

La innovación tecnológica en el sector agrario español en el período 1965-1997: un análisis basado en las estadísticas patentes (*)

A. CASIMIRO HERRUZO (**)

RAMÓN RIVAS (***)

1. INTRODUCCIÓN

La importancia del progreso técnico como impulsor del crecimiento de la agricultura española en las últimas décadas ha sido confirmada recientemente por diferentes autores (Fernández, *et al.* 1995; Fernández y Herruzo 1995; Fernández y Herruzo 1996; Alfranca, 1998). Sin embargo, estos trabajos, de carácter agregado, no aportan información suficiente sobre la naturaleza de los cambios técnicos acontecidos en el sector, su origen y variación en el tiempo, así como su incidencia relativa sobre las diferentes producciones agropecuarias. Este artículo pretende acrecentar el nivel de conocimiento sobre estas cuestiones, a partir de la información registrada en la base de datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), y generar así una información útil para la toma de decisiones en materia de política tecnológica en el campo de la agricultura.

Las estadísticas de patentes constituyen un valioso indicador para medir los resultados generados por las actividades de I+D, dada su fácil disponibilidad, su estrecha relación con la actividad inventiva, y su fundamentación en criterios objetivos y duraderos. El uso de las patentes para estos fines data de la década de los sesenta y coincide con los trabajos pioneros de Schmookler (1966) y Sherer (1965). Si bien el interés por la utilidad analítica de las patentes, en el campo

(*) Trabajo financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

(**) Departamento de Economía y Gestión, ETS Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

(***) BIC-Euronova - CESEAND, Parque Tecnológico de Andalucía. Campanillas (Málaga).

de la economía del cambio tecnológico, ha crecido notablemente en los últimos años (véase, Pavitt 1987, OECD, 1994, y Griliches, 1994). El uso de las patentes como instrumento de análisis económico se ve dificultado, entre otros obstáculos, por la forma en que se elaboran sus estadísticas. En efecto, la Clasificación Internacional de Patentes (IPC), según la cual se clasifican las patentes registradas en España, utiliza criterios técnicos y funcionales de escasa utilidad para el análisis económico. Así, por ejemplo, las estadísticas sobre patentes pueden informar sobre el avance de una rama tecnológica específica, pero no del sector económico en el que se utiliza dicha tecnología. La inexistencia de una correlación entre las clasificaciones de patentes y las clases de los sectores económicos o ramas de actividad dificulta la construcción de indicadores tecnológicos, basados en las patentes, que permitan relacionar la actividad inventiva con las actividades económicas.

Para resolver este problema, existen dos opciones. La primera consiste en clasificar directamente los documentos de patentes por industrias o sectores económicos. Esta opción presenta la gran dificultad técnica que supone asignar directamente todos los documentos de patentes, más de 60 millones en todo el mundo, y, en el caso de España, 925.631 documentos sólo para el período comprendido entre 1965 y 1997 (CIBEPAT, 1999). Por esta razón son pocos los países dispuestos a emplear los recursos necesarios para realizar este tipo de asignaciones.

La segunda opción consiste en construir una *concordancia* entre los sistemas de clasificación de patentes y los sistemas de clasificación de las actividades económicas. En España, Buesa (1992) ha elaborado una tabla de conversión de las rúbricas de la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) a una clasificación de ramas industriales, según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), que corresponden al origen económico de las invenciones descritas en las «clases» de la IPC. Este interesante trabajo resulta, sin embargo, inadecuado para la consecución del objetivo perseguido en este artículo, que exige trabajar a un mayor grado de desagregación que el ofrecido por la CNAE.

En este artículo se introduce un procedimiento para predecir la disponibilidad de patentes en el sector agrario mediante el establecimiento de una concordancia entre grupos de patentes, clasificadas por campos tecnológicos, y aquellas ramas o sectores de actividad económica en los que se utilizan estas patentes, en nuestro caso, los distintos subsectores que conforman el sector agrario. El método de

asignación de patentes por sectores de uso utilizado –la Concordancia Tecnológica de Yale (YTC)– (Evenson Kortum y Putnam, 1988) tiene su origen en el sistema de clasificación de patentes desarrollado por la Oficina Canadiense de Patentes (Ellis, 1981). Esta oficina gubernamental viene asignando, desde 1974 una clase de la IPC y un sector de uso a cada patente registrada. A partir de esta base de datos, ha sido posible computar distribuciones de probabilidad y elaborar un sistema de correspondencias, entre campos tecnológicos de la IPC y sectores económicos, según la «Standard Industrial Classification» (SIC).

La aplicación de la YTC abre grandes posibilidades al estudio del cambio tecnológico en España, a través de la información registrada en base de datos de la OEPM, hasta ahora insuficientemente explotada. En concreto, en esta investigación se pretende cuantificar el acervo tecnológico del sector agrario, en el período 1965-1997, determinar su grado de dependencia tecnológica exterior e identificar los principales focos de origen geográfico de la tecnología. Todas estas variables se relacionan con la calidad de la tecnología protegida al objeto de ofrecer una amplia panorámica de las principales tendencias y patrones de comportamiento que han caracterizado a la tecnología agraria disponible para ser usada y protegida legalmente en España, a lo largo de más de tres décadas.

Además de reforzar la evidencia empírica sobre el reciente proceso de cambio tecnológico agrario español, este artículo describe la aplicación de una metodología útil para el tratamiento económico de la información recogida en las bases de datos de patentes nacionales, susceptible de aplicación a otros sectores económicos, ajenos al agrario, cuya utilización podrá facilitar el estudio y comprensión de los procesos de cambio tecnológico en otros ámbitos de la economía.

2. EL MODELO DE CONCORDANCIA

Partimos de que es posible agrupar la economía de un país en $j=1, \dots, J$ sectores o ramas de la actividad que se corresponden con los distintos grupos clasificatorios –códigos– establecidos en la SIC, y asumimos que cada patente puede asociarse exactamente con uno de los J sectores económicos. Suponemos también que los campos tecnológicos pueden agruparse en los $i=1, \dots, I$ códigos de la IPC y que cada patente se identifica exactamente con uno de esos códigos (1).

(1) Una exposición más amplia del modelo puede encontrarse en Kortum y Putnam (1997).

Sea a_{ij} la probabilidad de que una patente se asocie al sector económico j condicionado al hecho de pertenecer al campo tecnológico i :

$$a_{ij} = P[\text{SIC} = j \mid \text{IPC} = i] \quad [1]$$

El vector columna J -dimensional de estas probabilidades condicionadas para cada uno de los I campos tecnológicos vendrá representado por:

$$\mathbf{a}_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij})' \quad [2]$$

Los vectores \mathbf{a}'_i definen las filas de una matriz $I \times J$, denominada *matriz de concordancia* y denotada por \mathbf{A} :

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \mathbf{a}'_1 \\ \mathbf{a}'_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{a}'_I \end{pmatrix} \quad [3]$$

Veamos, en primer lugar, el modelo de inferencia en el contexto de un país genérico \mathbf{P} . Posteriormente, se planteará el problema de la estimación usando para ello la información muestral del caso canadiense (base de datos PATDAT).

i) *El modelo de inferencias*

Sea $\mathbf{x}=(x_1, \dots, x_I)'$ la matriz columna que representa el número de patentes agrupadas por campos tecnológicos, $i=1, \dots, I$, en el país.

Sea \mathbf{A} la matriz definida anteriormente con las probabilidades referidas al contexto del país \mathbf{P} .

