

Evolución histórica de la investigación agraria en España

M. Carmen Fernández Díez

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios que aportan información sobre la contribución de las variables de ciencia y tecnología a las variaciones en la productividad del sector agrario han ido cobrando cada vez mayor relevancia. Desde los trabajos pioneros de Schultz (1963) y Griliches (1964) se ha desarrollado un cuerpo de doctrina teórica y empírica denominada economía de la investigación agraria¹. Estos estudios han permitido contabilizar la rentabilidad de las actividades de investigación agraria. Un paso previo en cualquier análisis de economía de la investigación consiste en estudiar la evolución institucional del sector de investigación agraria y delimitar su importancia a través de la cuantificación de las variables de ciencia y tecnología. En este trabajo se persigue este doble objetivo.

En el análisis del sistema de investigación agraria en España es posible, a través de su historia más reciente, delimitar distintas fases de desarrollo dentro de un sistema de investigación nacional. En la segunda sección se hace un recorrido histórico del sistema de ciencia y tecnología agraria en nuestro país. La transformación del sistema se estudia dentro de la evolución seguida por los diferentes sectores ejecutores de la investigación -Organismos públicos de investigación, universidad y empresas

Fecha de recepción del original: febrero de 2000. Versión definitiva: octubre de 2000

■ *María Carmen Fernández Díez es Profesora Titular en la Universidad Pontificia Comillas, Departamento de Economía, Facultad de CCEE y Empresariales (ICADE), Universidad Pontificia Comillas de Madrid, C/ Alberto Aguilera, 23, CP. 28015, Madrid. e-mail: mcarmen@cee.upco.es.*

¹ ECHEVERRÍA (1990) contabilizó más de 120 estudios sobre estimaciones de rentabilidad (retornos) de la investigación agraria para diversos países. De entre ellos, cada vez cobran mayor importancia los referidos a análisis de la contribución de la investigación al sector agrario en su conjunto, 48 estudios agregados, frente a los análisis de cultivos concretos.

privadas-. Con ello se pretende realizar un acercamiento a los fenómenos históricos y a los cambios institucionales que pueden explicar las magnitudes económicas de inversión en I+D agrario de los distintos sectores ejecutores.

Un reflejo de los acontecimientos que acompañaron al desarrollo histórico del sistema de ciencia y tecnología agrarias lo constituye el comportamiento de sus variables significativas, como la investigación. Así, los cambios estructurales han afectado a la dotación de los recursos para la investigación agraria y a los resultados generados. En la tercera sección se cuantifican las actividades de ejecución de I+D agrario de los distintos sectores.

2. EL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRARIAS EN ESPAÑA: UNA VISIÓN HISTÓRICA

La visión histórica del sistema de ciencia y tecnología agrarias durante las tres últimas décadas muestra el paso de una situación heredada de institucionalización de la actividad científica -donde ya existían la mayoría de los centros de investigación agraria-, al crecimiento y consecuente complicación de la comunidad científica, de sus instituciones y de las relaciones entre ellas. Este crecimiento en tamaño, conocido como *big science* frente a la *little science*, se ha producido en nuestro país en un corto período de tiempo. La Ley de Reforma Universitaria, el traspaso de competencias de las CCAA y finalmente la Ley de la Ciencia han supuesto una profunda transformación en la organización y gestión del sistema (Herruzo, Echeverría y Fernández, 1993).

Los sectores que ejecutan investigación agraria: los organismos públicos de investigación (OPIs), las universidades y las empresas, han sido el escenario en el que se han desarrollado estos avances. Esta estructura se repite a grandes rasgos en los sistemas de investigación agraria de la mayoría de los países y es fundamental tanto para la evaluación comparada de la efectividad de los sistemas de investigación, como para el estudio de la evolución histórica e institucional. No obstante, esta demarcación clara y simplificada esconde relaciones e interconexiones entre los sectores -tanto en relación a la financiación como a la ejecución de las actividades de I+D agrario-, que se han ido estrechando a lo largo del tiempo en aras de una mayor coordinación de la investigación y que han dado como resultado un sistema complejo.

Se pueden identificar etapas sucesivas en la evolución de un sistema de investigación. Para Ruttan (1982) los sistemas de investigación agraria de los países occidentales y de Japón han progresado a través de tres fases. Una primera etapa, en la que la actividad de investigación se basaba en las actividades innovadoras de los individuos: agricultores o inventores. Una segunda fase, que se caracteriza por el establecimiento de estaciones experimentales agrarias dirigidas por personal investigador especializado en ciencias agrarias. Por último, el sistema de investigación puede derivar en un sistema de investigación agraria nacional integrado, en donde existe ya una capacidad de planificación de la investigación que permite, a partir del establecimiento de prioridades de investigación, la asignación eficiente de recursos financieros y/o profesionales.

En las páginas siguientes se describen, en primer lugar, los cambios institucionales más importantes acontecidos en el sistema de investigación agraria español en materia de la coordinación y planificación de la política científica y tecnológica. Esta transformación del sistema se completa con la evolución seguida por los distintos sectores ejecutores de la investigación -OPIs, Universidad y empresas privadas-. Se pretende ofrecer una panorámica general, de modo que no se prestará una especial atención a los cambios de carácter coyuntural.

2.1. La política científica y tecnológica española con respecto al sector agrario. Una visión histórica

Los principios que sustentan la organización y desarrollo de un sistema de investigación agraria nacional se pueden ilustrar a través de distintos modelos de funcionamiento. Ruttan (1982) fue el primer autor en sintetizar e identificar los modelos de sistemas de investigación agraria en cuatro tipos. Posteriormente Arnon (1989) completó la caracterización de los sistemas nacionales de investigación y señaló las ventajas y desventajas de cada modelo. En síntesis, los modelos de sistemas nacionales de investigación agraria son los siguientes:

- a) Un modelo *integrado* de investigación, extensión y educación. El ejemplo más clarificador es el del sistema "land-grant-university" de EEUU;
- b) un sistema de investigación agraria formado por una institución *autónoma* o semiautónoma, con financiación pública o privada. El modelo pionero es el de Gran Bretaña;
- c) el modelo del *Ministerio* de Agricultura es el más común en países con un sistema de investigación pequeño y un componente esencial en la integración de un sistema nacional y regional -o estatal y federal- en países de mayor tamaño;
- d) el modelo del *Consejo de investigación* agraria, que ha tenido un desarrollo más reciente. Con él se pretende lograr una coordinación más efectiva e integrar dos o tres de los modelos anteriores. Es el caso del sistema de investigación agraria nacional en la India.

Aunque es posible dar algún ejemplo de cada uno de los modelos, difícilmente se puede enmarcar un sistema de investigación en alguna de las anteriores categorías, ya que éstas no son excluyentes. Por el contrario, un sistema de investigación puede haber evolucionado a través del tiempo por algunos o por todos los esquemas, o ser una mezcla de varios. Así el sistema de investigación español fue diseñado inicialmente, a finales del siglo XIX, como un modelo integrado Escuela universitaria-Estación de investigación-Granja de extensión, si bien no llegó a desarrollarse plenamente. Sin embargo, ha sido el tercer modelo el que ha definido hasta épocas recientes el entramado institucional de la investigación agraria en España. Este modelo se inició con la creación, en los años treinta del presente siglo, de un organismo de investigación dependiente del Ministerio de Agricultura, el *Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA)*. Por otra parte, el hecho de que la investigación en

ciencias agrarias nunca ha sido ejecutada en exclusiva por el INIA, junto con el surgimiento de nuevos actores en materia de elaboración de la política científica, como los gobiernos regionales, ha hecho aumentar las necesidades de coordinación, de modo que en la actualidad se puede hablar de un modelo con características como las del denominado *Consejo de investigación*.

De otro lado, también el sistema de investigación ha ido perdiendo identidad propia, hasta el punto de que hoy resulta cada vez más difícil hablar de la investigación agraria sin hacer mención del sistema de investigación en su conjunto². De igual manera se difuminan las líneas de la investigación agraria nacional con la aparición de sistemas de investigación regional - tras el trasvase de competencias a las CCAA- o incluso comunitario -con el desarrollo del proceso de integración en la Unión Europea-. Todos estos cambios han tenido su escenario en un corto período de tiempo, apenas medio siglo, dentro del cual se encuentra inmerso este estudio. A continuación se sintetizan las transformaciones institucionales más relevantes.

La política científica y tecnológica se ha llevado a cabo en España de forma tardía, en relación a otros países de la OCDE. Su evolución ha estado marcada por intentos, continuados y no siempre exitosos, de instaurar un marco institucional adecuado para coordinar y planificar las actuaciones en materia de Ciencia y Tecnología (CyT). En las actuaciones del sector público se pretende siempre, entre otros objetivos, crear una estructura unitaria de CyT. No obstante los distintos intentos de cambio se han superpuesto a lo largo del tiempo, fomentando, en ocasiones, la descoordinación entre los organismos y el solapamiento de las funciones.

