

Tecnología y conocimientos prácticos en la agricultura valenciana (1840-1914)

S. Calatayud Giner / E. Mateu Tortosa

Toda reflexión sobre el cambio técnico moderno contempla siempre el proceso por el cual aparece una nueva idea en el terreno científico, se traduce en nuevos procedimientos o máquinas, y se difunde entre los diversos sectores ligados a la producción. Menos frecuentemente, sin embargo, se tiene en cuenta que en los procesos productivos, sobre todo en el sector agrario, las técnicas empleadas son el resultado de una conjunción de conocimientos científicos, generados fuera del ámbito concreto de la producción, y de conocimientos (cualificaciones o "saberes") prácticos, detentados y ejercidos por los propios trabajadores, cultivadores en este caso. Históricamente, el peso de los segundos ha sido predominante y el desarrollo agrario ha sido analizado, precisamente, como una tendencia a la inversión de esta situación, con el resultado de que, allí donde la técnica "exógena" ha tenido un impacto claro, el análisis de los conocimientos y técnicas "endógenas" ha sido sistemáticamente abandonado por los historiadores. Nuestra pretensión en este trabajo es ir más allá de la concepción del cambio técnico inducido "desde fuera", y resaltar las formas que adoptó la referida conjunción en el ámbito específico de la agricultura intensiva valenciana del siglo XIX.

Esta reflexión trata de conectar con tres corrientes intelectuales de origen diverso pero con algunas preocupaciones de fondo coincidentes:

Este trabajo ha contado con la financiación del Proyecto de Investigación de la DGICYT número PB91-0657, y se presentó por primera vez en el VII Simposio de Historia Económica (Barcelona, 1994). Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de los profesores Jesús Millán y Vicent L. Salavert, y de los evaluadores anónimos de la Revista.

S. CALATAYUD GINER y E. MATEU TORTOSA son Profesores Titulares de Historia e Instituciones Económicas de la Universidad de Valencia. Dirección para correspondencia: Facultad de CC. Económicas, Avda. Blasco Ibáñez, 32, 46010 Valencia.

- A) Las matizaciones que la Historia Económica ha introducido en el concepto –central en la explicación del crecimiento económico contemporáneo– de "revolución agraria", han llevado a revalorizar cambios más graduales y acumulativos, menos espectaculares, y en los cuales el papel del campesinado cultivador aparece como determinante. Trátese del cultivo integrado de cereales y forrajes (Mingay, 1990; Allen, 1992), de la adopción de plantas nuevas como el maíz, la patata o la alfalfa (Morineau, 1985), o la permanencia de sistemas de cultivo tildados de "atrasados" (Mulliez, 1979: 3-47), el papel de la agronomía del siglo XVIII aparece cada vez más limitado y el carácter empírico y tentativo de los conocimientos y prácticas, más reforzado.
- B) Las visiones complejas de la historia de la tecnología (Rosenberg, 1979; Lazonick, 1987: 255-312), por su parte, han dejado atrás las concepciones basadas en la sucesión de inventos, resaltando el carácter más bien excepcional de las innovaciones "revolucionarias", la existencia de vías diversas de desarrollo tecnológico según las tradiciones culturales y las dotaciones de factores, y la adaptación y transformación de cualquier innovación al entrar en contacto con la práctica productiva. Las motivaciones de los innovadores no son identificadas exclusivamente con el cálculo económico abstracto ni atribuidas a cualidades congénitas al estilo schumpeteriano, sino contextualizadas tanto dentro de la historia interna de la tecnología como de las relaciones sociales en las que se da el acto productivo. En el terreno específico de las técnicas agrarias, las aportaciones en este sentido son abundantes (Jones, 1965; MacDonald, 1982; Bye et al., 1989).
- C) Finalmente, agrónomos y organismos internacionales de desarrollo agrario han venido destacando en las dos últimas décadas las insuficiencias de las innovaciones aportadas desde fuera y en ruptura con el mundo rural de las sociedades del Tercer Mundo (Chambers et al., 1989; Dupré, 1991; Haubert, 1991: 725-740). De ahí la promoción de la participación campesina en la elección de técnicas, la recuperación de prácticas expulsadas precipitadamente del reino de la modernidad y la tendencia a un "diálogo" entre expertos y cultivadores en lugar de una aplicación indiscriminada de los "saberes" de los primeros. Estas corrientes conectan con la revisión, ya vieja, del carácter rutinario atribuido a las prácticas campesinas (Faucher, 1989: 97-112), y recuperan el papel del cultivador como protagonista de innovaciones.