Sea $\mathbf{Y}=(Y_1, \dots, Y_J)'$ la matriz columna que representa cómo se distribuyen las patentes anteriores en los diferentes sectores económicos de uso en \mathbf{P} . En principio, esta distribución es desconocida en dicho país; por tanto, \mathbf{Y} es un vector aleatorio del cual sabemos que:

$$\sum_{j=1}^J Y_j = \sum_{i=1}^I x_i$$

El objetivo del modelo consiste en realizar predicciones de las variables Y_j , utilizando para ello la información del vector \mathbf{x} y el concepto de esperanza condicionada:

$$E[Y_j \mid \mathbf{x}] \quad j = 1, \dots, J \quad [4]$$

Estos valores se recogerán dentro de un vector que denotaremos por $E[\mathbf{Y} | \mathbf{x}]$. Con esta notación, y teniendo en cuenta la definición de las probabilidades que determinan la matriz \mathbf{A} , el modelo de inferencia viene dado por la ecuación:

$$E[\mathbf{Y} | \mathbf{x}] = \mathbf{A}'\mathbf{x} \quad [5]$$

Con este modelo, dada una distribución de patentes en campos tecnológicos, \mathbf{x} , se pretende prever cuál será la distribución de dichas patentes en sectores industriales. Para realizar dicha predicción no sólo nos hará falta \mathbf{x} , sino también la matriz \mathbf{A} (1).

Podemos ilustrar el modelo de concordancia con un ejemplo sencillo. Supongamos que consideramos sólo dos campos tecnológicos, representados en dos grupos de la IPC –motores (M) y bombas (B)– y dos sectores económicos de uso de la tecnología, agrupados en dos grupos de la SIC - 1 y 2. La matriz \mathbf{A} estimada a partir de la base de datos canadiense indica la probabilidad de que una patente se asocie a un sector SIC condicional en su pertenencia a un grupo de la IPC.

		<u>SIC 1</u>	<u>SIC 2</u>	
	M	0,33	0,67	
<u>IPC</u>				= \mathbf{A}
	B	0,43	0,57	

Obsérvese que las patentes del grupo M tienen más del doble de probabilidad de ser asociadas al SIC 2 que al SIC 1, en concreto un 67 por ciento frente a un 33 por ciento. Por el contrario, las patentes del grupo B se distribuyen de forma más homogénea entre los dos SIC, un 43 por ciento y un 57 por ciento, respectivamente. Supongamos ahora que en la Oficina de Patentes y Marcas de España (OPME) observamos 30 patentes del grupo M y 70 patentes del grupo B. La estimación de las patentes según los dos sectores SIC en España (valor esperado) sería, para el SIC 1: $(0,33)(30) + (0,43)(70) = 40$, y para el SIC 2: $(0,67)(30) + (0,57)(70) = 60$.

ii) *Estimación de la matriz A*

Un estimador de Máxima Verosimilitud para los elementos a_{ij} de la matriz \mathbf{A} sería el siguiente:

$$\hat{a}_{ij} = \frac{Y_{ij}}{x_i}$$

donde Y_{ij} representa el número de patentes que procediendo del campo tecnológico i acaban asociadas al sector económico j .

Como no todos los países poseen datos sobre las variables Y_{ij} , la matriz \mathbf{A} se estimará utilizando el caso canadiense. Dicha matriz estimada se denotará por $\hat{\mathbf{A}}$.

El modelo de inferencia para el país \mathbf{P} quedaría definido por la siguiente ecuación:

$$E[\mathbf{Y} | \mathbf{x}] = \hat{\mathbf{A}}'\mathbf{x}$$

La eficacia predictiva de este modelo de inferencia en el contexto del país genérico \mathbf{P} depende, en primer lugar, del grado de variación en el tiempo de la matriz \mathbf{A} definida en [3] y, en segundo lugar, de la similitud de esta matriz en un conjunto de países, entre los que se encuentra Canadá. La primera condición resulta necesaria para estimar la matriz $\hat{\mathbf{A}}$ a partir de la base de datos canadiense, y la segunda para poder utilizar la matriz estimada $\hat{\mathbf{A}}$ para predecir las patentes por sectores económicos en otros países distintos de Canadá (2).

3. RESULTADOS

La base de Datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) contiene registrados 925.631 documentos correspondientes a patentes y a modelos de utilidad solicitados desde 1965 hasta 1997 y clasificados por campos tecnológicos según la Clasificación Internacional de Patentes (IPC). La Concordancia Tecnológica de Yale (YTC) asigna estos documentos a grupos y subgrupos de la Standard Industrial Classification (SIC), lo que, a efectos de nuestro análisis, permite identificar aquellos documentos (invenciones) con uso potencial agrario a un elevado nivel de desagregación (producciones y grupos de producciones homogéneas) (3). Por otra parte, al clasificar las invenciones según dominio, patentes (invenciones mayores) y modelos de utilidad (invenciones menores), la YTC tam-

(2) Kortum y Putnam (1997) proporcionan información sobre la magnitud de los posibles errores de predicción que pueden derivarse de la aplicación de la YTC.

(3) No obstante, la aplicación de la YTC sólo es posible a aquellos documentos que teniendo al menos un código de la Clasificación Internacional de Patentes (IPC), al nivel de seis dígitos de desagregación, éste carece de errores tipográficos. En nuestro análisis observamos que de los 925.631 documentos existentes, 180.077 documentos presentaban errores fundamentalmente debido a una asignación de códigos IPC a sólo cuatro dígitos de desagregación. En consecuencia, se han procesado 745.554 documentos lo que supone el 80,55 por ciento del total de documentos registrados en la base de datos de la OEPM. Por otra parte, se pudo también apreciar que el porcentaje de documentos con errores disminuye fuertemente a lo largo del período de estudio de modo que, a partir de 1979, se detecta una gran reducción de los documentos erróneos que descienden en estos años en torno al 10 por ciento del total.

bién permite el estudio diferenciado de las tecnologías en función de su nivel inventivo (4). Por último, la identificación de la nacionalidad de las solicitudes permite identificar el origen geográfico de la tecnología disponible para ser usada en el sector agrario.

El período objeto de estudio se divide en dos etapas. La primera se extiende desde 1965 a 1985 y comprende aquellos años durante los cuales el sistema de protección industrial español se rigió por el antiguo Estatuto de la Propiedad Industrial de 1929, el cual ofrecía una protección limitada de los derechos de los propietarios de la tecnología (Sáiz González, 1995). Esta insuficiente protección, retrajo en bastantes ocasiones, a los inventores extranjeros de proteger sus invenciones en España. La segunda etapa abarca desde 1986 a 1997, y en ella se afianza el sistema de protección de la propiedad industrial en España. Asimismo, se produce también una mayor integración de la economía española en el contexto internacional, todo lo cual contribuyó al aumento del volumen de tecnología protegida, y por tanto del capital tecnológico disponible para las actividades económicas.

3.1. El acervo tecnológico

Con el fin de obtener una visión de conjunto de la tecnología protegida para ser usada en el sector agrario español, interesa conocer, en primer lugar, si existen diferencias sustanciales entre los procesos de generación de tecnologías orientadas al conjunto del sistema productivo y al sector agrario, respectivamente. En segundo lugar, resulta también de interés analizar por separado las trayectorias tecnológicas de la agricultura y de la ganadería en conjunto, y diferenciando sus distintas producciones. Según el cuadro 1, la suma de las invenciones agrarias a lo largo del período estudiado asciende a 12.420 documentos de solicitud, de los cuales 4.636 corresponden a los 21 años comprendidos en el período 1965-85, el 37,3 por ciento, y el resto, 7.784 documentos, corresponden a los 12 años del período restante, un 62,7 por ciento. Estas cifras suponen, a su vez, un 1,97 por ciento y un 1,52 por ciento del total de solicitudes de protección de invenciones presentadas en España en ambos períodos, respectivamente. En consecuencia, en la etapa más reciente se ha producido

(4) Bajo la figura de los modelos de utilidad se protegen aquellas invenciones que siendo nuevas e implicando una actividad inventiva consisten en dar a un objeto una configuración, estructura o constitución de la que resulte alguna ventaja prácticamente apreciable para su uso o fabricación. En particular, se pueden proteger como modelos de utilidad los utensilios, instrumentos, herramientas, aparatos, dispositivos o partes de los mismos, que reúnan los requisitos antes mencionados.