El antecedente de las actuaciones públicas en materia de investigación se encuentra en la *Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, organismo autónomo creado en 1907 y dependiente del Ministerio de Instrucción Pública. Sánchez Ron (1991) recaba algunas apreciaciones de la *Junta*, como fue el espíritu de "regeneracionismo" -intento de modernización que impregnaba el ambiente intelectual de la época-. Sin embargo, frente al éxito que supuso el avance de las ciencias en España con la creación de la *Junta*, se le atribuyen dos limitaciones. En primer lugar, una actuación muy restringida al ámbito de Madrid, y por tanto centralista, y en segundo término, la falta de personal investigador, al tenerse que nutrir de profesorado universitario.

Tras la Guerra Civil (1936-39) tuvo lugar la creación del *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC), heredero de la Junta de Ampliación de Estudios, pero con un deseo de romper con el pasado librepensador. Aunque las limitaciones ideológicas supusieron un obstáculo durante la primera época de la posguerra, el CSIC contribuyó fuertemente a fomentar la investigación científica. Inicialmente, al igual que en la antigua Junta, los centros de investigación estuvieron ubicados en Madrid y el proceso de descentralización fue muy lento. Otra realidad en la época inicial del CSIC fue su escasa dotación de personal científico.

² Para analizar los cambios en la estructura y organización del sistema de I+D público puede consultarse Muñoz, C. *et al* (1999).

El objetivo inicial del CSIC, de actuar como organismo coordinador y ejecutor de las actividades científicas, se vio desvirtuado en la medida en la que se fueron creando otros organismos fuera del seno de éste y dependientes de otros ministerios. Como órgano asesor y consultivo en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico fue fundada en 1958 la *Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica* (CAICYT). Tras decantarse el CSIC como organismo exclusivamente ejecutor de la I+D, la CAICYT constituyó un nuevo intento de coordinación de la actividad científica. Sin embargo, desde sus comienzos, su actuación se vio limitada por la escasez de recursos para hacer frente a sus objetivos. En 1964 tuvo lugar la creación del *Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica* (FNDIC). Los recursos del Fondo, gestionados por la CAICYT, eran destinados a financiar proyectos de investigación del sector público o de entidades privadas sin ánimo de lucro. Desde la dotación inicial de 46 millones de pesetas en 1965, sólo a partir del tercer Plan de Desarrollo (1973) aumentó de manera significativa el esfuerzo estatal. En 1987 el Fondo constituía una cuantía de 12.959 millones de pesetas. En la actualidad la dotación del Fondo Nacional conforma el 9,5% de los Presupuestos Generales del Estado para I+D (Función 54), alcanzando en 1999 la cifra de 21.518 millones de pesetas (OCYT, 1999).

Resulta de interés señalar que con estas subvenciones se inició a partir de 1965 una financiación competitiva, de forma que la selección de los Proyectos de Investigación se realizaba a partir de un conjunto de prioridades, así como de la información contenida en una Memoria descriptiva de las acciones y medios necesarios para alcanzar los objetivos científico-técnicos en unos plazos previstos. Durante el período 1965-1982, el 14,1% de las subvenciones del Fondo se destinaron a ciencias agrícolas (CAICYT, 1983).

Un paso importante en la reforma del sistema español de Ciencia y Tecnología fue la promulgación en 1986 de la *Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Tecnológica* (Ley 13/1986, BOE 18 de abril). En dicha Ley, conocida como Ley de la Ciencia se incorporaron las siguientes novedades: a) el establecimiento de un Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico como instrumento básico de gestión de la I+D; b) la creación y reforma de una serie de organismos gubernamentales para coordinar las actividades de investigación entre los centros públicos y privados; y c) la coordinación y seguimiento a los programas de investigación de la Comunidad Europea (CICYT, 1990).

Los últimos Planes Nacionales se han desarrollado en un marco general de globalización de la actividad científica, tecnológica y económica. Así, el Plan Nacional ha tenido que complementar o reforzar las actuaciones de la Unión Europea a través de los Programas Marco y los Fondos Estructurales (Fondo de Desarrollo Regional -FEDER- y Fondo Social Europeo -FSE-), además de tener en cuenta las iniciativas de las CCAA a través de sus Planes Regionales de I+D.³

³ Del total de gasto en I+D para el año 1999, un 56,7% ha sido financiado por el Sector público, mientras que el sector privado ha financiado un 37% y el extranjero un 6,3%.

El cambio de denominación del Plan Nacional para el período 2000-2003: "*Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+I)*" responde al objetivo de definir una estrategia global que incluya todas las estrategias públicas gestionadas hasta ahora por los diferentes Departamentos ministeriales con competencias en I+D. A este respecto se crea por Real Decreto 557/2000 de 27 de abril el *Ministerio de Ciencia y Tecnología*. A la Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica de este ministerio se adscriben, entre otros organismos, los organismos públicos de investigación regulados por la Ley de la Ciencia (como el CSIC y el INIA)(Real Decreto 696/2000, de 12 de mayo por el que se establece la Estructura orgánica del Ministerio de Ciencia y Tecnología) y se suprime la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT), creada en 1998 y adscrita a la Presidencia del Gobierno con la misión de planificar la política científica (Real Decreto 684/2000, de 12 de mayo, por el que se suprime la Oficina de Ciencia y Tecnología).

Entre los objetivos estratégicos del Plan Nacional para el período 2000-2003 se contemplan los siguientes: a) incrementar el tamaño y calidad de la ciencia; b) elevar la competitividad de las empresas y su carácter innovador con el establecimiento de medidas de carácter fiscal⁴; c) ligar, en la medida de lo posible, la investigación básica con la aplicada y el desarrollo tecnológico para mejorar el aprovechamiento de los resultados de I+D por parte de las empresas; d) fortalecer el proceso de internacionalización de la ciencia y la tecnología españolas; e) incrementar los recursos humanos cualificados, tanto en el sector público como en el privado; f) aumentar el nivel de conocimientos científicos de la sociedad española mediante actividades de difusión y divulgación cultural; y g) mejorar los procedimientos de evaluación y seguimiento técnico del Plan Nacional (CICYT, 2000).

En cuanto a la Unión Europea, los objetivos de la política comunitaria de investigación y desarrollo tecnológico hay que buscarlos en los fundamentos jurídicos explícitos en el Acta Única Europea en el Tratado de Maastrich y más recientemente en el Tratado de Amsterdam. Así la política comunitaria persigue en particular el desarrollo de una política común en sectores importantes como la biotecnología, intentando coordinar las políticas nacionales de los Estados miembros para eliminar duplicidades y paralelismos y contribuir a la supresión de las fronteras científicas y técnicas en Europa. Asimismo es de interés para la política comunitaria de investigación el reducir la preocupante disparidad entre el potencial de la Comunidad y sus realizaciones en comparación con Estados Unidos y Japón, donde se invierte en investigación entre un 2,5 y un 3% del PIB frente a la Unión que no supera el 2%. Por último la política científica pretende colaborar en los objetivos de mejora de la competitividad y reducción del desempleo.

El fundamento e instrumento de la política europea de I+D es el Programa marco comunitario que establece las prioridades, los objetivos y el marco financiero

⁴ La Ley 55/1999, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social ha venido a modificar el impuesto de sociedades (La Ley 43/1995, de 27 de diciembre) al dar derecho a practicar una deducción de la cuota íntegra del 30% de los gastos efectuados en el período impositivo por este concepto.

de las ayudas a la investigación para períodos plurianuales. En un comienzo, la participación española en los programas tecnológicos de la Comunidad Europea fue muy reducido: con una aportación promedio del 8% a mediados del año 1990, aunque la financiación recibida por España en algunos programas era inferior. Por ejemplo en el programa BRIDGE de biotecnología la tasa de retorno era del 7,7% (Muñoz, 1990), con las implicaciones en cuanto al límite en transferencia de tecnología de los avances realizados en biotecnología a las empresas españolas.

La última convocatoria, el quinto programa marco (1999-2002), incentiva una mayor participación de las pequeñas y medianas empresas (Pymes), por lo que prevé dedicar un 10% del presupuesto para las Pymes. Respecto a los anteriores programas muestra especial énfasis en la investigación medioambiental, la biotecnología y la movilidad de investigadores, e incluye la investigación socioeconómica como parte integrante del programa (DO L 26 de 1.2.1999).

2.2. Las instituciones públicas de investigación agraria (OPIs)

En España existen una veintena de organismos públicos de investigación que fueron creando los diferentes Departamentos ministeriales a medida que se hacía evidente la necesidad de atender a un sector socioeconómico con una base científica y tecnológica especializada. Entre ellos, los que realizan investigación en el ámbito agrario son el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Desde su creación en 1939 el *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC) tuvo un carácter multidisciplinar y multisectorial, desarrollando parte de su labor de investigación en materia agraria, prioritariamente en actividades de naturaleza básica o científica. El CSIC fue organizado por Patronatos, según las distintas ciencias. La Ley del 1939 creó el "Patronato de Ciencias Agrícolas y de Biología Vegetal", que pasó a denominarse "Patronato Alonso de Herrera", con posterioridad "Patronato de Ciencias Naturales y Agrarias", más recientemente son dos las áreas científico técnicas, "ciencias agrarias" y "ciencia y tecnología de los alimentos", las que realizan investigación en proyectos agroforestales, ganaderos y de mejora de la calidad de los alimentos. En 1970 el CSIC contaba ya con 16 unidades de investigación relacionadas con la agricultura y con aproximadamente 500 profesionales y técnicos (Banco Mundial, 1971). En la actualidad son 22 los centros que se engloban en estas dos áreas⁵.

