectura de trabajos previos resultó determinante a la hora de decantarnos por una modelización estadística fundamentada en los modelos de elección binaria, a partir de nuestra base de datos original con datos completos para 30 países en todas las variables y para 41 países en todas ellas excepto las relativas a cuotas de exportación mundial en los sectores *high-tech*.

Dado que el Modelo Lineal de Probabilidad no proporciona buenas estimaciones cuando la muestra es pequeña, decidimos trabajar con un modelo dicotómico en lugar de la variable *htexp* original. Los problemas que

generan las muestras reducidas quedan mejor resueltos con un modelo de elección binaria.

Estos modelos son asimismo los más apropiados para determinar la propensión hacia un determinado comportamiento por parte de los agentes a estudio. Con la aplicación en el presente estudio de un modelo binario tratamos de discernir la propensión de cada país a ser intensivo en exportaciones *high-tech*.

Tras valorar diversas alternativas, finalmente optamos por un modelo de elección binaria siendo MEDHTEXP la variable endógena de carácter dicotómico. Esta variable adoptará el valor 1 cuando el ratio “Exportaciones *high-tech* respecto a exportaciones totales” supere al valor de la mediana para los 30 países considerados, y 0 cuando este ratio sea inferior a la mediana.

Esta técnica, utilizada recientemente con propósitos similares por Niosi (2003), Wakelin (1998) y Lefebvre et ál. (1998), propone que todos los países con valores por encima de la mediana sean considerados como de alto htxexp y aquellos situados por debajo sean calificados de bajo htxexp.

Cuando se trabaja con variables endógenas dicotómicas los modelos estadísticos que la literatura considera más apropiados son (Cabrer y otros, 2001, Niosi, 2003):

- Modelo Logit: la ecuación que se le asocia es la función de distribución logística.
- Modelo Probit: la ecuación especificada es la función de distribución normal
- Modelo del Valor Extremo: la función de distribución utilizada es la Gompit.

La elección de uno u otro modelo es arbitraria y su diferencia es fundamentalmente operativa. En la práctica se estiman los tres modelos y se selecciona aquel que presente mejores resultados.

Las variables explicativas que se van a utilizar en los tres modelos son las 12 antes presentadas, con datos referidos a 2006 o 2007. Su elección quedó justificada en el apartado anterior.

5. RESULTADOS.

Las variables explicativas que finalmente intervienen en el modelo son: EMSAI EMSEI, EMSII, EMSOMCI, EMSPI, GERDGDPI, PATENTSG.

La Tabla 3 compara la bondad de los 3 modelos de elección binaria aplicable a fin de determinar cual es el finalmente elegido.

TABLA 3: ELECCIÓN DEL MODELO MÁS APROPIADO.

	<i>Modelo Probit</i>	<i>Modelo Valor Extremo</i>	<i>Modelo Logit</i>
<i>Log likelihood</i>	-6.687585	-6.803454	-6.753363
<i>Schwarz</i>	1.516921	1.76	1.525834
<i>Hannan-Quinn</i>	1.241287	1.46	1.250200

Fuente: Elaboración propia a partir de la utilización del programa estadístico Eviews3.



Dado que el Modelo Probit presenta un mayor valor de la función de verosimilitud y menores valores de los criterios de Schwarz y Hannan-Quinn, se elige éste en detrimento de los otros dos modelos.

El modelo finalmente elegido fue:

$$\text{MEDHTEXP} = 1 - \text{@CNORM}(-(\text{C}(1) + \text{C}(2) * \text{EMSAI} + \text{C}(3) * \text{EMSEI} + \text{C}(4) * \text{EMSII} + \text{C}(5) * \text{EMSOMCI} + \text{C}(6) * \text{EMSPI} + \text{C}(7) * \text{GERDGDGP} + \text{C}(8) * \text{PATENTSG}))$$

TABLA 4: ESTIMACIÓN DEL MODELO PROBIT.