Cuadro 1

SOLICITUDES DE PROTECCIÓN DE INVENCIONES AGRARIAS

Período	Sector agrario		Agricultura		Ganadería	
	Nº	% (1)	Nº	% (2)	Nº	% (2)
1965-1985	4.636	1,97	3.496	75,40	1.101	23,75
1986-1997	7.784	1,52	5.738	73,72	1.999	25,68
1965-1997	12.420	1,67	9.234	74,35	3.100	24,96

(1) Sobre total procesado; (2) Sobre invenciones agrarias.

Nota: La suma de invenciones agrícolas y ganaderas no coinciden con el total debido a la existencia de un pequeño número de invenciones combinadas.

un proceso de intensificación de tecnología agraria, el cual, sin embargo, no ha superado en intensidad al proceso similar observado en el conjunto del sistema productivo.

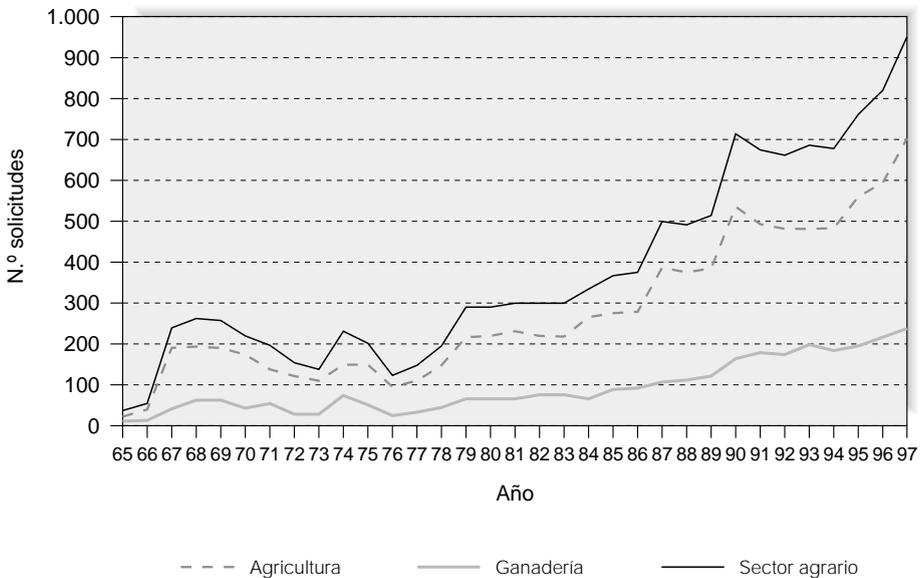
En el gráfico 1 se describe la evolución de las solicitudes de protección legal de invenciones agrarias (patentes y modelos de utilidad) en España, durante el período 1965-1997. Es posible apreciar con claridad los dos períodos diferenciados anteriormente. Así, el número de invenciones cuya protección se solicita anualmente se mantiene relativamente estable hasta 1985, oscilando entre 138 invenciones en 1977 y 332 invenciones en 1973 (5). Esta situación se altera profundamente a partir de 1986 al sucederse una serie de hechos importantes que tienden a favorecer el desarrollo tecnológico, la defensa de la competencia y la apropiabilidad de los resultados de la investigación. Entre ellos podemos destacar los siguientes: la Promulgación de la Ley 11/86 de Patentes de 20 de marzo de 1986, que sustituyó al Estatuto de la Propiedad Industrial; la firma del Instrumento de adhesión al Convenio de Munich sobre concesión de patentes europeas, el 10 de julio de 1986, y; finalmente, la firma el 16 de agosto de 1989, del instrumento de adhesión de España al Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (Patent Cooperation Treaty).

Una consecuencia de esta sucesión de hechos ha sido el notable incremento de la confianza de los inventores y/o propietarios de las invenciones en el sistema español de protección legal de las mismas, dando como resultado mensurable una masiva entrada de solicitudes de protección legal de tecnología en el territorio español. En efecto, el registro de invenciones en la Oficina Española de Patentes tiene

(5) No se consideran los dos primeros años de la serie ni el año 1985, afectado por la inminente entrada en vigor de la nueva normativa sobre protección industrial.

Gráfico 1

Evolución de las solicitudes de protección de invenciones agrarias



un incremento notable a partir de 1986 cuando entra en vigor la nueva Ley de Patentes y la firma del convenio de Munich y experimenta una segunda subida en 1990 con motivo de la entrada en vigor el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes, el cual situó al sistema de protección legal español en el contexto mundial. Una muestra de la masiva entrada de tecnología durante este período, y en particular de la importancia que el sistema jurídico de la protección de los derechos de los inventores representa para la transferencia tecnológica, es que mientras que en los tres años precedentes a 1986 el número de registros anuales de invenciones fue del orden de 14.000 a 15.000 documentos por año, en los doce años siguientes el promedio de solicitudes de protección de invenciones se elevó a 42.500, con una cifra récord de 73.499 solicitudes alcanzada en 1997.

De este proceso de intensificación tecnológica se beneficia tanto la agricultura como la ganadería, como puede apreciarse en el gráfico 1. Se observa también la preponderancia de las invenciones agrícolas sobre las ganaderas y cómo la brecha tecnológica entre ambos sectores se acrecienta a lo largo del tiempo. Otro rasgo interesante observado es que, a partir de 1990 parece detectarse un descenso y posterior estancamiento en las solicitudes de protección agrarias.

Esta tendencia se invierte, sin embargo, a partir de 1995 coincidiendo con el repunte de la situación económica del país.

Si retornamos al cuadro 1 podemos diferenciar las solicitudes de protección de invenciones agrícolas y ganaderas, acumuladas en el período 1965-1997. Observamos cómo un 74,35 por ciento, de las invenciones protegidas con uso en el sector agrario, son aplicables a la actividad agrícola y un 24,96 por ciento a la ganadería. Estos porcentajes indican que el sector agrícola ha contado a lo largo del período estudiado con el triple de tecnología disponible que el sector ganadero (6). Si tenemos en cuenta que la contribución de la agricultura y la ganadería al PIB agrario ha sido aproximadamente de un 55 por ciento y 35 por ciento, respectivamente, podemos afirmar que la producción agraria ha gozado de una mayor intensidad tecnológica, quizás debido a la mayor variedad de producciones. Sin embargo, en la última etapa estudiada, el porcentaje de tecnología dirigida al sector ganadero aumenta en casi dos puntos respecto al período anterior, acortándose las distancias entre ambos sectores.

El cuadro 2 recoge las solicitudes de protección de invenciones acumuladas según los grupos y subgrupos agrarios de la Standard Industrial Classification (SIC). Al contemplar por separado la agricultura (parte superior), encontramos que las invenciones con aplicación en producciones más extensivas en capital, Cultivos (130) y Combinación de cultivos (140), en la columna izquierda, suponen más de los dos tercios del total. Dentro del grupo cultivos destacan los cereales y, en particular, el trigo. Continuando con las explotaciones extensivas, el mayor dinamismo se observa en aquellas tecnologías aplicables a más de una producción, englobadas dentro del grupo combinación de cultivos (se trata, esencialmente, de tecnologías químicas, en particular, fertilizantes). En cuanto a los grupos más intensivos en capital, Frutas y Hortalizas (150) y Especialidades hortícolas (160), la horticultura ha acumulado más tecnología que la fruticultura, aunque existe un importante número de invenciones comunes. Dentro de la ganadería (parte inferior), la avicultura es la actividad que ha acumulado más tecnología, seguida del vacuno en sus aptitudes cárnicas y lecheras. Las actividades ganaderas con menos tecnología disponible son las producciones ovina y caprina.