⁵ Los centros de investigación del CSIC en el área de ciencias agrarias son: El Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA), el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS), la Estación Agrícola Experimental (EAE), la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD), la Estación Experimental del Zaidín (EEZ), la Estación experimental "La Mayora" (EELM), el Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), el Instituto de Agrobiotecnología y Recursos Naturales (IARN), el Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA), el Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG), el Instituto de Productos Naturales y Agrobiología (IPNA), el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNAS), Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNASA) y la Misión Biológica de Galicia (MBG).

Históricamente el CSIC ha pasado por épocas de crisis y de posterior relanzamiento. La primera se produjo entre 1973 y 1983, en parte por la congelación de las plantillas y el envejecimiento del personal investigador. Posteriormente se introdujeron aspectos innovadores en su gestión. En 1982 se inició un nuevo plan operativo, que incluía la planificación trienal de la investigación en base a objetivos fundamentales, con grupos de trabajo afines para aunar esfuerzos en problemas prioritarios. Además, a ello se le añadió el hecho de la ampliación de la oferta nacional de empleo a partir de 1985 (Portela Marco, 1991). El papel del CSIC en el Sistema español de CyT fue consolidado en la Ley de la Ciencia. Sus objetivos y funciones, de acuerdo con la citada Ley y con su reglamento (R.D. 140/1993 de 29 de enero) incluyen: a) la elaboración de proyectos de I+D; b) el asesoramiento a las administraciones en materia de I+D; c) el fomento de la investigación básica; d) la colaboración con las CCAA y con Universidades en actividades de I+D; e) el desarrollo de programas de formación de investigadores; y f) la colaboración con el Plan Nacional en tareas de asesoramiento y gestión de la I+D.

En materia de investigación sectorial agraria, en 1940, con la Ley de 10 de febrero, tuvo lugar la reorganización del *Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas* (INIA), creado, como ya se ha mencionado, a comienzos de los años treinta. A diferencia del CSIC, esta institución nació con un carácter marcadamente profesional, adscrito al cuerpo de Ingenieros Agrónomos. La misma relación existía entre el *Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias* (IFIE) respecto a la profesión de Ingeniero de Montes y a su Cuerpo Nacional, y entre el *Patronato de Biología Animal* (PBA) relativo a la profesión veterinaria y el Cuerpo de Veterinarios.

En 1966, un informe conjunto del Banco Mundial y de la FAO sobre el desarrollo de la Agricultura en España precisó la necesidad de adoptar medidas en materia de investigación agraria debido a la ausencia de programas coordinados, con lo que una parte importante de los resultados de los programas de investigación se perdían o existía duplicidad en la investigación (Ministerio de Hacienda, 1966). Además, a pesar de la similitud en cuanto a tamaño y recursos entre el INIA y el CSIC la eficiencia y calidad de la investigación diferían.

Hasta 1971 no tiene lugar el primer fortalecimiento y reorganización del sistema sectorial de investigación agraria público, con la creación del *Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias* (BOE, 3 noviembre 1971), que surge como el resultado de la agregación de los tres Institutos existentes: el *Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas*, que contaba con la mayor infraestructura en centros y en personal, de los cuales 156 investigadores eran doctores; y dos organismos ubicados exclusivamente en Madrid: el *Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias* y el *Patronato de Biología Animal*, que contaban con 37 y 32 investigadores doctores respectivamente.

En el área de Tecnología de los alimentos: el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS), el Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA), el Instituto de Fermentaciones Industriales (IFI), el Instituto de Investigaciones Marinas (IIM), el Instituto de la Grasa (IG), el Instituto de Nutrición y Bromatología (INB), el Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA) y el Instituto del Frío (IF).

te (Ministerio de Agricultura, 1972). En el espíritu reformador estaba la idea de independencia respecto a las profesiones y a sus Cuerpos Nacionales. En 1970 el INIA contaba con 49 unidades de investigación en donde operaban 500 profesionales y técnicos, realizando actividades muy dispersas y fragmentadas (Banco Mundial, 1971).

En sus comienzos, el INIA se benefició enormemente del primer proyecto concedido por el Banco Mundial para la reestructuración de sistemas nacionales de investigación agraria. Este crédito solicitado por el Estado español permitió, gracias al apoyo financiero de 1.270 millones de pesetas en cinco años, introducir cambios en la organización y dirección de las actividades de investigación del INIA, en aras de una mayor eficiencia en el uso de los recursos. Subyacían dos principios fundamentales a esta nueva organización. Por un lado, el reconocimiento de la diversidad ecológica de España, que suponía la existencia de diversas agriculturas en las distintas regiones, con diferentes prioridades de investigación. Por otro lado, el convencimiento de que la investigación debería responder a un esquema general bien diseñado: los Programas de Investigación (Alvargonzález Cruz, 1977).

Bajo esta faceta se configuró un sistema descentralizado regionalmente, con nueve centros de investigación o CRIDAS (Centros Regionales de Investigación y Desarrollo Agrario) como unidades operacionales del INIA. El proyecto del Banco Mundial permitió el establecimiento de seis centros adicionales. Desde 1972, el INIA desarrolló considerablemente su estructura y recursos con una estrategia de investigación coherente. Cabe resaltar por su posterior incidencia, el programa de 200 becas para la formación de investigadores agrarios españoles en el extranjero, del que posteriormente, con su retorno a España, se vio beneficiado enormemente el sistema de investigación agraria.

A finales de la década de los setenta, el INIA se encontraba en una situación que requería una actualización. En lo referente a la estructura presupuestaria, se había dado una atención prioritaria a la realización de inversiones en inmovilizado, como herencia de los primeros ejercicios, en detrimento de las inversiones específicas en proyectos. También el catálogo de proyectos exigía una revisión, ya que se seguía manteniendo una atención preferente a las áreas de investigación amparadas por el convenio con el Banco Mundial (Veyrat, 1982). En este marco, el Ministerio de Agricultura perseguía afrontar los problemas concretos del sector agrario. Las prioridades de investigación se enmarcaron en el cambio radical del escenario económico tras la crisis mundial del petróleo de 1974. Así, se intentaba complementar la visión agroalimentaria o agroindustrial clásica con una nueva visión agroenergética (Veyrat, 1982).

Otro hito importante en la evolución histórica del sistema de investigación agraria es la descentralización del subsistema sectorial a partir de 1984. Los centros de investigación del INIA, exceptuando los servicios centrales localizados en Madrid, fueron sucesivamente transferidos a los gobiernos autónomos regionales, constituyéndose en *Servicios Regionales de Investigación Agraria* (SIAs). Los SIAs han continuado con la labor de investigación aplicada y han seguido manteniendo un contacto estrecho con los servicios de extensión agraria. No obstante, la evolución de los mismos a raíz de las transferencias no ha sido la misma y sólo en algunas autonomías

han alcanzado un mayor desarrollo e impulso (Herruzo y Echeverría, 1993). Así, en Cataluña la organización institucional de la investigación tomó la forma de empresa pública (*Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries*, IRTA⁶) y en la Comunidad Valenciana de organismo autónomo (*Instituto Valenciano de Investigación Agraria*, IVIA⁷). En otras regiones las fórmulas administrativas son más tradicionales y el crecimiento del sector público de investigación ha sido más tardío.

La descentralización de las actividades de I+D se ha racionalizado tradicionalmente con el argumento de que muchos problemas de investigación son específicamente locales y de que la respuesta a ellos es más rápida y efectiva en casos de urgencia. Además, la dispersión podría responder al mayor apoyo político que reciben las propuestas locales. No obstante, también es posible encontrar partidarios de una mayor integración dada la necesidad de evitar posibles duplicaciones en la ejecución de la I+D, especialmente en áreas competitivas en donde se puede establecer rivalidad.

La dotación de presupuesto de gastos del INIA ha seguido incrementándose desde el proceso de descentralización, aunque con altibajos a comienzos de los 90. Así, se pasó de un presupuesto de 2.680 millones de pesetas en 1985 a 5.253 millones de pesetas en 1995⁸.

Por otra parte, su relación y cooperación con otros centros nacionales de investigación de carácter agrario, como el CSIC, se ha fortalecido, desde que en 1992 se firmase un acuerdo marco de cooperación entre estos dos organismos, que aún hoy continúa (Real Decreto 765/1996, de 7 de mayo).