En el terreno así definido, las transformaciones agrarias valencianas del siglo XIX (Garrabou, 1985; Millán, 1990) constituyen un ejemplo particularmente adecuado para estudiar la interacción entre saberes científicos y saberes prácticos ¹. En otros trabajos (Mateu, 1993: 43-68; Calatayud, 1993: 47-92; Mateu y Calatayud, 1993) hemos intentado mostrar cómo el crecimiento agrario experimentado durante esta cen-

¹ R. GARRABOU (1985: 83) ya planteó la cuestión de la "tradición" en cualificaciones relacionadas con la agricultura intensiva: "...Les tècniques de l'agricultura de regadiu no s'improvisen i...exigeigen un notable grau de coneixement, potser no necessàriament tret dels manuals d'agronomia ni de les aules de les escoles d'enginyeria agronòmica, però sí d'experiències i verificacions..."

turia conoció innovaciones técnicas de importancia pero en ningún caso eliminando o en ruptura total con las prácticas existentes : el uso de fertilizantes se caracterizó por una compleja combinación de los nuevos productos y procedimientos con prácticas muy arraigadas que se adaptaban, paralelamente, a las necesidades cambiantes; el regadío, por su parte, se basó mayoritariamente en una infraestructura y unas técnicas originadas varios siglos atrás pero en constante transformación y mejora. En el presente trabajo pretendemos continuar el análisis de estos dos ámbitos tecnológicos –los más definitorios de la agricultura que nos ocupa– poniendo el énfasis en la relación entre conocimientos técnico-científicos aplicados al cultivo por una parte, y el papel versátil y cambiante de las cualificaciones prácticas de los cultivadores, por otra. El objetivo final es aportar algunos elementos de juicio para una mejor formulación de la historia del cambio técnico en los dos últimos siglos.

I. CAMBIO Y PERMANENCIA EN EL ABONADO

Durante la segunda mitad del siglo XIX la agricultura europea sufrió transformaciones importantes, la mayoría a consecuencia de los cambios en las formas de abonado. Ello supuso no solamente variaciones en las cantidades y nuevos tipos de abonos sino también en las rotaciones de cultivo, las cuales, como es sabido, tenían una función principal en la fertilización de los suelos.

La era de los nuevos abonos se inició de la mano de dos hechos importantes, que fueron la publicación del libro de Liebig *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie* y la llegada regular de cargamentos de guano peruano al puerto de Liverpool, ambos ocurridos en 1840. La influencia que tuvo este libro fue muy grande en los inicios de la química agraria, contabilizándose dieciocho ediciones y traducciones a casi todos los idiomas europeos. En él encontraremos una revisión crítica de los conocimientos que relacionaban la química y la agricultura, con más de doscientas referencias de un centenar de autores, lo cual no impidió que su autor se sintiera deudor del inglés Davy. Esta arrogancia, unida a su acentuada personalidad como polemista y divulgador, hicieron que esta nueva disciplina cobrara gran importancia en los ámbitos químicos y agronómicos, al tiempo que le acarrearón continuas disputas con sus colegas (Browne, 1944: 263-264).

Las propiedades fertilizantes del guano peruano eran conocidas desde que Humboldt introdujo algunas muestras en Europa en 1804. Pero fue en 1840, cuando se inició con regularidad su distribución en Inglaterra. Con ello se rompió la autosuficiencia del sistema productivo agrario europeo, al introducirse un input importante procedente de fuera del sector. La agricultura europea aumentará, de esta forma, su dependencia del comercio mundial. Puesto que el transporte, distribución y venta del guano alcanzarán una gran importancia en el comercio anglo-sudamericano, al tiempo que paliará los efectos de la sobreoferta de transporte marítimo británico (Thompson, 1968; Mateu, 1993: 54-55).

Los avances de la química agraria y el consumo de guanos fueron juntos, ya que sólo mediante el análisis químico y la experimentación en los campos de cultivo

era posible conocer la calidad de estos abonos. La necesidad de establecer la composición química de los guanos en el momento de la compra, como medio de conocer su bondad, acentuó la importancia de la química para los agricultores. De idéntica forma que sentaban las bases de la producción manufacturera de guanos artificiales y abonos minerales.