(6) Hay que tener en cuenta también que una importante fuente de tecnología para el sector agrario la constituye el material genético incorporado en las semillas y plantas de vivero. Tecnología que al protegerse mediante una legislación específica no se ha contemplado en este trabajo.

Cuadro 2

SOLICITUDES DE PROTECCIÓN DE INVENCIONES AGRÍCOLAS Y GANADERAS (1965-1997)

SIC	Grupo Industrial	Nº solíc.	SIC	Grupo Industrial	Nº solíc.
AGRICULTURA					
130	Cultivos	3.311	150	Frutas y hortalizas	1.120
131	Trigo	448	152	Hortalizas	355
139	Otros cultivos	310	159	Comb.frutas y hortalizas	313
135	Forrajeras	271	151	Frutas	253
132	Cereales (excepto trigo)	250	160	Especialidades hortícolas	1.791
134	Maíz	178	169	Otras especialidades hortíc.	908
137	Tabaco	91	162	Productos de invernadero	513
138	Patata	37	163	Semilleros y viveros	167
133	Oleaginosas (exc.maíz)	24	161	Setas y hongos	116
136	Leguminosas	6			
140	Combinación de cultivos	3.011			
GANADERÍA					
110	Explotaciones Ganaderas	2.672	120	Otras explot.ganaderas	428
114	Avicultura	764	121	Apicultura	153
112	Vacuno de carne	552	122	Ganado equino	92
111	Vacuno de leche	357	123	Explotaciones peleteras	8
113	Porcino	209	129	Otras no clasificadas	151
115	Ovino y caprino	27			
119	Explot.ganad. combinadas	550			

3.2. La calidad de la tecnología

El gráfico 2 (a) muestra la evolución de las solicitudes de protección de patentes y de modelos de utilidad agrarios, respectivamente. Aunque existen fluctuaciones anuales en el número de solicitudes, la tendencia, hasta 1985, es de aumento de las solicitudes anuales de modelos de utilidad y estabilidad en el ritmo de crecimiento de las solicitudes anuales de patentes, si bien estas últimas superan, en todos los años, a las solicitudes de modelos de utilidad. Esta situación desaparece a partir de 1986, observándose entonces una trayectoria divergente entre las solicitudes de patentes y las solicitudes de modelos, con una tendencia a aumentar en las primeras y a disminuir en las segundas. Este fenómeno se constata también cuando contemplamos separadamente la evolución de las solicitudes de patentes y de modelos de utilidad, en la agricultura y ganadería, respectivamente, en los paneles (b) y (c) del gráfico 2. También se observa que las solicitudes de patentes agrícolas superan en todos los años a las ganaderas [panel (b)]. Por el contrario, las solicitudes de modelos de utilidad agrícolas sólo superan claramente a las de los modelos ganaderos a partir de 1977 [panel (c)].

Gráfico 2a

Evolución de las solicitudes de invención agrícolas y ganaderas

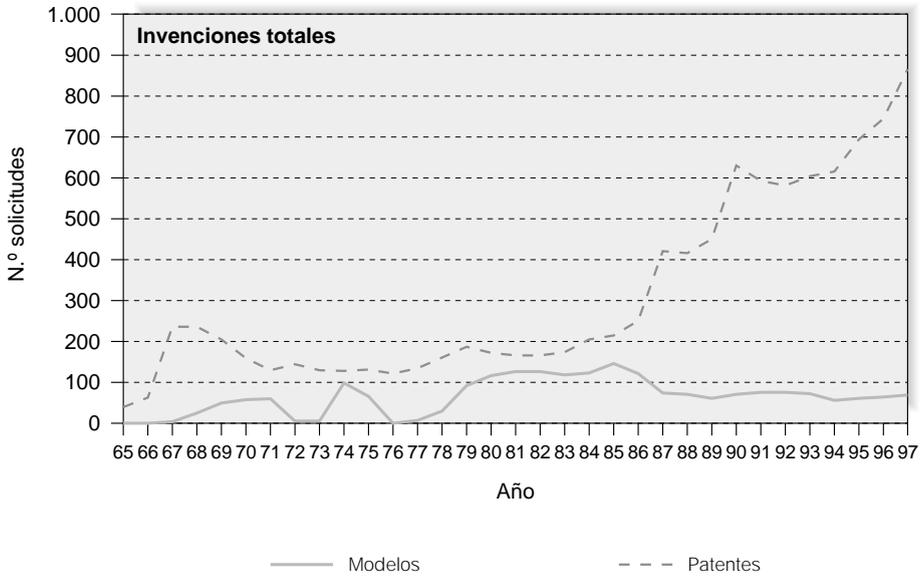


Gráfico 2b

Evolución de las solicitudes de invención agrícolas y ganaderas

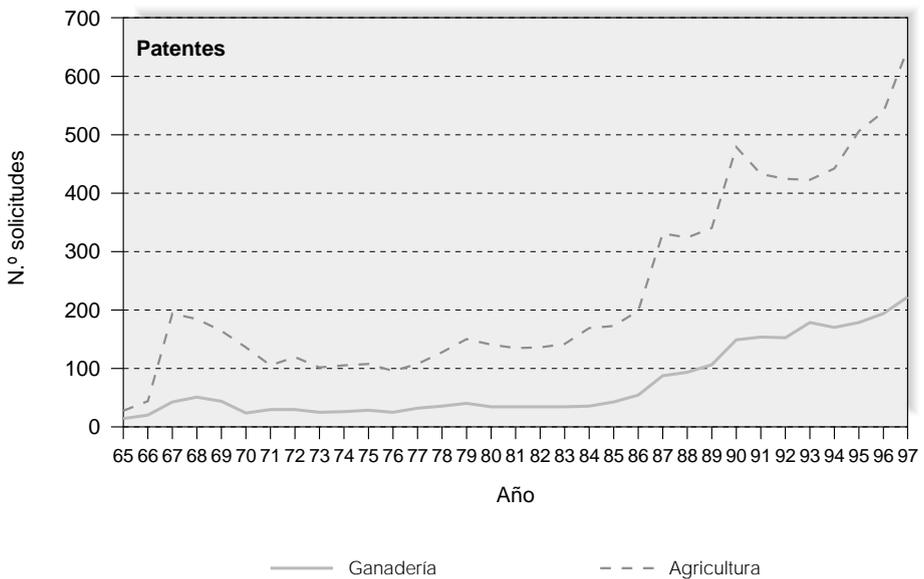
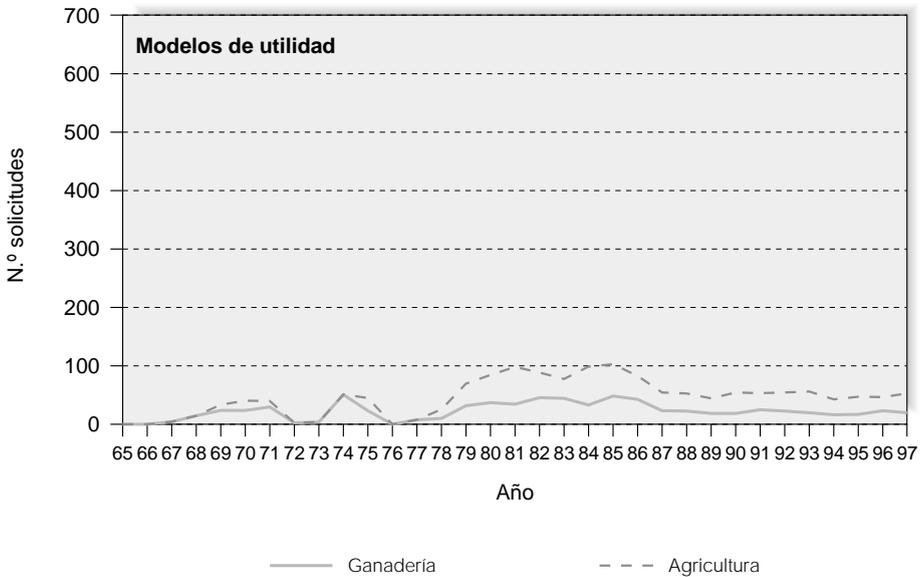