Más recientemente el INIA, junto con el resto de los Organismos Públicos de Investigación, adoptó la configuración de organismo autónomo (Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social) y ha quedado adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología (RD 557/2000, de 27 de abril, de reestructuración de los Departamentos ministeriales).

2.3. La investigación en las Universidades

La enseñanza de la ingeniería agronómica se inicia en España en 1855, con la creación de la *Escuela Central de Agricultura* (Real Decreto, 1 de septiembre). Inicialmente estuvo ubicada en la finca "La Flamenca" en Aranjuez. En 1869 se traslada a la finca "La Florida" de Madrid y pasa a denominarse *Escuela General de Agricultura*.

⁶ El IRTA fue creado por la Ley 23/1985 de 28 de noviembre del Parlamento de Catalunya

⁷ El IVIA fue creado por la Ley 4/1991 de la Generalitat Valenciana.

⁸ La financiación de las actividades de investigación agroalimentaria del INIA procede de: a) los Programas Nacionales financiados por el Fondo Nacional y elaborados por la CICYT; b) el Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario, elaborado por el Ministerio de Agricultura y financiado y gestionado por el INIA; c) los Programas de las CCAA entre los que se incluyen actividades de I+D agrarias y alimentarias; d) Programas de la Unión Europea y de Organismos Internacionales; e) Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos del MAPA; y f) Convenios y Contratos con empresas privadas.

En 1857 se creó la *Estación Agronómica Central* y en 1881 la *Granja Central de Experimentación y Propaganda*, ambas se integran con la Escuela. La *Granja* estaba ubicada en la finca "La Moncloa", donde los estudiantes realizaban las prácticas agronómicas (Fernández Clemente, 1990). Este sistema constituyó, como ya se indicó, un intento de integrar la enseñanza con la investigación y con la extensión agrícola.

Con anterioridad a la Escuela de Ingenieros Agrónomos, se había creado la *Escuela de Ingenieros de Montes*, fundada en 1846 (Real Decreto, 19 de noviembre). En principio estuvo ubicada en Villaviciosa de Odón, de allí pasó a El Escorial y finalmente a Madrid. Los estudios de Veterinaria comenzaron en Madrid en 1792, en principio emplazados cerca de la Puerta de Recoletos, en la huerta "la Solana" (Consejo General de Colegios Veterinarios de España, 1992).

Un hecho común en las Escuelas de Ingeniería es que dependían de los respectivos Ministerios. Esto, junto con el incipiente crecimiento económico de comienzos del siglo XX que trajo consigo el crecimiento de la Administración Pública y de la burocracia técnica, orientó a los recientemente graduados hacia la Administración, cediendo la orientación científica a otras titulaciones universitarias. Tras la Guerra Civil, las escuelas especiales pasaron a denominarse Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería y a depender directamente del Ministerio de Educación. De esta forma, los estudios de Ingeniería se asemejaron más a los de las Facultades Universitarias (Martín Pereda, 1989). La Ley de Ordenación Universitaria de 1957 supuso una modificación fundamental y determinante para la creación de las nuevas Escuelas Técnicas de Valencia (1959), Córdoba (1963) y Lérida (1968). Estos centros universitarios comenzaron sus actividades en los años siguientes a su creación (Universidad de Córdoba, 1980). Al final de la década de los sesenta algunas de las escuelas técnicas existentes se unieron, formando Institutos Politécnicos. Posteriormente, en 1971, pasaron a ser *Escuelas Técnicas Superiores de Universidades Politécnicas*, como la de Madrid.

Sin embargo, la actividad investigadora en el seno de las universidades españolas no se ha visto afianzada hasta una etapa más reciente. Como se ha señalado anteriormente, la etapa inicial de creación de centros del CSIC demandó una infraestructura humana que se nutría de convenios con las universidades, y la actividad del CSIC giraba en torno a las "cátedras" universitarias (Sánchez Ron, 1991). Salvo estas colaboraciones, la actividad universitaria se centraba en mayor medida en la docencia. De hecho en la Ley de Ordenación Universitaria promulgada en 1943 no se hacía mención alguna a la investigación. Es a partir de 1951, cuando se empieza a hablar de la importancia de la investigación en la Universidad. Durante esta década, se instauran los regímenes de dedicación plena y exclusiva, que posibilitaban la permanencia de los profesores en jornadas normales de trabajo. Más recientemente, la puesta en marcha del Plan de Formación de Personal Investigador, permitió la incorporación de becarios dedicados exclusivamente a las tareas investigadoras. Para Montero Martín (1989) la conjunción entre la docencia y la investigación en la Universidad no se produjo sino por falta de recursos económicos, como resultado no tiene entidad hasta principios de la década de los ochenta, cuando la dotación del Fondo Nacional se hizo más regular.

Las universidades han desarrollado la labor de investigación en el ámbito agrario orientadas fundamentalmente hacia la investigación básica. El incremento presupuestario destinado a ella es en parte fruto de la proliferación de centros universitarios. A comienzos de la década de los noventa la investigación agraria en la Universidad se realizaba en seis Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Agrónomos, dos de Montes, nueve Facultades de Veterinaria, así como departamentos en las Facultades de Ciencias Biológicas, Farmacia y Química (biología animal y vegetal, genética, bioquímica, microbiología y ecología). Dentro de las enseñanzas de grado medio se encuentran dieciséis Escuelas de Ingenieros Técnicos Agrícolas y seis Escuelas Universitarias de Ingenieros Técnicos de Montes, donde se realiza investigación aplicada.⁹ En 1998 el número de investigadores en equivalencia a dedicación plena en ciencias agrarias en las Universidades era de 1.847 personas (INE, 2000).

La *Ley de Reforma Universitaria* (LRU) de 1983 (BOE, 2 de septiembre) ayudó a establecer vínculos entre las universidades y los sectores productivos de la economía, lo que ha conferido una importancia potencial a la labor de investigación en la Universidad. Una novedad de la Ley fue la creación de los Consejos Sociales, que agrupan en la Universidad a los representantes de la comunidad empresarial, sindicatos y otras instituciones. Estos órganos deberían representar un papel fundamental en la asignación de los recursos a la investigación y en la promoción de las relaciones de investigación entre las universidades y el sector privado.

Otra innovación que trajo la LRU fue la integración de las tradicionales "cátedras", divididas por disciplinas, pequeñas y muy numerosas, en un número más reducido de departamentos, establecidos por áreas científicas. Esta medida intentaba lograr un uso más racional de los recursos científicos y humanos de la Universidad. Otras reformas han sido la posibilidad de contratar proyectos de investigación con organizaciones no universitarias, públicas y privadas, así como mejorar la capacidad investigadora del personal docente, mediante un mayor énfasis del curriculum de investigador de los candidatos en los concursos de provisión de plazas de profesorado, el estímulo salarial ligado a la producción de investigación y la posibilidad de realizar estancias en otros centros para actualizar conocimientos.

Aunque la Universidad haya entrado de lleno en el universo de la investigación existen aún limitaciones. Por una parte, la dependencia de la financiación de las universidades por parte de los Fondos Generales Universitarios aún sigue siendo elevada -en 1986 era el 80% de la financiación universitaria para la I+D y en 1998 se ha reducido al 54%- (INE, 2000). Por otro lado, se ha señalado el riesgo que corren los laboratorios universitarios de convertirse en laboratorios de I+D de las empresas, en detrimento de la investigación más básica.

⁹ Para mayor detalle sobre los recursos humanos y las líneas de investigación de cada centro puede consultarse HERRUZO y ECHEVERRÍA (1993).

2.4. La Investigación Agraria en la Industria

El sector privado de investigación en España lo constituyen la industria alimentaria y de medios de producción agrarios. La mayor parte de la investigación no alimentaria es de naturaleza aplicada y se orienta al desarrollo de factores de producción como semillas, maquinaria y productos veterinarios. Mientras que la investigación alimentaria se orienta al desarrollo de nuevos productos.

Siguiendo la línea de otros países desarrollados, en nuestro país el sistema de protección de los derechos de propiedad intelectual se ha visto fortalecido, afectando también al ámbito de la agricultura. De todas las posibles invenciones que inciden en el progreso tecnológico en la agricultura, el desarrollo de nuevas variedades vegetales constituye una actividad de investigación peculiar; a diferencia de otras innovaciones está viva, lo que supone la posibilidad de reproducción y multiplicación. Esto tiene importantes implicaciones ya que un tercero podría beneficiarse, sin apenas coste alguno, de la invención al adquirir elementos reproductivos de la nueva variedad y multiplicarla. La necesidad de proteger al obtentor de la variedad vegetal está teniendo cada vez un mayor reconocimiento en la legislación sobre los derechos de la propiedad intelectual.