Variable Dependiente: MEDHTEXP				
Método: ML - Binary Probit				
Muestra (ajustada): 1 30				
Observaciones incluidas: 26				
Observaciones excluidas: 4 tras ajustar puntos finales				
Convergencia conseguida tras 14 iteraciones				
Matriz de Covarianza computada utilizando derivadas segundas				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-2.904249	1.287433	-2.255844	0.0241
EMSAI	0.007485	0.435007	0.017208	0.9863
EMSEI	0.683906	0.662098	1.032937	0.3016
EMSII	0.093200	0.833288	0.111847	0.9109
EMSOMCI	0.409596	0.281452	1.455297	0.1456
EMSPI	-0.219331	0.280995	-0.780554	0.4351
GERDGDGP	0.970505	0.681804	1.423436	0.1546
PATENTSG	5.85E-05	0.000315	0.185556	0.8528
Media Var. depend	0.538462	S.D. Var. dependiente		0.508391
S.E. de regresión	0.347384	Akaike info criterion		1.129814
Suma Residuos Cuadráticos	2.172164	Schwarz criterion		1.516921
Log likelihood	-6.687585	Hannan-Quinn criter.		1.241287
Restr. log likelihood	-17.94483	Avg. log likelihood		-0.257215
LR statistic (7 df)	22.51449	McFadden R-squared		0.627325
Probability(LR stat)	0.002070			
Obs with Dep = 1	12	Total obs		26
Obs with Dep = 0	14			

La estimación del modelo Probit elegido dio lugar a unos resultados estadísticamente significativos, los cuales se derivan de la Tabla 4 y se interpretan de la siguiente forma.

Un país es más propenso a alcanzar unas exportaciones en *high-tech* más elevadas (htexp alto) cuanto mayor sea:

- La cuota de mercado en la exportación mundial en la industria aeroespacial: EMSAI.

- La cuota de mercado en la exportación mundial en la industria de instrumental: EMSII
- La cuota de mercado en la exportación mundial en la industria informática y ofimática: EMSOMCI.
- El gasto en I+D del país respecto a su PIB: GERDGDGP.

Y cuanto menor sea:

- La cuota de mercado en la exportación mundial en la industria farmacéutica: EMSPI.
- El número de patentes concedidas por las USPTO: PATENTSG.

La estimación del modelo Probit queda especificada en la siguiente ecuación:

Estimation Equation (Substituted Coefficients):

$$\begin{aligned} \text{MEDHTEXP} = & 1 - \text{@CNORM}(-(-2.904248681) + 0.007485406783 * \text{EMSAI} \\ & + 0.6839059568 * \text{EMSEI} + 0.09320049985 * \text{EMSII} + \\ & 0.4095963601 * \text{EMSOMCI} - 0.219331475 * \text{EMSPI} + \\ & 0.9705049477 * \text{GERDGDGP} + 5.848127395e-05 * \text{PATENTSG}) \end{aligned}$$

La medida de bondad del ajuste del Modelo Probit elegido viene expresada por los siguientes 3 coeficientes (incluidos en la Tabla 4):

- R^2 de Mc Fadden: Este coeficiente adopta el valor 0.627325, el cual indica que un país que cumple las condiciones especificadas en el modelo (alto EMSAI, EMSEI, EMSII, EMSOMCI, y GERDGDGP y bajo EMSPI y PATENTSG) tiene una probabilidad del 63% de registrar una ratio “htexp” superior a la mediana.
- Estadístico LR: Podemos admitir que el modelo es globalmente significativo dado que el nivel de significatividad crítico es de 0.002. Podemos afirmar por tanto que las variables EMSAI, EMSEI, EMSII, EMSOMCI, GERDGDGP, EMSPI y PATENTSG detentan capacidad explicativa de manera conjunta sobre el ratio “htexp”.
- Proporción de predicciones correctas.

La Tabla 5 ofrece la proporción de estimaciones correctas sobre la frecuencia total proporciona un indicador de la capacidad predictiva del modelo. El Modelo Probit aplicado tiene una capacidad predictiva del 84’62%.