Gráfico 2c

Evolución de las solicitudes de invención agrícolas y ganaderas



El cuadro 3 recoge las solicitudes de protección de patentes y de modelos de utilidad, acumuladas en el período 1965-1997, en la agricultura y ganadería, respectivamente. El mayor porcentaje de solicitudes de patentes dentro de la agricultura se encuentra en las producciones más extensivas y, en concreto, en el grupo combinación de cultivos, 96,78 por ciento. Como se ha apuntado, dentro de este grupo se recoge, fundamentalmente, tecnología química. Por el contrario, en la horticultura y fruticultura las solicitudes de patentes ocupan una menor proporción, 64 por ciento, si bien superan a las de modelos de utilidad. De nuevo, al igual que ocurría en el grupo cultivos, el porcentaje de patentes es más alto en el caso de las tecnologías comunes a la producción de frutas y hortalizas. En resumen, las producciones hortofrutícolas no sólo presentan un menor stock acumulado de tecnología, sino que la calidad media de las invenciones disponibles es inferior a la de los cultivos extensivos. Por otra parte, cuando se analizan las diferentes producciones ganaderas, contrasta el elevado número de solicitudes de patentes en la producción de vacuno de leche, más del 93,5 por ciento, con la situación del sector avícola, donde las solicitudes de protección de patentes no alcanza el 60 por ciento.

Cuadro 3

SOLICITUDES DE PROTECCIÓN DE PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD (1965-1997) (%)

SIC Grupo Industrial	Patentes	Modelos	SIC Grupo Industrial	Patentes	Modelos
AGRICULTURA					
130 Cultivos	84,73	15,27	150 Frutas y hortalizas	66,56	33,44
131 Trigo	82,73	17,27	151 Frutas	64,30	35,70
132 Cereales (excepto trigo)	94,43	5,57	152 Hortalizas	45,93	54,07
133 Oleaginosas (exc.maíz)	95,67	4,33	159 Comb.frutas y hortalizas	88,41	11,59
134 Maíz	86,82	13,18	160 Especialidades hortícolas	71,34	28,66
135 Forrajeras	85,34	14,66	161 Setas y hongos	84,81	15,19
136 Leguminosas	72,01	27,99	162 Productos de invernadero	59,90	40,10
137 Tabaco	77,27	22,73	163 Semilleros y viveros	68,53	31,47
138 Patata	86,85	13,15	169 Otras especialidades hortíc.	74,88	25,12
139 Otros cultivos	88,92	11,08			
140 Combinación de cultivos	97,34	2,66			
GANADERÍA					
110 Explotaciones Ganaderas	80,21	19,79	120 Otras explot.ganaderas	61,82	38,18
111 Vacuno de leche	94,16	5,84	121 Apicultura	41,50	58,50
112 Vacuno de carne	83,00	17,00	122 Ganado equino	77,76	22,24
113 Porcino	81,23	18,77	123 Explotaciones peleteras	21,86	78,14
114 Avicultura	58,78	41,22	129 Otras no clasif.en otro lugar	69,67	30,33
115 Ovino y caprino	100,00	0,00			
119 Explot.gan.combinadas	94,30	5,70			

3.3. El origen geográfico de la tecnología

En un contexto de economía globalizada es lógico que la tecnología fluya como un factor de producción más, al igual que el capital o la mano de obra. Por tanto, otro aspecto a considerar a la hora de estudiar la tecnología disponible para el sector productivo de un país es determinar el origen geográfico de la misma. Esta cuestión es especialmente relevante en la actividad agraria donde resulta evidente la dificultad de adaptación de muchas de las tecnologías aplicables al sector generadas en países con diferentes condiciones económicas y ambientales (Herruzo y Echeverría, 1993).

Con el análisis de la procedencia geográfica de las invenciones para las que se solicitó protección legal en España se pretende, por un lado, identificar los principales focos de tecnología para el sector productivo español y su evolución en el tiempo y, por otro, valorar la magnitud relativa de la tecnología extranjera respecto a la tecnología nacional. En este sentido, conviene indicar que las solicitudes de protección de invenciones por los residentes en España refleja el nivel de producción tecnológica dentro del país, mientras que las solicitudes de protección presentadas por no residentes en España

indican la disponibilidad de tecnología extranjera en el sistema productivo. El estudio del origen de las solicitudes de protección de invenciones en España se circunscribe al grupo de países con mayor relevancia tecnológica para el sector agrario, del que forman parte Alemania, Francia, Gran Bretaña, Italia, Los Países Bajos, Estados Unidos y Japón.

A continuación se describe la evolución anual de las solicitudes de protección en España de invenciones nacionales y extranjeras, respectivamente. El gráfico 3 se refiere a las invenciones con uso agrícola y el gráfico 4 a las invenciones con uso ganadero. Considerando conjuntamente las solicitudes de patentes y modelos de utilidad, encontramos que, hasta el año 1985, existe una tendencia homogénea en el número de solicitudes anuales de protección, españolas y extranjeras. La diferencia estriba en que, en el caso de la agricultura las invenciones extranjeras superan en todo momento a las españolas (panel 3 (a)) y, por el contrario, en el caso de la ganadería las solicitudes españolas dominan en la mayor parte del período [panel 4 (a)]. No obstante, a partir de 1986 se detectan dos cambios significativos respecto a la etapa previa.

Gráfico 3a

Evolución de las solicitudes de protección de invenciones agrícolas según origen y dominio

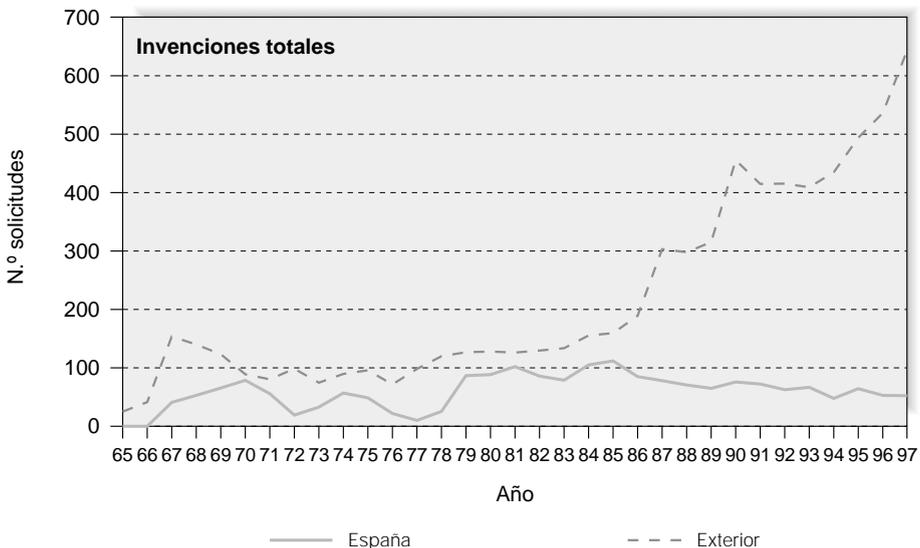


Gráfico 3b

Evolución de las solicitudes de protección de invenciones agrícolas según origen y dominio