En el transcurso de las últimas décadas los acontecimientos institucionales en la política científica afectaron también al sistema industrial de investigación agraria. En materia de innovaciones de tipo biológico y en el área de la protección de los derechos de la propiedad, en 1975 se promulgó la *Ley de Protección de Obtenciones Vegetales* (BOE, 25 de noviembre), y en 1978 se establecieron las primeras protecciones para las nuevas obtenciones. En 1980 España se adhirió al *Convenio Internacional para la protección de las Obtenciones Vegetales* y se convirtió en miembro de la UPOV.¹⁰ En 1986 se promulgó la *Ley de Patentes* (BOE, 26 de marzo), acorde con la legislación comunitaria, que incluye asimismo la protección sobre procesos microbiológicos.

Aunque aún se está lejos del grado de protección que los tratados internacionales conceden a las patentes industriales, la nueva Acta de 1991 de la Convención UPOV ha supuesto un avance considerable en el reconocimiento y protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales, al conceder instrumentos más eficaces para la lucha contra la defraudación. De los 37 países miembros, para seis de ellos el Acta entró en vigor el 24 de abril de 1998, mientras que España junto con otros seis países se encuentran en proceso de adaptación de sus legislaciones nacionales. Además, el marco legislativo de nuestro país experimentó un cambio de gran importancia con la aprobación del reglamento del Consejo (UE) 21004/94 sobre la protección Comunitaria de las Obtenciones Vegetales, este ámbito de protección coexiste con las protecciones nacionales.

De esta forma queda completo el marco de protección de los derechos sobre las invenciones biológicas, mecánicas y químicas en relación al sector agrario. Con ello ha aumentado la exclusión de terceros y la posibilidad del inventor de apropiación de los beneficios resultantes de la innovación.

¹⁰ Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales.

Aunque el desarrollo de la normativa relativa a los derechos de la propiedad intelectual ha afectado a la investigación en el sector privado, se han apuntado algunas posibles limitaciones en la legislación acerca del material vegetal: a) la posibilidad de utilización ocasional del material vegetal protegido para mejora de otros cultivos, que reduce la efectividad de los derechos de los mejoradores; b) la cláusula de no exclusividad para los materiales desarrollados por el sector público, con lo que un número ilimitado de empresas tiene acceso al germoplasma desarrollado por los centros públicos; y c) la extensión del derecho al agricultor o "privilegio del agricultor" para la semilla de autoconsumo, que reduce los posibles beneficios generados por la invención.

La expansión y fortalecimiento de los derechos de la propiedad intelectual han permitido al sector privado de investigación beneficiarse de los retornos de la investigación, como resultado ha aumentado el esfuerzo y la capacidad de este sector para generar innovaciones. Además, junto al impulso del sector privado de investigación, hay que resaltar el fomento de las relaciones entre el sector empresarial y los OPIs. Este crecimiento en la colaboración responde, principalmente, a que la innovación en la empresa depende en gran medida del conocimiento externo, por lo que hay una necesidad o bien de acceso a una investigación básica como punto de partida (como es el caso de la biotecnología) o de destinar grandes inversiones a infraestructura tecnológica para llevar a cabo el proyecto.

La cooperación entre los sectores público y privado de investigación comenzó a cobrar más interés a mediados de la década de los setenta. En 1977 fue creado el *Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial* (CDTI), como organismo autónomo, para fomentar el cambio tecnológico en el sector industrial. Este centro tenía, dentro del Ministerio de Industria, funciones de promoción de actividades de investigación y desarrollo privadas así como producción de prototipos y nuevos productos de mercado. En 1984 fue reestructurado, configurándose como ente de derecho público. Posteriormente, la Ley de la Ciencia de 1986 le ha dotado de nuevas responsabilidades: a) realización de evaluaciones técnicas y económicas de los proyectos de investigación realizados por empresas privadas y financiados por fondos públicos; y b) la gestión de los Proyectos Concertados,¹¹ que impulsan la conexión entre la investigación pública y privada.

En la actualidad el CDTI se configura como Entidad Pública Empresarial, se rige por la Ley 6/1997, de 14 de abril (Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social) y ha quedado adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología (RD 557/2000, de 27 de abril, de reestructuración de los Departamentos ministeriales). En los últimos años la actividad del CDTI se ha visto consolidada, al convertirse la colaboración entre OPIs y empresas en una herramienta básica

¹¹ Los Planes Concertados de Investigación fueron regulados por Decreto en 1968 (D.1410/1968 de 6 de junio), y se definían como programas de investigación elaborados por una empresa privada, aprobados por la Administración y desarrollados por la propia empresa, participando el Estado en su financiación. Para aquella primera convocatoria se acordó la aprobación de 23 planes, de los cuales 6 eran de investigación agraria. (CAICYT, 1976).

para mejorar la competitividad, en especial de las pymes. En los tres últimos años el crecimiento de la colaboración ha sido notable: si en 1996 las empresas gastaron 322 millones de pesetas en proyectos de colaboración, en 1998 esta cifra casi se había multiplicado por cuatro, y alcanzó 1.224 millones de pesetas. No obstante, el hecho de que la colaboración de los centros tecnológicos españoles sea demandada en mayor medida por empresas no españolas (42% de los casos según el Programa Marco de la UE) que por empresas nacionales (32%), hace pensar que el nivel de cooperación con el tejido empresarial español es mejorable.

Algunos de los inconvenientes que plantean las empresas, que dificultan la cooperación y en ocasiones les hace renunciar a ella, están relacionados, además de con cuestiones de índole económica, con el ritmo de trabajo -más lento en los OPIs de lo que desearían las empresas- y con la propinación de los resultados del proyecto - la empresa prefiere el secreto comercial mientras que el investigador es partidario de su difusión-.

También con el objetivo de promover la colaboración en materia de investigación entre los organismos públicos de investigación y las empresas, en 1988 se puso en marcha la *red OTRI/OTT*². Con ello se pretendía superar una de las carencias expresadas en la Ley de la Ciencia (Ley 13/1986, de 14 de abril de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica) como era la falta de conexión entre los objetivos de la investigación y la política de los sectores relacionados con ella, así como en general entre los centros investigadores y los sectores productivos. Las OTRIs se han constituido en universidades, OPIs, Centros Tecnológicos, Fundaciones Universidad-Empresa y otras instituciones sin fines de lucro, de esta forma en abril de 2000 la red contaba con 154 oficinas. Las OTRIs se definen como unidades de interfaz cuya función es realizar tareas de intermediación entre los agentes del sistema: centros públicos y privados de I+D, centros tecnológicos y empresas.

Recientemente, para potenciar la transferencia de tecnología a los sectores productivos y lograr con ello conseguir una mayor competitividad del sector empresarial -uno de los objetivos básicos del Plan Nacional de I+D-, se ha puesto de manifiesto la necesidad de ordenar las unidades creadas por los distintos organismos. Con este fin se crea un Registro de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación que gestiona la CICYT, que permite a las oficinas registradas el acceso a las ayudas convocadas en el marco de los Programas del Plan Nacional de I+D (Orden 16 de febrero de 1996 Reguladora del Registro de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología).

Tradicionalmente la escasa cooperación científica entre la Universidad y el sector industrial era canalizada a través de las *Fundaciones Universidad-Empresa* (FUE). Esta fundación fue creada inicialmente en Madrid en 1973. Siguiendo esta experiencia se fueron creando fundaciones similares en otras universidades del terri-

¹² OTT: Oficina de Transferencia de Tecnología; OTRI: Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación.

torio español. Tras la autonomía de los departamentos universitarios para el establecimiento de contratos con otras organizaciones, según establece la Ley de Reforma Universitaria, la actividad contractual de estas fundaciones se ha incrementado.

Las *asociaciones de productores* y las *fundaciones privadas de investigación* desempeñaron un papel menos relevante. En España se crean las asociaciones de investigación por Decreto 1765/1961 de la Presidencia de Gobierno y se dotan en los Presupuestos del Estado de 1962, siendo en 1963 cuando se constituyen las primeras asociaciones. Éstas se estructuraban a partir de empresas pertenecientes a una misma actividad industrial, interesadas en el desarrollo con carácter cooperativo de programas de investigación o resolución de problemas de asistencia técnica. La investigación realizada es fundamentalmente aplicada. A pesar de las subvenciones de las que gozaban, se construyeron muy pocas asociaciones. En 1964 las asociaciones enmarcadas en investigación agraria eran tres: de la Industria de Conservas Vegetales, para la Mejora de la Alfalfa y para el estudio de la productividad de la mano de obra en la Agricultura (Ministerio de Educación y Ciencia y OCDE, 1966). Mientras que en 1990 subsistían las dos primeras y se contabilizan tan solo un total de nueve asociaciones de investigación agraria (CICYT, 1990). Más recientemente, se ha intentado potenciar este instrumento de enlace entre los OPIs y las empresas con la creación de nuevos centros en el seno de los Parques Tecnológicos (como la Asociación de Investigación de la Industria Agroalimentaria (AINIA) en el València Parc Tecnològic y el Centro de Investigación, Fomento y Aplicación de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA) en el Parque Tecnológico de la Cartuja) y con la regulación de su régimen jurídico, fines y requisitos para su reconocimiento y registro (Real Decreto 2609/1996, de 20 de diciembre).