Entre 1840 y 1870, los guanos y guanos artificiales compartieron las tareas de abonado con los abonos orgánicos (estiércoles, basuras y excrementos de las ciudades...), mientras que una gran parte de la fertilización nitrogenada descansaba en el abonado verde (Chorley, 1981). Solamente Inglaterra utilizaba cantidades considerables de guano e iniciaba con paso firme la producción de abonos minerales. En el resto de Europa la producción y el consumo de abonos minerales era pequeña.

Entre 1870 y 1914 se produce la irrupción de un abono nitrogenado muy importante como es el nitrato de sosa, el afianzamiento y expansión de los abonos minerales y el inicio de la experimentación y fabricación de los nitrogenados sintéticos. Inglaterra se ve superada en el consumo de estos abonos por las agriculturas continentales. Además pierde el control del comercio del nitrato de sosa y la superioridad en la fabricación de los abonos minerales a favor de Alemania y Francia (Hendrick, 1917; van Zandem, 1991).

La relevancia que alcanzó la química agraria en los círculos académicos, el éxito económico que acompañó al comercio de los guanos y abonos minerales, así como las innumerables publicaciones agronómicas de la época haciéndose eco del tema, las discusiones en las asociaciones de agricultores... todo ello, podría hacernos creer que, primero el guano y después los abonos minerales sustituyeron con rapidez y sin problemas a los abonos orgánicos de la agricultura europea moderna. Y ello sería un buen ejemplo del triunfo rápido de una innovación que avanzaba sostenida por la ciencia y el progreso. Por el contrario, aquellas agriculturas que se resistían a este cambio era porque estaban ancladas en prácticas tradicionales que las condenaban al atraso.

Los cambios en la adopción y adaptación de innovaciones, durante la segunda mitad del siglo y hasta la Primera Guerra Mundial, no estuvieron exentos de dificultades. Algunas de ellas no tuvieron que ver con el grado de inmovilismo de las agriculturas. Sino al contrario, se trataban de adaptaciones de los nuevos abonos y mantenimiento de las prácticas tradicionales plenamente justificadas, que buscaban la complementariedad y mejor adaptación del cambio al marco tecnológico, social y económico de la agricultura sobre la que actuaban. Esto es lo que vamos a tratar de demostrar para el País Valenciano y durante el mismo periodo que hemos establecido para Europa occidental.

El País Valenciano sufrió grandes transformaciones agrarias durante la segunda mitad del siglo XIX. Se ampliaron las superficies de los cultivos comercializables con gran valor en el mercado europeo (cítricos, viñas, cebollas) y creció considerablemente la producción de arroz para el consumo interior. Los guanos arribaron con relativa prontitud a los puertos valencianos. El primer cargamento de guano africano llegó al mismo tiempo que se introducía en Inglaterra y sólo cuatro años más tarde que el

peruano (Mateu, 1993: 53-59). Los abonos minerales, excepto los nitratos de Chile, también fueron consumidos con prontitud por los agricultores valencianos. Con los datos y noticias disponibles podemos afirmar que el consumo de guanos y abonos minerales fue similar en el tiempo al de las agriculturas avanzadas de Europa occidental.

Aunque el consumo de guanos y abonos minerales aumentó sin interrupción hasta la Primera Guerra Mundial, ello no quiere decir que desaparecieran las prácticas tradicionales de abonado en los cultivos más avanzados de la agricultura valenciana. Buena prueba de ello son el consumo de estiércol (importado de otras regiones españolas), el uso y transformación en abonos de despojos de animales, los residuos urbanos sobre todo de la ciudad de Valencia, la persistencia de los abonos verdes y la práctica de los hormigueros (Mateu, 1994: 10). ¿Puede esto ser tachado como una actitud de rechazo al progreso y una resistencia a abandonar las prácticas tradicionales? O por el contrario, como una actitud sensata y prudente frente a unas expectativas inciertas. ¿Por qué sucede esto? ¿Cómo se explica que estas prácticas de abonado subsistieran con los guanos y abonos minerales en cultivos tan modernos como el naranjo hasta finales del siglo XIX? (Bou, 1879: 149-191).