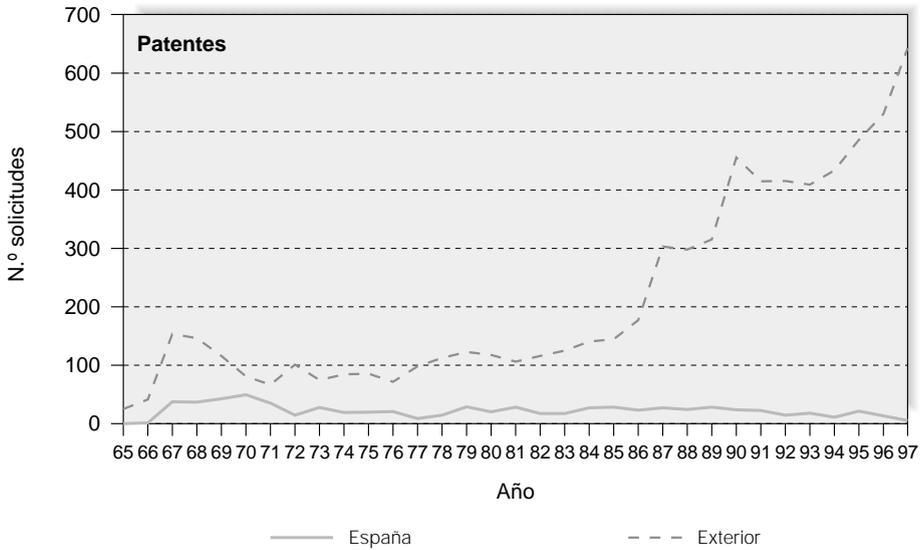


Gráfico 3c

Evolución de las solicitudes de protección de invenciones agrícolas según origen y dominio

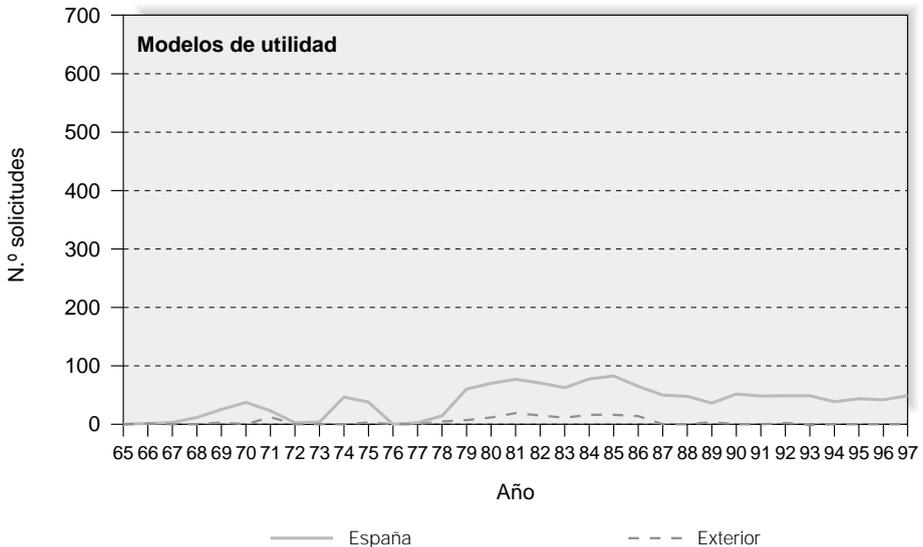


Gráfico 4a

Evolución de las solicitudes de protección de invenciones ganaderas según origen y dominio

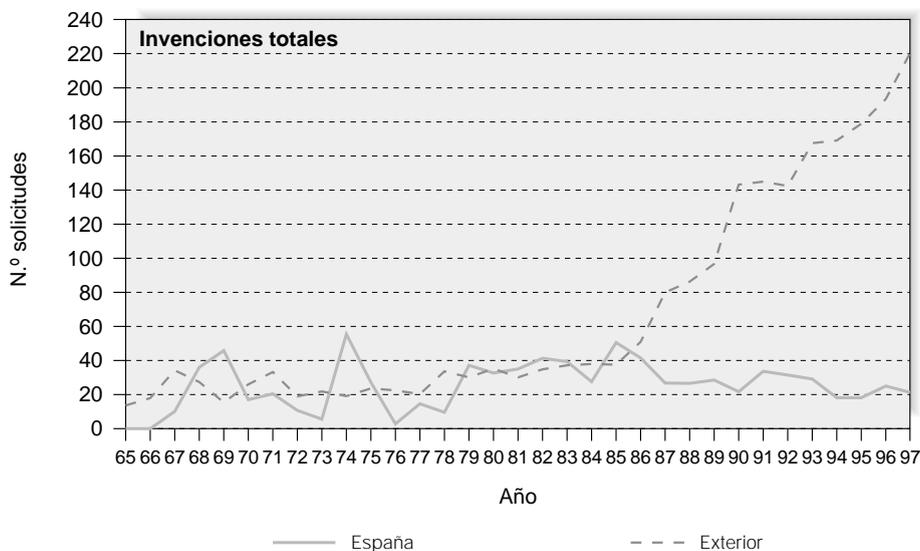


Gráfico 4b

Evolución de las solicitudes de protección de invenciones ganaderas según origen y dominio

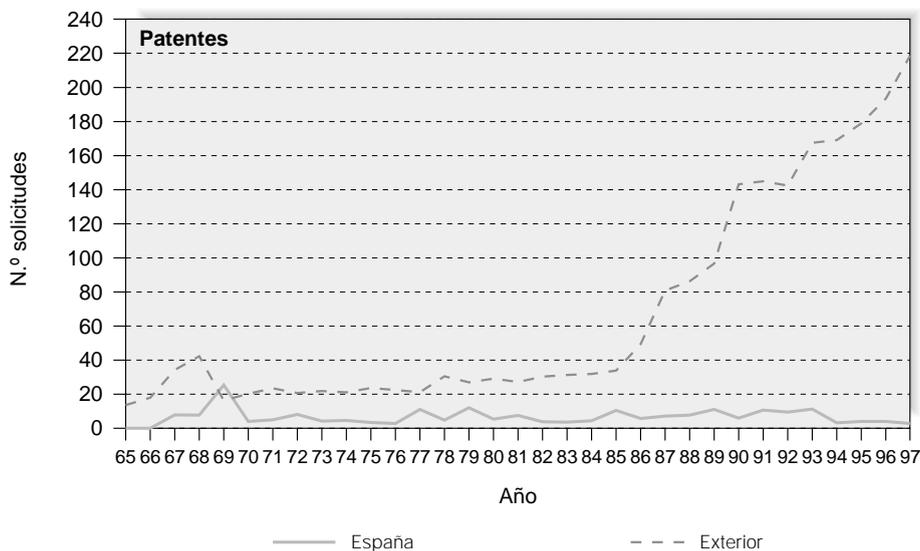
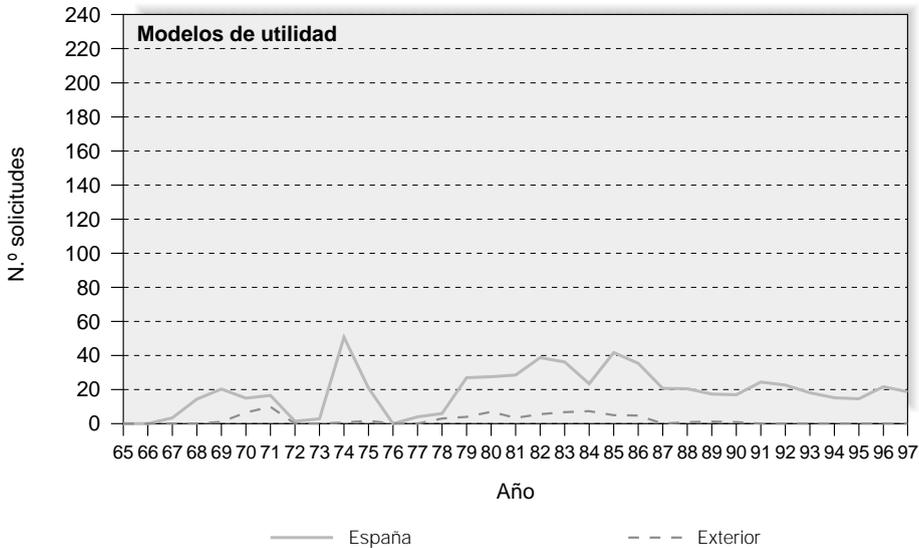