TABLA 5: CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO.

Variable Dependiente: MEDHTEXP						
Método: ML - Binary Probit						
Muestra (ajustada): 1 30						
Observaciones incluidas: 26						
Observaciones excluidas: 4 tras ajustar puntos finales						
Evaluación predictiva (success cutoff C = 0.5)						
	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep = 0	Dep = 1	Total	Dep = 0	Dep = 1	Total
P(Dep = 1) < = C	10	2	12	0	0	0
P(Dep = 1) > C	2	12	14	12	14	26
Total	12	14	26	12	14	26
Correct	10	12	22	0	14	14
% Correct	83.33	85.71	84.62	0.00	100.00	53.85
% Incorrect	16.67	14.29	15.38	100.00	0.00	46.15
Total Gain *	83.33	-14.29	30.77			
Percent Gain **	83.33	NA	66.67			

TABLA 6: VALORES ESTIMADOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE MEDHTEXP.

Australia	0.283378271
Austria	0.639304217
Bélgica	0.001229761
Canadá	0.864501703
República Checa	0.727097282
Dinamarca	0.533536076
Finlandia	0.948104479
Francia	0.989758889
Alemania	0.999961955
Grecia	0.000881818
Hungría	0.634850391
Islandia	
Irlanda	0.758556095
Italia	0.114739042
Japón	0.999997879
Corea	0.999991336
Luxemburgo	0.192888549
México	

Países Bajos	0.999766371
Nueva Zelanda	
Noruega	0.14634233
Polonia	0.022911811
Portugal	0.071315383
Eslovaquia	0.017896805
España	0.143829637
Suecia	0.951900104
Suiza	
Turquía	0.003552429
Reino Unido	0.999964137
Estados Unidos	0.999999954

Fuente: Elaboración propia a partir del programa estadístico EVIEWS 3.

Los valores que muestra la Tabla 6, comprendidos todos ellos entre 0 y 1, se interpretan como una medida de la probabilidad de cada país de mejorar su ratio exportaciones *high-tech*.

El modelo aplicado nos induce a sugerir que los valores obtenidos estiman la probabilidad que cada país tiene de elevar su ratio de exportaciones *high-tech* cuando se dan las condiciones del modelo: Aumenten EMSAI, EMSEI, EMSII, EMSOMCI, y GERDGDGP, y disminuyan. EMSPI y PATENTSG.

Según este modelo, España con un 14,38% apenas tiene posibilidades de aumentar su *htexp* aunque las variables explicativas se comporten en la dirección especificada por el modelo Probit elegido. Sin embargo, países como Holanda, Suecia, UK, Korea, Japón Alemania, Francia, Finlandia y USA, presentan una probabilidad superior al 90% de elevar su ratio *htexp* si las 7 variables explicativas se comportan en la dirección especificada por el modelo. Todos estos países registran una tasa “*htexp*” superior a la mediana de los 38 países con datos en esta variable (15%). También es destacable la elevada probabilidad que registran Canadá, Austria y dos países que han incrementado significativamente el peso de sus exportaciones *high-tech* dentro de su exportación total, como son República Checa (72,7%) y Hungría (63,48%).

TABLA 7: EFECTOS MARGINALES DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS.

	Efecto marginal en el punto medio	Efecto marginal para un país como España
EMSAI	0.00098	0.00145
EMSEI	0.08966	0.13213
EMSII	0.0122	0.018
EMSOMCI	0.0537	0.0791
EMSPI	-0.0287	-0.04237
GERDGDGP	0.1272	0.1875
PATENTSG	0.000008	0.00001

Fuente: Elaboración propia a partir del programa estadístico EVIEWS 3.

Nuestro análisis de resultados no acaba aquí con la propensión a mejorar el ratio *htexp* por países sino que lo completamos con la ponderación del impacto que cada variable explicativa tiene sobre la variable *htexp*. Para ello recurrimos a los efectos marginales por variables.