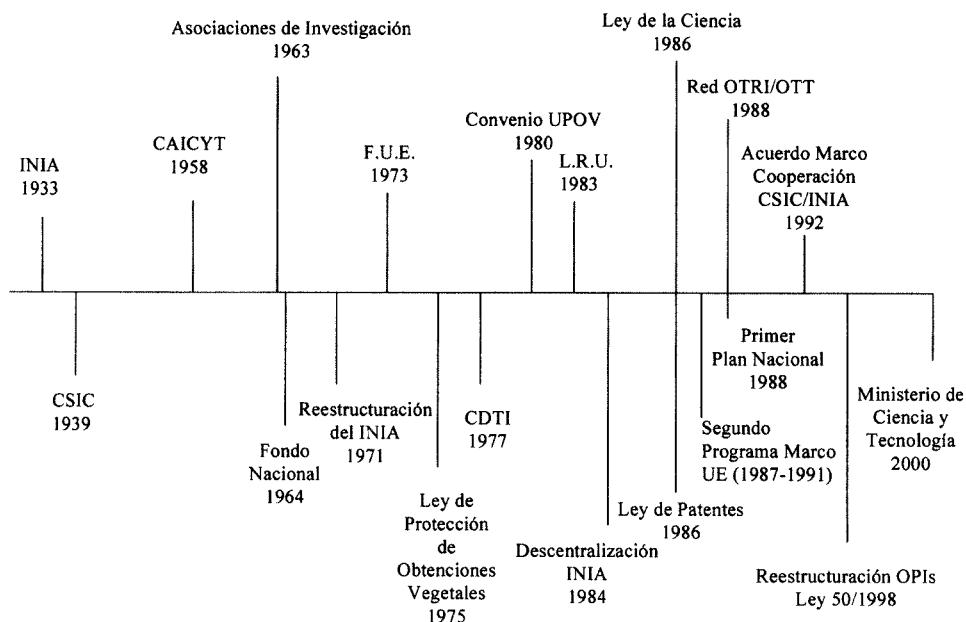
En la Figura 1 se han representado los acontecimientos más importantes que se han descrito en páginas anteriores y que han afectado al sistema de investigación agraria en relación al período histórico de estudio.

3. EVOLUCIÓN DE LOS RECURSOS EN I+D AGRARIA

La capacidad tecnológica de un país depende fundamentalmente de los recursos, tanto financieros como humanos, destinados a las actividades de investigación. Por tanto, los gastos destinados a la investigación en ciencias agrarias es una variable *input* que engloba la totalidad de los fondos destinados a esta actividad por parte de los agentes que ejecutan las actividades de investigación.

Aunque la investigación y el desarrollo (I+D) es sólo una parte de la inversión necesaria para la innovación, es imprescindible como elemento de cualquier estrategia de innovación y un elemento importante en las políticas de los gobiernos. Las teorías de crecimiento económico reconocen ampliamente el papel del cambio tecnológico en el proceso de crecimiento. Parece razonable que mejorar el proceso de crecimiento de los países y regiones con menores ingresos implica desarrollar la capacidad tecnológica y la innovación de estas regiones.

FIGURA 1. PRINCIPALES CAMBIOS INSTITUCIONALES EN EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN AGRARIA EN EL S. XX



Fuente: Elaboración propia

Los aumentos observados en las partidas presupuestarias destinadas a las actividades de I+D agrario ponen de manifiesto el creciente interés en superar las carencias respecto a la situación científica y tecnológica del sector agrario y de la economía española en general. Las cifras de gastos no son sino un indicador externo de muchos cambios históricos, -reseñados en el apartado anterior- acontecidos en el sistema de investigación agraria en España durante estas últimas cuatro décadas.

La publicación de las estadísticas oficiales sobre I+D es relativamente reciente en España. Los primeros datos oficiales sobre los recursos destinados a actividades de investigación aparecen en una publicación conjunta del Ministerio de Educación y Ciencia y la OCDE aparecida en el año 1966. En ella se describían y cuantificaban las actividades de investigación por sectores y ramas de actividad, según una encuesta realizada en 1964 (Ministerio de Educación y Ciencia y OCDE, 1966). El Instituto Nacional de Estadística (INE) comenzó a publicar estadísticas anuales sobre las actividades de investigación y desarrollo tecnológico en el año 1969. La serie se interrumpió en 1974, para volverse a iniciar de forma definitiva en 1978.

En la evolución de los gastos de investigación agraria por sectores se aprecia cómo la mayor proporción de los gastos, especialmente en la primera década, se

refiere a los organismos públicos de investigación (OPIs), que constituyen el principal ente ejecutor de la investigación agraria. La participación de los OPIs sobre el total de gastos en investigación agraria se ha modificado, sin embargo, a lo largo del tiempo y ha perdido importancia relativa, pasando de un 94,77% del gasto en el año 1964 a un 52,64% en 1998.

En sentido inverso, son la Universidad y las empresas quienes aumentan su participación en el gasto total, incrementando su esfuerzo investigador en relación a los OPIs. Así, las universidades sufren una variación moderada del 4 al 22% en casi tres décadas y el sector privado se multiplica del 1,2% en 1964 al 25,36% en 1998.

La tasa de crecimiento media anual ponderada¹³ difiere por sectores y por períodos de estudio. Hasta 1990, fueron las empresas las que incrementaron el gasto destinado a investigación agraria en mayor medida, más del 22% anual. También hubo un crecimiento destacado del gasto en investigación de los OPIs, 16,65%. Por último, los centros de educación superior ofrecieron una tasa de variación anual menor, del 15,33%. En los últimos años (período 1990-98), aunque las empresas siguen manteniendo el ritmo de inversión en I+D alto (5,58% anual), el crecimiento de los gastos en I+D agraria ha sido mayor en las Universidades (6,94%), mientras que en términos medios anuales los gastos en I+D de los OPIs han sido negativos en la última década, con una tasa de variación media anual de -1,12%.

La I+D agraria ha ido perdiendo importancia relativa en la última década. Así los gastos en investigación agraria que habían constituido hasta comienzos de los años 90 un porcentaje equivalente, en torno al 9% del gasto total en I+D, pasaron entre los años 1992 y 1995 a ser el 6,8% del gasto total, y el dato para 1998 se estima en el 7,1% de la inversión total en I+D¹⁴.

Por otra parte, la evolución de los gastos en I+D por sectores de ejecución ha sido muy distinta en las ciencias agrarias y en la totalidad de la I+D. Si se tienen en cuenta los porcentajes que representan la investigación agraria sobre el total de cada sector, se aprecia el crecimiento de la importancia del sector público, más del 23% de los gastos de los centros públicos de investigación en 1998 se realizaban en ciencias agrarias. La Universidad ha ido desviando paulatinamente la investigación hacia otras áreas de conocimiento, de esta forma en 1998 la investigación en ciencias agrarias representaba el 5% del total del gasto universitario en I+D. Por último, un porcentaje pequeño de las empresas dirigen sus esfuerzos a la investigación agraria. Por ejemplo la investigación en Agricultura es el 2,7% de la investigación que realizaron las empresas en 1998 y la investigación de la industria de Alimentación, bebidas y tabaco constituía el 3,1%.

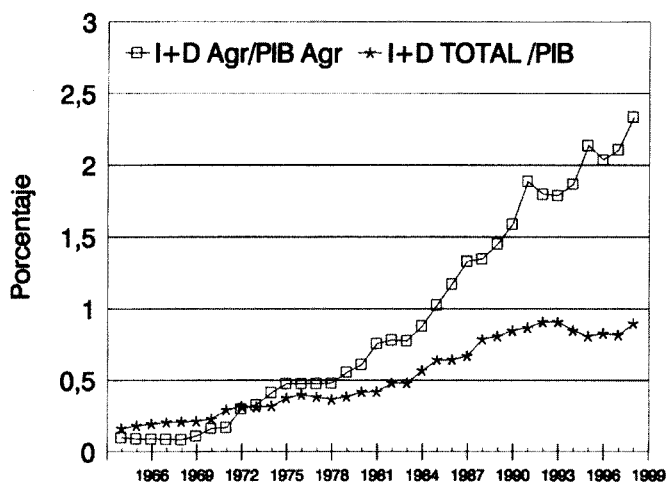
En resumen, los gastos presupuestarios dirigidos a la investigación agraria han experimentado una disminución en este largo período en relación a otras disciplinas científicas, al reducirse la importancia de la inversión en investigación agraria sobre el total destinado a investigación.

¹³ La tasa de crecimiento calculada ha sido la de crecimiento de tendencia exponencial.

¹⁴ En contraste, ha crecido la importancia relativa de otras disciplinas científicas como las ciencias exactas y naturales (del 10,6% en 1990 al 18,5% en 1998) y las ciencias médicas (del 12,1% en 1990 al 13,9% en 1998).