Gráfico 4c

Evolución de las solicitudes de protección de invenciones ganaderas según origen y dominio



En primer lugar, las solicitudes anuales de protección nacionales y extranjeras comienzan a diverger creciendo enormemente estas últimas y decreciendo las primeras. El resultado es que se acrecienta la brecha entre la tecnología disponible de origen extranjero que aumenta de forma progresiva y la tecnología nacional que experimenta un crecimiento marginal decreciente. Si consideramos los dominios de las solicitudes (paneles 3 (b) (c); 4 (b) (c)), encontramos que las solicitudes de patentes (especialmente las agrícolas) siguen una tendencia parecida a la identificada para el conjunto de las invenciones, aunque en este caso la brecha entre el volumen de tecnología extranjera y nacional se acentúa. Por el contrario, las solicitudes de modelos de utilidad españoles superan en todo momento a las de los extranjeros, si bien ambos tipos de solicitudes descienden a partir de 1985. Esta tendencia se detecta tanto en la agricultura como en la ganadería.

En líneas generales, se puede afirmar que la estructura de la tecnología española ideada para su uso en el sector agrario está desequilibrada hacia tecnologías de menor valor, además de haber ido perdiendo peso relativo a favor de la tecnología que procede del exterior. Llama la atención la pérdida de importancia absoluta y relativa

de las solicitudes de patentes presentadas por residentes españoles respecto a las patentes extranjeras. Este hecho refleja una escasa reacción del país al fortalecimiento del sistema de propiedad industrial, circunstancia utilizada por los propietarios de tecnología extranjera para aprovechar la demanda creciente de tecnología en España.

En el cuadro 4 se ordenan las producciones agrícolas y ganaderas según el grado de importancia de tecnología extranjera. En la agricultura, la mayor disponibilidad de la tecnología extranjera se encuentra en el sector de oleaginosas, donde el 97,85 por ciento de las solicitudes de patentes proceden del exterior; le sigue el sector cereales, excluido el trigo, y el tabaco. Por el contrario, la menor importancia exterior, si bien sigue siendo muy alta, se detecta en los grupos de frutas, con un 75,32 por ciento de solicitudes extranjeras y en los cultivos de leguminosas y patata, con un porcentaje de incidencia algo menor. En conjunto, el predominio de la tecnología extranjera es todavía mayor en la ganadería. El menor porcentaje de tecnología extranjera se encuentra en la avicultura, 89,55 por ciento de las solicitudes de patentes, porcentaje que, sin embargo, supera a los que caracterizan a la mayoría de los grupos agrícolas.

Cuadro 4

IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA EXTRANJERA DISPONIBLE EN EL SECTOR AGRARIO ESPAÑOL (% DE SOLICITUDES DE PATENTES)

< 90% Patentes extranjeras

> 90% Patentes extranjeras

SIC	Grupo Industrial	%	SIC	Grupo Industrial	%
AGRICULTURA					
134	Maíz	89,18	133	Oleaginosas	97,80
131	Trigo	88,68	132	Cereales (excepto trigo)	97,30
135	Forrajeras	86,91	137	Tabaco	97,03
152	Hortalizas	85,89	159	Comb. Frutas y hortalizas	95,90
151	Frutas	75,32	162	Prod. Invernaderos	92,17
138	Patata	73,36	163	Semillas y viveros	91,37
136	Leguminosas	71,52			
GANADERÍA					
114	Avicultura	89,55	115	Ovino y caprino	98,45
			122	Equino	95,37
			111	Vacuno de leche	93,41
			112	Vacuno de carne	93,24
			113	Porcino	92,36
			121	Apicultura	91,51

Por último, al identificar los países donde se origina la tecnología (cuadro 5), España aparece como el principal proveedor de tecnología agraria, con casi una cuarta parte del total de la tecnología disponible para ser usada en el sector agrario, seguido de cerca por Estados Unidos y, más alejado, de Alemania. Cuando contemplamos las invenciones de más calidad (patentes), Estados Unidos resulta ser el principal suministrador de tecnología, seguido de Alemania, y sólo en tercer lugar aparece España. Esta situación resultaría aún más desfavorable para España si sólo se contemplase el período 1986-1997, en el cual, como se ha visto, se acelera fuertemente el ritmo de penetración de tecnología extranjera en España. El mismo patrón de comportamiento que en la agricultura se observa en la ganadería, si bien, en este caso, el porcentaje de invenciones españolas es algo superior.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se introduce un procedimiento estadístico para predecir patentes y modelos de utilidad por sectores económicos o

Cuadro 5

PRINCIPALES PAÍSES SUMINISTRADORES DE TECNOLOGÍA AL SECTOR AGRARIO ESPAÑOL

Invenciones totales		Patentes		Modelos de utilidad	
País	%	País	%	País	%
AGRICULTURA					
EE.UU.	22,36	EE.UU.	26,21	España	88,50
España	21,96	Alemania	16,11	Francia	2,89
Alemania	13,84	España	9,60	Italia	1,83
Francia	8,52	Francia	9,53	Alemania	1,80
R. Unido	5,93	R. Unido	6,90	EE.UU.	1,72
Japón	5,81	Japón	6,88	R. Unido	0,68
P. Bajos	4,38	P. Bajos	5,10	P. Bajos	0,39
Italia	2,70	Italia	2,85	Japón	0,12
Otros	14,50	Otros	16,81	Otros	2,06
GANADERÍA					
España	27,44	EE.UU.	28,57	España	89,57
EE.UU.	22,32	Alemania	12,00	Alemania	1,56
Alemania	9,60	Francia	9,27	Francia	1,52
Francia	7,47	España	8,78	Italia	1,33
R. Unido	5,65	R. Unido	7,04	EE.UU.	1,21
P. Bajos	4,47	Japón	5,58	P. Bajos	1,06
Japón	4,30	P.Bajos	5,50	R. Unido	0,85
Italia	2,69	Italia	3,08	Japón	0,17
Otros	16,08	Otros	20,20	Otros	2,73

ramas de actividad, a partir de su clasificación inicial por campos tecnológicos. Sería de gran utilidad para la investigación económica, que las oficinas nacionales de patentes, incluida la OEPM, clasificaran las solicitudes de protección legal de invenciones según criterios económicos y no, exclusivamente, de acuerdo a criterios tecnológicos. Pero la realidad es que sólo la Oficina Canadiense de Patentes realiza esta labor. La Concordancia Tecnológica de Yale (YTC), basada en las asignaciones canadienses, permite predecir las patentes por sectores económicos en todos aquellos países que, como España, clasifican las solicitudes de protección legal de invenciones según la Clasificación Internacional de Patentes (IPC).