Mientras que el coeficiente obtenido para cada variable explicativa en el modelo Probit simplemente indica la dirección del cambio (mejora o empeora la propensión a exportar *high-tech*), la magnitud de la variación depende del efecto marginal de cada variable.

Dicho efecto marginal mide cómo incide en la variable dependiente, la magnitud del impacto del cambio en el valor de una variable explicativa¹.

Los valores de la Tabla 7 nos aproximan al peso que cada uno de los 7 factores explicativos le corresponde en la variación de la variable explicativa "htexp". La primera columna muestra la ponderación relativa de cada una de las variables para un país situado en una posición intermedia entre los 41 países a análisis, mientras que la segunda columna recopila los valores aplicables para un país con las características de España. Las diferencias entre ambas columnas son poco profundas aunque se aprecia un efecto marginal algo superior para el caso de España, en comparación con los valores registrados para un país promedio.

La variable con un efecto marginal más acusado es GERDGDPI: "Gasto nacional en I+D respecto al PIB" (0,1875 para España), seguida de la "cuota de mercado mundial en la exportación de la industria electrónica (0,13213 para España). La única variable con un peso marginal de signo negativo es la "cuota de mercado mundial en la exportación de la industria farmacéutica (-0,04237 para España).

Nuestro modelo de elección binaria junto con los valores marginales extraídos a partir de él para un país como España sugieren que a fin de incrementar la actualmente baja tasa española de exportaciones *high-tech*, habría que incidir primordialmente sobre la tasa de "Gasto en I+D respecto al PIB" y el peso de las exportaciones españolas de la industria electrónica, en el total mundial. Ambas variables están dotadas con mayor capacidad para ejercer un impacto sobre la variabilidad del ratio htexp. Precisamente las dos variables en las que España está relativamente mejor posicionada, las exportaciones del sector farmacéutico y las del sector aeroespacial, detentan según nuestro modelo una capacidad muy limitada para impulsar el ratio htexp español.

6. CONCLUSIONES.

Los resultados de nuestro estudio confirman la debilidad en España de las ramas manufactureras clasificadas como de demanda y contenido tecnológico altos.

Los datos aportados corroboran por tanto la escasa entidad de las industrias de tecnología avanzada en el total de la producción española. Alvarez et ál. (2007) asignan un índice de especialización productiva en manufacturas de tecnología avanzada de 56 en una base EU15 = 100, lo cual coloca a España en penúltimo lugar tan sólo por delante de Grecia. Estos mismos autores

¹ En los efectos marginales, la magnitud de la variación depende del valor concreto que tome la función de densidad de la distribución Normal. Cuanto más elevada sea dicha pendiente mayor será el impacto del cambio en el valor de una variable explicativa sobre la variación (cambio) de la probabilidad (Cabrer et ál., 2001).

otorgan a España un índice de especialización en exportación de manufacturas avanzadas de 48 respecto a UE15 = 100, y una pérdida de posiciones en el contexto europeo durante dicho período.

Más preocupante si cabe es el ligero decrecimiento en el porcentaje que las exportaciones *high-tech* representan sobre el total de exportaciones españolas, quedándose en 2006 en un escueto 6%. Este resultado concuerda con el crecimiento similar al de las exportaciones totales de manufacturas por parte de las exportaciones de manufacturas avanzadas para el decenio 1995-2004 analizado por Alvarez et ál., 2007, tendencia que se mantiene a la baja en los dos años siguientes analizados en nuestro estudio.

Estos dos últimos indicadores certifican la marcada desventaja relativa de España en el comercio de manufacturas avanzadas.

Las razones explicativas de esta contrastada debilidad cabe encontrarlas en la particular estructura productiva y exportadora española, claramente sesgada a favor de las actividades de tecnología media y baja, así como en el históricamente insuficiente esfuerzo tecnológico español. Pese a que el gap respecto al promedio europeo tiende a acortarse progresivamente, la distancia es todavía considerable en la mayoría de indicadores nacionales relativos a I+D, tecnología y capacidad de innovación.