Con el inicio del siglo XX, los agricultores valencianos, en consonancia con la Europa moderna, aumentaron el uso de los abonos minerales. El sulfato amónico se transformó en el primer nitrogenado, y los superfosfatos empezaron a consumirse y a producirse en el País Valenciano. En este caso, como en el guano, los primeros fueron los Trenor que en la década de los 70 ya fabricaban guanos artificiales mediante el ácido sulfúrico y en 1889 presentaban una patente de fabricación de superfosfatos de cal². Solo un año después J.A.Noguera iniciaba la fabricación de guanos artificiales y se consolidaba en la de abonos minerales a principios de siglo (Nadal, 1986: 66). Para entonces, en 1904, la casa Cros abría una fábrica de superfosfatos en Alicante (Vidal, 1992: 215).

Durante el período de entreguerras el consumo de abonos minerales se incrementó considerablemente. La agricultura valenciana se define como plenamente moderna por la cantidad de abonos minerales consumidos. Hasta el punto que los mismos agrónomos promotores de dichos abonos, se quejaban del excesivo uso que se hacía de los mismos y las repercusiones negativas que tenía sobre la calidad y producción agrícola (García Gisbert, 1933; Janini, 1928).

Con todo lo afirmado hasta ahora podemos subrayar la complejidad del cambio agrícola y trataremos, a continuación, de contestar las preguntas que nos hemos formulado en los párrafos anteriores.

En primer lugar, no hay que olvidar por obvio, que una innovación no se adopta por la mayoría hasta conocer los resultados. La información de las bondades de los guanos llegó con la misma prontitud que sus cargamentos. Los comerciantes valencianos que los importaban hicieron circular folletos donde se describían sus cualidades y la forma óptima de usarlos (Llano, 1844-45: 139-151 y 156). Incluso alguno de

² Archivo Municipal de Vinalesa, Fondo Trenor, 1889.

ellos como Polo de Bernabé escribió un breve opúsculo donde relataba sus experiencias agronómicas con este abono (Polo de Bernabé, 1846). Pero la mayoría de agricultores, campesinos con escasos conocimientos, no podían ser convencidos por la propaganda escrita y por las opiniones de académicos, agrónomos y agricultores ilustrados. Habría pues que esperar resultados visibles en los campos.

Y estos llegaron con aumentos considerables en los rendimientos y resolviendo la secular escasez de abono orgánico en Valencia. Pero junto a este movimiento al alza de los rendimientos se dieron también puntualmente bajas en los mismos, que los agricultores achacaban con acierto a la composición variable de los guanos. Probablemente hacia 1880, los guanos habían entrado en rendimientos decrecientes y eran una causa más de la situación crítica del sector arrocero. No es extraño pues, que aún entonces pervivieran los abonos verdes y se adoptara rápidamente el uso del sulfato amónico (La Crisis Arrocera, 1887: 39 y 60-61; Janini, 1928: 41).

Esta variabilidad en la calidad de los guanos fue debida a que con los peruanos, de excelente calidad llegaron los de baja, y algunos de ellos con un valor fertilizante escaso, que incluso desaparecía durante los largos períodos de navegación (Nesbit, 1853). Por si los anteriores condicionantes físicos no fueran suficientes, las manipulaciones que algunos comerciantes –ansiosos de obtener beneficios– realizaban mezclando los guanos con otras sustancias para así aumentar su volumen, arruinaba una parte del producto (Tripp & Cheveley, 1939: 12; Mateu, 1993: 56).

El tema de la falsificación de guanos y abonos en general llegó a tener una gran importancia. En su resolución se empeñaron no solamente los agricultores –conscientes de la estafa a que podían ser sometidos– sino también los poderes públicos que intentaban atajar los perjuicios que podían resultarse para el sector agrario (Belda, 1860-61; *La Agricultura...*, 1867: 269-270). Los agricultores pequeños y medios, sin posibilidades de conocer la calidad de los guanos que compraban, estaban a merced de la honestidad de los comerciantes locales, los cuales dependían de los suministros que les adjudicaban las casas matrices ubicadas fuera de España (Mateu, 1993: 55-56). Es evidente que los avances en la química agraria ponían al alcance de los agricultores una innovación en el abonado que aumentaba los rendimientos de sus cosechas. Pero al mismo tiempo sustraía de su esfera el control que desde milenios había tenido sobre la fertilización de la tierra y que se había articulado en un conjunto de "saberes" campesinos, dejándolo, por el momento, desprotejido frente a este nuevo cambio.