Tras la aplicación la YTC, al contexto agrario español, podemos concluir que en la agricultura y ganadería españolas se cumple el siguiente patrón general de cambio tecnológico: un mercado tecnológico en alza, en especial en las dos segundas mitades de los años 80 y 90, respectivamente; una tendencia al aumento de la calidad de las invenciones, con un predominio cada vez mayor de las patentes en detrimento de los modelos de utilidad, y una paulatina pérdida de la importancia relativa de la tecnología española respecto de la tecnología extranjera.

A la vista de los anteriores resultados, cabría preguntarse, en esta reflexión final, sobre las posibles causas de esta creciente dependencia tecnológica exterior en el sector agrario. A este respecto, es interesante llamar la atención, de nuevo, sobre la débil reacción del sistema tecnológico español al fortalecimiento del sistema de propiedad industrial, que tiene lugar a partir de 1986. Esta circunstancia, como se ha podido apreciar, ha sido utilizada por los propietarios de tecnología extranjera para introducirse en un mercado, como el español, con una demanda creciente de tecnología agraria. El resultado ha sido que no sólo se ha producido un desplazamiento en cuanto a valores relativos de la presencia de la tecnología española, sino que, en valores absolutos también se detecta una disminución de la participación nacional en la contribución al acervo tecnológico disponible para el sector agrario. Y todo ello, repárese, en un contexto de fuerte aumento de los presupuestos de investigación, al menos hasta 1995.

Se han apuntado diversas razones para explicar este fenómeno. En primer lugar, se encuentra la prioridad dada a la investigación académica en detrimento de la investigación empresarial, en la reforma del sistema de ciencia y tecnología emprendida en los años 80 (Sanz, 1998). Otros autores señalan razones de cultura científica y falta de formación en todo lo relativo a la propiedad industrial por parte de los investigadores. También se ha aducido una mentalidad tecnoló-

gica en las empresas que, a veces, les lleva a transferir, a título oneroso, a sociedades extranjeras, actividades investigadoras que generen un resultado inventivo ante la perspectiva de realizar grandes desembolsos, mientras que, al mismo tiempo, tienden a explotar bajo licencia las invenciones extranjeras (González Bueno, 1998). Aparte de las razones anteriores, directamente relacionadas con el sistema tecnológico-industrial, la mayor dificultad de materializar un determinado esfuerzo inventivo en documentos de patentes, introducida por la Ley de patentes de 1986, también puede haber contribuido a explicar los pobres resultados del sistema español de invención-innovación que reflejan los resultados de este trabajo.

En cualquier caso, y cualesquiera que hayan sido las causas del atraso tecnológico español, de lo que no cabe duda es que la fuerte dependencia tecnológica exterior identificada en este artículo constituye un obstáculo de primer orden para situar a la agricultura y ganadería españolas, en la década de los noventa, a lo largo de su frontera de producción, dadas las reconocidas limitaciones de muchas de las tecnologías agrarias importadas en cuanto a adaptación a las particulares condiciones económico-ambientales del sector agrario español.

BIBLIOGRAFÍA

- ALFRANCA, O. (1998): «Determinantes de la productividad total de los factores en el sector agrario español». *Investigación Agraria. Producción y Protección Forestales*, 13 (2): pp. 201-220.
- BUESA, M. (1992): *Patentes e innovación tecnológica en la industria española (1967-1986)*. Departamento de Estructura Económica y Economía Industrial de la Universidad Complutense, Madrid.
- ELLIS, E. (1981): «Canadian patent data base: The philosophy, construction and uses of the Canadian Patent Data Base PATDAT». *World Patent Information*, 3: pp.13-18.
- EVENSON, R. E.; KORTUM, S. y PUTMAM, J. (1991): *Estimating patents counts by industry using the Yale-Canada Concordance* Final Report to the National Science Foundation. Yale University, New Haven.
- FERNÁNDEZ, M. C.; HERRUZO, A. C. y EVENSON, R. E. (1995): «Measurement of total factor productivity in Spanish Agriculture». *Oxford Agrarian Studies*, 23: pp. 65-71.
- FERNÁNDEZ, M. C. y HERRUZO, A. C. (1996): «La productividad total de los factores en la agricultura y en la ganadería españolas: un análisis regional». *Investigación Agraria. Economía*, 11(1): pp. 71-97.
- FERNÁNDEZ, M. C. y HERRUZO, A. C. (1995) «Un análisis de las relaciones entre I+D y la productividad en el sector agrario español», en *III Jornadas Rictes, Valencia*: pp. 473-488.

- GONZÁLEZ-BUENO, C. (1998): «El Papel de las patentes en la economía española actual». *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, 1: pp. 11-26.
- GRILICHES, Z. (1990): «R&D, patent statistics as economic indicators». *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, (4): pp. 1.661-1.797.
- HERRUZO, A. C. y ECHEVERRÍA, R. (1993): *Agricultural research in Spain: Experiences relevant to Latin America*. Discussion Paper, 93-04 ISNAR, La Haya.
- KORTUM, S. y PUTMAM, J. (1997): «Assigning patents to industries: Test of the Yale Technology Concordance». *Economic Systems Research*, Vol. 9(2): pp. 161-175.
- OECD (1994): *The measurement of scientific and technological activities: Using patent data as science and technology indicators-Patent Manual*, OECD/GD(94) 114, Paris.
- PAVITT, K. (1988): Uses and abuses of patent statistics. En Van Raan (ed.) “*Handbook of quantitative studies of science and technology*”, Elsevier, Amsterdam.
- SAÍZ GONZÁLEZ, J. P. (1995): *Legislación histórica sobre propiedad industrial, España (1759-1929)*, Oficina Española de Patentes y Marcas-MINER, Madrid.
- SANZ, L. (1998): *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*, Alianza Editorial, Madrid
- SCHERER, F. M. (1965): «Firm size, market structure, opportunity and the output of patented inventions». *American Economic Review*, 55 (5): pp. 1.097-1.125.
- SCHERER, F. M (1984): Using linked patent and R&D data to measure inter-industry technology flows. En Griliches (ed.) “*R&D Patents and Productivity*”, University of Chicago Press, Chicago.
- SCHOMOOKLER, J. (1966): *Invention and economic growth*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

RESUMEN

La innovación tecnológica en el sector agrario español en el período 1965-1997: un análisis basado en las estadísticas de patentes

Este artículo utiliza la Concordancia Tecnológica de Yale (YTC) para estudiar el proceso de innovación en el sector agrario español durante el período 1965-1997. La YTC predice el número de patentes (y modelos de utilidad), por grupos de producciones agrícolas y ganaderas, a partir de las estadísticas de patentes clasificadas según campos tecnológicos. Esta información se utiliza para estimar el volumen, calidad y país de origen del capital tecnológico disponible para ser usado en el sector agrario durante el intervalo de tiempo analizado. Los resultados indican el siguiente patrón de la innovación: un creciente mercado tecnológico con una tendencia al aumento de la calidad de las innovaciones y una gradual reducción de la tecnología española a favor de la tecnología extranjera.

PALABRAS CLAVE: Innovación, patentes, sector agrario.

SUMMARY

Technical innovation in the Spanish agricultural sector 1965-1997: An analysis based on patent data

This paper uses the Yale Technology Concordance (YTC) to study the process of innovation in the Spanish Agricultural sector in 1965-1997. The YTC predicts patents (and utility models) by crops and livestock productions using the widely available information on the distribution of patenting across technology fields. This information is used to ascertain the volume, quality, and country origin of the technological capital available for used in the agricultural sector throughout the period. Results indicate the following pattern of innovation: a growing technological market with a tendency to the increase the quality of innovations and a gradual reduction of Spanish technology in favor of foreign technology.

KEYWORDS: Innovation, patents, agricultural sector.