En países europeos como Hungría, República Checa, con un nivel de riqueza inferior al español, la transformación de su tejido productivo a favor de sectores con mayor valor añadido está reportando sus frutos, mientras en España se sigue aplazando el debate sobre la necesidad de impulsar un cambio en el mapa sectorial de la industria española y en el panorama del comercio exterior, excesivamente sesgados a favor de sectores de demanda débil y media-débil.

Nuestros resultados revelan que al menos a corto plazo las posibilidades reales de España de romper con la tendencia negativa en su ratio de exportaciones *high-tech* son escasas. Habría que impulsar estrategias a medio y largo plazo orientadas a incrementar tanto la cuota de mercado de las principales industrias que integran los sectores de tecnología avanzada, poniendo especial énfasis en las exportaciones de la industria electrónica. Con todo, de acuerdo con nuestro modelo, el factor priorizar por ser el más decisivo a la hora de incrementar las exportaciones *high-tech*, es el Gasto nacional en I+D en porcentaje respecto al PIB, una magnitud que por su naturaleza, no cabe incrementarla súbitamente en el corto plazo. En cambio, la rezagada posición española en cuanto al número de patentes registradas en el USPTO no aparece como un factor determinante puesto que su capacidad para inducir un aumento en las exportaciones *high-tech* es prácticamente nula.

España, al igual que otros países del sur de Europa, como Italia, Grecia y Portugal, ocupan una posición rezagada en los sectores de tecnología punta y no presentan visos de recuperar posiciones a corto plazo.

El entorno español no es el más propicio para impulsar la generación de nuevas empresas en estas actividades debido a las dificultades que los

emprendedores se encuentran para acceder a los ingredientes básicos para el despegue de las compañías que constituyen el núcleo de estos sectores, las denominadas empresas de base tecnológica, entre los que destacan la financiación, la formación y el asesoramiento especializados y a medida.

A fin de inscribirse en una dinámica más favorable capaz de impulsar los sectores de tecnología avanzada se aventura prioritario invertir de forma decidida en la generación de conocimiento aplicable por el tejido productivo o capaz de actuar como germen de nuevas empresas. El fomento de la I+D empresarial mediante medidas de corte fiscal y con programas de ayudas, debería compaginarse con los esfuerzos por infundir un mayor espíritu emprendedor a investigadores y tecnólogos, abriéndoles los ojos a la posibilidad de crear nuevas empresas para dar salida a sus avances y descubrimientos en el campo de la investigación.

Por lo que respecta al tejido empresarial ya existente en estos sectores, la intensificación de su internacionalización y por ende del ratio "exportaciones *high-tech* respecto al total", pasa por fomentar abiertamente las habilidades directivas, la cooperación transnacional, la creatividad y el talante abierto al cambio y a la innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Archibugi, D. y Michie, J. (1995): "The Globalization of Technology: A New Taxonomy", *Cambridge Journal of Economics*, 19, 121-140.
- Archibugi, D. y Michie, J. (eds) (1997): *Technology, Globalisation and Economic Performance*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Archibugi, D. y Michie, J. (eds) (1998): *Trade, Growth and Technical Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bacchetti, L. y Rossi, S. (1998): "The Positive Effects of Industrial District on the Exporter Performance of Italian Firms", *Luiss Working Paper*, 54.
- Bernard, A.B.; Redding, S. y Schott, P. (2007), "Comparative Advantage and Heterogeneous Firms", *Review of Economic Studies*, 74, 31-66.
- Bleaney, M. y Wakelin, K. (2002), "Efficiency, Innovation and Exports", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 64, 1, 3-15.
- Brockhoff, K.; Gupta, A.K. y Rotering, C. (1991): "Inter-firm R&D Co-operation in Germany", *Technovation*, 11, 219-229.
- Cabrer, B.; Sancho, A. y Serrano, G. (2001): *Microeconometría y decisión*, Pirámide, Madrid.
- Colombo, M.B. y Garrone, P. (1996): "Technological Cooperative Agreements and Firm's R&D Intensity. A Note on Causality Relations". *Research Policy*, 25, 923-932.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Siverberg, G. y Soete, L. (eds) (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, Londres.