Para una mejor comprensión de la importancia de las actividades de I+D resulta conveniente expresarlo con respecto al volumen de actividad económica. El indicador más usual es el que relaciona el gasto en I+D con el Producto Interior Bruto (PIB) generado por la economía - en el caso del sector agrario con el Valor Añadido Bruto Agrario (VABA)-. El Gráfico 1 representa ambas magnitudes. En él se aprecia cómo a partir del año 1972 la tendencia creciente del gasto en I+D agrario en relación al VABA supera al del conjunto de los sectores productivos. Así, para 1998 éste sobrepasa el 2%, valor elevado y similar al porcentaje medio que destinan las economías más desarrolladas a la investigación.

GRÁFICO 1. IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN CON RESPECTO A LA PRODUCCIÓN GENERADA



Fuente: INE y elaboración propia

Uno de los intereses centrales en los últimos años, tanto de los gobiernos como de las empresas, ha sido el estimar los retornos económicos de las actividades innovadoras. De esta forma, la incidencia que los esfuerzos de I+D agrarios han podido tener sobre la evolución productiva de la agricultura ha sido analizada por la literatura económica.¹⁵

¹⁵ En el trabajo de FERNÁNDEZ DIEZ (1999) se estudian las relaciones dinámicas entre los gastos en I+D y los cambios en la productividad agraria en España. Se demuestra la existencia de causalidad entre la I+D agraria del sector empresas y universidades y la Productividad Total de los Factores en el sector agrario, lo que sugiere que los esfuerzos de la política científica española por incentivar al sector privado a incorporarse cada vez más a las actuaciones en materia de investigación agraria podrían tener resultados favorables para el sector agrario en el futuro.

Cabe señalar que aunque los gastos en I+D -al concebirse la innovación como un proceso que pasa necesariamente por diversas etapas: investigación, invención, innovación y difusión- ha sido uno de los indicadores más utilizados de las actividades innovadoras, tiene algunas limitaciones. Entre ellas, la de subestimar el esfuerzo innovador de las pequeñas empresas, ya que muchas empresas pequeñas innovan con éxito sin apenas recursos para I+D. De ahí la necesidad de combinar el indicador de gastos en I+D con otras variables que reflejen el esfuerzo tecnológico. Entre las categorías de datos disponibles para el estudio de esfuerzo tecnológico relacionados con los *output* de las actividades de investigación, los más utilizados son las patentes (u otros derechos de la propiedad intelectual como los certificados de material vegetal de reproducción). No obstante, también éstos tienen limitaciones como indicadores del proceso de innovación. Así, las patentes informan sobre la fase de invención pero no de comercialización, además, puede que la empresa prefiera el secreto comercial o que registre una patente que luego no es utilizada.

La certificación del material vegetal de reproducción podría ser indicativo del esfuerzo tecnológico de los distintos sectores, ya que estas invenciones se desarrollan en un ámbito en el que se requiere la interacción de diversas organizaciones para que finalmente la invención (semilla) sea utilizada, explotada y se produzca el avance tecnológico. Se deduce que la última fase del proceso, hasta que la semilla llega al agricultor, es muy dependiente de los desarrollos en las etapas anteriores en el sector productor de semillas, como la obtención de una nueva variedad. Atendiendo a este indicador, los datos sobre el registro de variedades vegetales reflejan una incidencia del fortalecimiento de los derechos de la propiedad intelectual, al ganar importancia relativa el sector privado respecto al sector público, pasando a representar más de las dos terceras partes del material vegetal obtenido en nuestro país. Además, la titularidad de los obtentores demuestra una pérdida de importancia de la actividad inventiva nacional a favor del sector exterior (más del 70% de las variedades registradas en el período 1974-1991 en España fueron variedades extranjeras).

Esta menor importancia relativa de la actividad inventiva de centros o empresas nacionales frente a los extranjeros ha podido tener incidencia en el comercio de semillas. Los últimos datos estadísticos sobre la producción nacional de semillas indican una leve reducción en el volumen de toneladas al año durante el período 1990-95 a una tasa de -0,124% anual. Por otro lado, para el mismo período las importaciones de semillas han venido creciendo en un 1,87% anual, y las exportaciones se han reducido en un 0,13% anual según los datos del Ministerio de Agricultura publicados en el Anuario de Estadística Agraria. De esta forma, las importaciones representan un volumen cada vez mayor comparado con las exportaciones, pasando de ser 6,47 a 21,43 veces el volumen de exportaciones, reflejo de que en el comercio exterior el sector de semillas es claramente deficitario.

Por último, para completar los resultados del esfuerzo innovador de las empresas en nuestro país, es posible tener en cuenta las encuestas de innovación realizadas a las empresas. Con la finalidad de suplir las deficiencias de estos indicadores de CyT y analizar la estructura del proceso de innovación, así como para dar medida del impacto económico de la innovación en las cifras de resultados de las empresas,

la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) reunió en 1990 a un grupo de expertos con el objeto de mejorar y elaborar indicadores para integrar las cuestiones tecnológicas en el análisis de la política económica. La difusión de estas propuestas dio lugar al Manual de Oslo. Esta metodología ha sido aplicada por la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (EUROSTAT) en la *Encuesta Comunitaria de Innovación* (CIS), así como por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en la *Encuesta de Innovación Tecnológica de las Empresas* publicada en 1996 y 1998. Los resultados de la encuesta aparecen por ramas de actividad. Entre ellas, la industria de "Alimentación y bebidas"¹⁶.

La última encuesta de 1998 (realizada en el primer trimestre de 1999) revela algunas características interesantes de las empresas de la rama de Alimentación y bebidas encuestadas (2.147 empresas), que se resumen a continuación:

- a) Hay pocas empresas que puedan considerarse como innovadoras, sólo el 8,26% (frente al 10,4% de las empresas innovadoras del total de la industria), y de ellas sólo el 8,26% realizan I+D sistemática.
- b) Las actividades innovadoras no proceden necesariamente de gastos en I+D: de las empresas que realizan inversiones en innovación tan sólo el 15,86% son gastos en I+D, y el resto 84,14% se refieren a otras actividades innovadoras distintas a la I+D. De la rama de Alimentación y bebidas 256 empresas participan en programas de I+D e Innovación (en las grandes empresas de 20 y más empleados predomina la participación en el Plan Nacional de I+D, mientras que las pequeñas de menos de 20 empleados participan de los Planes de las Administraciones Autonómicas).
- c) Las empresas de esta rama utilizan diversos medios para proteger sus innovaciones. En cuanto a la solicitud de patentes, en el período 1996-98, hubo 274 empresas solicitantes de patentes. Otros medios utilizados son el Registro del diseño (218 empresas), el secreto comercial (244 empresas) o la complejidad del diseño del producto (136 empresas).
- d) La naturaleza de los gastos en innovación de las empresas de esta rama es en mayor medida de inversiones de capital (76%) y no de gastos corrientes (24%), mientras que en el resto de la industria hay un predominio de los gastos corrientes sobre los de capital.
- e) La localización de estas actividades innovadoras se centra fundamentalmente en las CCAA de Cataluña, Comunidad Valenciana y Castilla y León.
- f) En cuanto a los resultados de estas actividades, las empresas innovadoras encuestadas estimaron que un 13,49% de las ventas en 1998 se debieron a productos nuevos o mejorados como novedad para la empresa, además, este porcentaje aumenta cuando la empresa realiza I+D sistemática (17,65%).

¹⁶ La clasificación de las empresas por ramas de actividad no permite identificar todas las empresas relacionadas con el sector agrario, por ejemplo las de recursos como los fitosanitarios o pesticidas se incorporan dentro de la rama de productos químicos, o la maquinaria agrícola dentro de mecánica.

4. CONCLUSIONES

En el estudio del sistema de investigación agraria en España, a través de su evolución histórica más reciente, es posible delimitar distintas fases de desarrollo. En concreto, la visión histórica del sistema de Ciencia y Tecnología (CyT) agraria durante las tres últimas décadas, muestra el paso de una situación heredada de institucionalización de la actividad científica -donde ya existían la mayoría de las instituciones de investigación agraria actuales-, al crecimiento y al consiguiente aumento en la complejidad de la comunidad científica, de las instituciones y de las interrelaciones entre ellas. Este crecimiento en tamaño, junto con la internacionalización de la actividad generadora de conocimientos científicos, se ha producido en España en un corto período de tiempo.

El estudio del sistema de ciencia y tecnología agraria resulta de gran interés para enmarcar el cambio tecnológico del sector productivo agrario en nuestro país. A lo largo de la segunda mitad del siglo XX, se han producido profundos cambios institucionales, que han afectado en gran medida a la ejecución y desarrollo de la investigación. Estas transformaciones incluyen la creación de instituciones y mecanismos coordinadores, la organización de centros ejecutores de la I+D agraria, la instauración de normas reguladoras y la dotación de presupuestos. Como efecto destacable de estos cambios institucionales se observa la entrada del sector privado en el ámbito de la investigación agraria, hasta entonces prácticamente relegada al sector público.