- Dunning, J.H. (1995): "Revisión del paradigma ecléctico en una época de capitalismo de alianzas", *Economía Industrial*, 305, 15-32.
- Dunning, J.H. (1992): "Multinational Enterprises and the Globalization of Innovative Capacity", en Granstrand. O., Hakanson, L, Sjolander S. (eds): *Technology Management and International Business. Internationalization of R&D and technology*, John Wiley and Sons, Chichester, 19-51.
- Dussauge, P. ; Garrette, B. y Ramanantsoa, B. (1988): "Stratégies relationnelles et stratégies d'alliances technologiques", *Revue Française de Gestion*, marzo-abril-mayo, 7-19.
- Edler, J. (2007): "Internationalization of R&D: Empirical Trends and Challenges for Policy and Analysis", *PRIME 3rd General Conference*, Pisa, 1 de febrero de 2007.
- Fernández, C.M. y Casado, M. (1994): "La internacionalización de las empresas innovadoras madrileñas", *Información Comercial Española*, 726, 77-97.
- Fonfria, A. (2000), "Innovación tecnológica e internacionalización: un análisis causal", *Dirección y Organización*, 24, 24-50.
- Fritsch, M. y Lukas, R. (2001): "Who Cooperates on R&D?", *Research Policy*, 30, 297-312.
- Fusfeld, H.I. y Haklisch, C.S. (1985): "Cooperative R&D for Competitors", *Harvard Business Review*, 63, 60-76.
- Girma, S.; Görg, H. y Hanley, A. (2008): "R&D and Exporting: A Comparison of British and Irish Firms", *Review of World Economics*, 144(4), 750-773.
- Granstrand, O.; Hakanson, K. y Sjolander, S. (1993): "Internationalization of R&D: A Survey of Some Recent Research", *Research Policy*, 21, 413-430.
- Greenaway, D., Kneller, R. (2007): "Firm Heterogeneity, Exporting and Foreign Direct Investment", *The Economic Journal*, 117, 134-161.
- Grossman, G. y Helpman E. (1995): "Technology and Trade", en G. Grossman and K. Rogoff (eds): *Handbook in Economics*, 3, Elsevier, Amsterdam.
- Grupp, H. (1995): "Science, High Technology and the Competitiveness of EU Countries", *Cambridge Journal of Economics*, 19, 209-223.
- Guerrieri, P. y Milana, C. (1995): "Technological and Trade Competition in High-tech Products", *Cambridge Journal of Economics*, 19, 225-242.
- Hagedoorn, J., Link, A.N. y Vonortas, N.S. (2000): "Research Partnerships", *Research Policy*, 29, 567-586.
- Helpman, E., Melitz, M. y Yeaple, S. (2004): "Export versus FDI", *American Economic Review*, 94(1), 300-316.
- Hugues, K. (1986): *Technology and Exports*, CUP, Cambridge.
- Katz, M.L. (1986): "An Analysis of Cooperative Research and Development", *Rand Journal of Economics*, 17, 527-543.

- Katz, M.L. y Ordovery, J.A. (1990): "R&D Cooperation and Competition", *Brookings Papers on Economic Activity –Microeconomics*, 137-203.
- Kirbach, M. y Schmiedeberg, C. (2008): "Innovation and Export Performance: Adjustment and Remaining Differences in East and West German Manufacturing", *Economics of Innovation and New Technology*, 17(5), 435-457.
- Kleinknecht, A. y Reijneen, J.O.N. (1992): "Why Do Firms Cooperate on R&D? An Empirical Study", *Research Policy*, 21, 347-360.
- Lefebvre, E.; Lefebvre, L.A. y Bourgault, M. (1998): "R&D Related Capabilities as Determinants of Export Performance", *Small Business Economics*, 10, 365-377.
- Link, A.N. y Bauer, L.L. (1987): "An Economic Analysis of Cooperative Research", *Technovation*, 6, 247-260.
- Marjit, S. (1991): "Incentives for Cooperative and Non-Cooperative R&D in Duopoly", *Economics Letters*, 37, 187-191.
- Martinez Serrano, J.A. y Myro, R. (1992): "La penetración del capital extranjero en la industria española", *Moneda y Crédito*, 194.
- Melitz, M. (2003): "The Impact of Trade on Intra-industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity", *Econometrica*, 71, 1695-1725.
- Merino de Lucas, F. y Moreno, L. (1996): "Actividad comercial en el exterior de las empresas manufactureras españolas y estrategias de diferenciación de producto", *Papeles de Economía Española*, 66, 107-123.
- Meyer-Krahmer, F. y Reguer, G. (1997): "European Technology Policy and Internationalisation. An Analysis against the Background of the International Innovation Strategies of Multinational Enterprises", documento para el grupo ETAN en "Technology Policy in Tech Context of Internationalisation. How to Strengthen Europe's Competitive Advantage in Technology".
- Molero, J. (2002): "La internacionalización de la innovación tecnológica", *Revista Madri+d*, 9.
- Molero, J. (1998): "Multinational and National Firms in the Process of Technology Internationalization: Spain as an Intermediate Case", Instituto de Análisis Industrial y Financiero. UCM, Documento de Trabajo nº 9.
- Molero, J. (ed) (1995): *Technological Innovation, Multinational Corporations and New International Competitiveness: The Case of Intermediate Countries*, Harwood, Reading.
- Molero, J.; Buesa, M. y Casado, M. (1995): "Technological Strategies of MNCs in Intermediate Countries: The Case of Spain". En Molero, J. (ed) (1995).
- Mowery, D. (1992): "International Collaborative Ventures and US Firm's Strategies. En Granstrand. O., Hakanson, L, Sjolander S. (eds), *Technology Management and International Business. Internationalization of R&D and Technology*, John Wiley and Sons, Chichester, 209-232.

- Narula, R. (1997): "Multinational Firms, Technology and Economic Activity: An Agenda for Research", presentado en TSER Workshop, junio, Roma.
- Niosi, J. (2003): "Alliances are Not Enough Explaining Rapid Growth in Biotechnology Firms", *Research Policy*, 32, 737-750.
- Nueno, P. y Oosterveld, P. (1988): "Managing Technology Alliances", *Long Range Planning*, 21(3), 11-17.
- OCDE (1992): *Technology and the Economy: The Key Relationships*, OCDE, París.
- OCDE (2001): *STI Review*, 27, OCDE, París.
- OCDE (2009): *OCDE.stat.*, OCDE, París.
- Pearce, R. (1989): *The Internationalisation of Research and Development by Multinational Enterprises*, Macmillan, Londres.
- Sánchez, P. (1988): *La empresa española y la exportación de tecnología*, ICEX, Madrid.
- Sánchez, P. y Vicens, J. (1994): "Competitividad exterior y desarrollo tecnológico", *Información Comercial Española*, 726, 99-116.
- Scherer, F.M. (1992): *International High-technology Competition*, Cambridge MA, Harvard University Press.
- Sterlacchini, A. (1999): "Do Innovative Activities Matter to Small Firms in Non-R&D-Intensive Industries? An Application to Export Performance", *Research Policy*, 28, 819-832.
- Teece, D.J. (1992): "Competition, Cooperation and Innovation – Organizational Arrangements for Regimes of Rapid Technological Progress". *Journal of Economic Behavior and Organization*, 18, 1-15.
- UNCTAD (2005): "World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D", Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra.
- Vonortas, N.S. (1997): *Cooperation in Research and Development*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Wakelin (1998): "Innovation and Export Behaviour at Firm Level", *Research Policy*, 26, 829-841.
- WDI (2009): *World Development Indicators*, Banco Mundial.