Algunas variables que miden el esfuerzo tecnológico permiten confirmar estos efectos. Así, se ha utilizado la inversión en I+D agraria para observar que aumentó en términos reales y que este incremento en relación al Valor Añadido Bruto Agrario supuso pasar de un 0,1% a más del 2%, entre 1958 y 1998, porcentaje similar al que destinan los países más desarrollados. Si se tiene en cuenta que partíamos de un sistema de I+D en donde los centros ejecutores tradicionalmente habían sido los OPIs, los mecanismos para incentivar la participación de empresas en la I+D han tenido su fruto, tal y como refleja el mayor incremento de los gastos en I+D agrario de las empresas. No obstante, la investigación en ciencias agrarias ha ido perdiendo importancia relativa respecto a otras áreas científicas de investigación.

Para estudiar si la investigación ha tenido efectos en el proceso de innovación se ha analizado otro indicador representativo del esfuerzo tecnológico: la certificación de semillas. Los datos del Registro de variedades vegetales indican las consecuencias favorables del fortalecimiento de los derechos de la propiedad, que ha incentivado la actividad inventiva del sector privado. Por otra parte, también ha atraído al sector obtentor exterior y esto ha podido afectar al comercio exterior de semillas al tornarse deficitario.

La incidencia de las actividades de investigación sobre los resultados productivos del sector empresarial alimentación y bebidas, según encuestas realizadas a las empresas, queda demostrada a través del porcentaje de las ventas que las empresas atribuyen a la realización de actividades innovadoras, que aumenta cuando la empresa realiza I+D sistémica.

En definitiva, los resultados atribuibles a las actividades de investigación agraria confirman el esfuerzo realizado para configurar un sistema coordinado de ciencia y tecnología que evite duplicidades en las actividades de I+D, permita la colaboración entre los sectores y facilite la generación de invenciones aplicables para el sector productivo. No obstante, aún cabe esperar una mayor respuesta por parte de los distintos sectores ejecutores, especialmente del sector privado, donde la investigación de las empresas y la colaboración con los OPIs, aunque ha ido creciendo a lo largo del tiempo, todavía es en gran medida esporádica.

La política científica de las últimas décadas ha generado la infraestructura institucional y física necesaria para incorporarnos de manera efectiva en un escenario de I+D globalizado tras el proceso de integración que se está desarrollando en todos los ámbitos en la Unión Europea. Para beneficiarnos de fuentes de I+D agrario global, se han desarrollado normas que han facilitado en una primera etapa la entrada de tecnología extranjera, como el desarrollo de los derechos de la propiedad intelectual, adaptación a los estándares fitosanitarios o comercio exterior de tecnología. No obstante, para que los centros de investigación en España se puedan beneficiar de las oportunidades de un rango más diversificado de instituciones en el mercado de tecnología y de las economías de escala de un mercado más amplio, es necesario que los decisores en política científica sean conscientes de los riesgos e incertidumbres en los que se puede incurrir al tornarse el ambiente mucho más competitivo. Así, es necesario seguir avanzando en reforzar el papel del sector privado en el sistema de investigación agraria y sus relaciones con el resto de los agentes en actividades que generen beneficios para su uso en el sistema productivo agrario. Sin olvidar que los OPIs pueden seguir jugando un papel relevante, tanto en el servicio a las empresas como en áreas de investigación no relacionadas con la actividad empresarial como por ejemplo la conservación de los recursos naturales en el largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha beneficiado en gran medida de los valiosas aportaciones de tres evaluadores anónimos. Deseo asimismo agradecer a los investigadores E. Muñoz y M.J. Santemeses, así como a la Red de Investigadores en Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad (RICTES) sus comentarios a una versión preliminar de este trabajo presentado en sus IV Jornadas en Madrid.

REFERENCIAS

- ALVARGONZÁLEZ CRUZ, R. (1977): "La investigación agraria en España". *Arbor*. Tomo 96. No.374. Monográfico sobre la investigación científica en España. Febrero, pp. 109-128.
- ARNON, I. (1989): *Agricultural Research and Technology Transfer*. Elsevier Science Publishers, Ltd, Londres y Nueva York.
- BANCO MUNDIAL (1971): "Agricultural Research Project. Spain". Restricted Report. No. PA- 74a. 29 abril.
- COMISIÓN ASESORA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA (CAICYT). (1976): *El Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica, 1964-1975*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.

- COMISIÓN ASESORA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA (CAICYT). (1983): *Proyectos de Investigación (1965-1982)*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CICYT). (1990): *Centros de Investigación en España. Secretaría Nacional del Plan Nacional I+D*. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CICYT). (2000): *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003*. Ministerio de la Presidencia. Secretaría de Estado de la Comunicación. Madrid.
- CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS VETERINARIOS DE ESPAÑA (1992): "Bicentenario de la Facultad de Veterinarios de Madrid". *Veterinaria*. Revista del Consejo General de Colegios de Veterinarios de España. 120, febrero, pp.19-20.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, L 26 de 1.2.1999. Decisión nº182/1999/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de diciembre de 1998 relativa al quinto programa marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, demostración y desarrollo tecnológicos (1998-2002).
- ECHEVERRÍA, R.G.. (1990): *Methods for Diagnosing Resarch System Constrains and The Impact of Agricultural Research*. ISNAR. La Haya.
- FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. (1990): "La Enseñanza de la Agricultura en la España del siglo XIX". *Agricultura y Sociedad*. 56, julio-septiembre, pp.113-141.
- FERNÁNDEZ DÍEZ, M.C. (1999): "La Productividad Total de los Factores en el Sector Agrario: Relaciones de Causalidad". *Estudios de Economía Aplicada*. 12, julio, pp.69-89.
- CRILICHES, Z. (1964): "Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function". *American Economic Review*. 54, diciembre, pp.961-74.
- HERRUZO, A.C. y ECHEVERRÍA, R.G. (1993): "Agricultural Research in Spain: Experiences Relevant to Latin America" Discussion Paper. No. 93-04. ISNAR. La Haya, febrero.
- HERRUZO, A.C.; ECHEVERRÍA, R.G. y FERNÁNDEZ, M.C. (1993): "El sistema español de ciencia y tecnología agrarias". *Investigación Agraria. Serie Economía*. Vol 8 (3) pp.465-483.
- HUFFMAN, W. E. y EVENSON, R. E. (1993): *Science for Agriculture*. Iowa State University. Ames, Iowa.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2000): *Estadística sobre las actividades de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D)*. *Indicadores Básicos 1998*. Madrid.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2000): *Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas. 1998*. Madrid.
- MARTÍN PEREDA, J.A. (1989): "Génesis y Evolución posterior de la investigación innovadora en las universidades politécnicas". *Economía Industrial*. 268, julio-agosto, pp. 85- 91.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1972): *Informe del grupo de trabajo para la unificación del personal que presta sus servicios en los centros del INIA, IFIE y PBA*. Madrid. 14 enero.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1983): *Proyecto del Plan de Investigación Agraria (1983-1986)*. INIA. Madrid.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA Y OCDE. (1966): *La investigación científica y técnica y sus necesidades en relación al desarrollo económico de España*. Madrid.
- MINISTERIO DE HACIENDA (1966): *Informe del Banco Mundial y de la FAO sobre el desarrollo de la Agricultura en España*. Servicio de Publicaciones. Madrid.
- MONTERO MARTÍN, S. (1989): "Valoración según proyectos de investigación". En: *Hacia una clasificación de las Universidades según criterios de calidad*. Ministerio de Educación y Ciencia, Consejo de Universidades y Forum Universidad-Empresa. Madrid.
- MUÑOZ, E. (1990): " Los retornos de España en los Programas Comunitarios de I+D". *Política Científica*, nº 22.
- MUÑOZ, E.; SANTESMAS, M.J. y ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J. (1999): "Changing Structure, organisation and nature of public research systems. Their dynamics in the cases of Spain and Portugal". Instituto de Estudios avanzados-CSIC, Madrid.
- OFICINA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (1999): *Indicadores del Sistema Español de Ciencia y Tecnología 1999*. Ministerio de la Presidencia. Madrid.
- PARDEY, P.G. y CRAIG, B.J. (1989): "Causal Relationship Between Public Sector Agricultural Research Expenditures and Output". *American Journal of Agricultural Economics*, 71 (1) pp. 9-19.

- PORTELA MARCOA, E. (1991): "Las Instituciones". En : *España Ciencia*. Dtor. José M^a López Piñero. Espasa Calpe. Madrid.
- RUTTAN, V. W. (1982): *Agricultural Research Policy*. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- SÁNCHEZ RON, J. M. (1991): "La Ciencia en la España Contemporánea". En: *España Hoy II Cultural*. Ed. Antonio Ramos Gascón. Cátedra. Madrid.
- SCHULTZ, T.W. (1963): *The Economic Value of Education*. Columbia University Press. Nueva York y Londres.
- UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA (1980). *Guía de la Universidad*.
- VEYRAT, P. (1982): "Planificación y organización de la investigación agraria en el INIA". En: *La investigación ante el futuro de la agricultura española*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Madrid.