Por último, las características del comercio del guano, pendiente de las concesiones de los inestables gobiernos peruanos y muy codiciado por comerciantes y financieros europeos, produjeron frecuentes escaseces temporales, que añadían a la mercancía un mayor valor especulativo. Ello generaba una inseguridad en el agricultor y alcanzaba también a los grandes propietarios, que no sabían si podrían disponer del guano necesario para sus próximos cultivos³.

³ Archivo de la Sociedad Valenciana de Agricultura, "Libro de Actas y Junta de Fomento", 23-I-1865, 6-II-1865.

No resulta extraño, pues, que los agricultores optaran por la prudencia y mantuvieran los abonos orgánicos y prácticas tradicionales a la vez que introducían el guano. El abonado verde en los arrozales consistía en el cultivo de leguminosas antes de proceder a la siembra del arroz. Esta práctica se venía realizando ya durante el siglo XVIII, y probablemente acompañaría a la introducción del arroz por los árabes en Valencia. Las leguminosas proporcionaban nitrógeno al suelo extraído de la atmósfera. Aunque ello se empezó a conocer a mediados del siglo XIX, los agricultores "sabían" desde antaño el efecto beneficioso de su cultivo. Los buenos resultados del abonado verde justificarán su mantenimiento hasta la década de los años treinta del siglo XX, cuando el consumo de abonos minerales en los arrozales valencianos era extraordinario (Janini, 1928: 41-42).

En segundo lugar, los avances en la química agraria no resolvieron los problemas que planteaban la nutrición de las plantas y el mantenimiento del poder fertilizante de los suelos. Ambos, estrechamente relacionados con el abonado. Apoyados en sus conocimientos químicos, Liebig y con él una gran parte de agrónomos, iniciaron una campaña contra las prácticas tradicionales en la agricultura. Para Liebig, la historia confirmaba que los usos agrícolas hasta 1840 habían traído el agotamiento de las tierras y con ello la decadencia y la desaparición de las civilizaciones anteriores. Si Europa no reaccionaba con prontitud podía ser la próxima civilización a extinguirse (Mateu, 1993; Usher, 1923). Esta predicción se basaba por una parte en la evidencia histórica de lo ocurrido a anteriores civilizaciones, y por otra en la formulación de dos de su teorías: la mineral y la de la restitución. Para Liebig, el suelo agrícola sometido al continuo cultivo era indefectiblemente esquilmo de sus elementos minerales necesarios para el desarrollo de los cultivos, si estos elementos no eran repuestos al suelo con los abonos. Liebig había llegado a la conclusión que el elemento deficitario en los suelos europeos era el fósforo, y de ahí su gran interés en la producción de superfosfatos (Liebig, s.f.: 145-154). El abono más utilizado hasta ese momento era el estiércol y el abonado verde, los cuales según Liebig no aportaban suficiente cantidad de fósforo a la tierra para suplir la extraída por las cosechas. La conclusión que se derivaba y que Liebig defendía era la sustitución de estas prácticas tradicionales de abonado por los abonos minerales (Liebig, s.f.: 13-28).

Las teorías de Liebig, que primaban el conocimiento químico sobre cualquier otro, fueron llevadas en ese aspecto a su punto más extremo por el agrónomo francés G. Ville. Principal defensor de la "escuela de los abonos químicos", aconsejaba el uso de los abonos minerales y el abandono del estiércol por su insuficiencia fertilizadora. Ville creía que, conociendo la composición química de las plantas a cultivar, lo que había que hacer era suministrar a la tierra determinados elementos químicos que escaseaban en el suelo y que la planta no podía coger del aire ni del agua. Los elementos y materias eran: nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal. Esta aritmética química aplicada a la agricultura se complicaba cuando Ville establecía su "teoría de los dominantes", por la cual cada cultivo necesitaba mayor cantidad de un elemento que de los tres restantes. Por lo tanto, para un aprovechamiento agrícola y económico de los abonos químicos era necesario conocer con precisión cual era el elemento dominante en cada cultivo y proporcionárselo (Ville, 1871). Las prácticas tradicionales

habían resuelto este problema mediante las rotaciones de cultivos, por las que la ordenación de los cultivos respondía al objetivo de aprovechar al máximo el estiércol utilizado y complementarlo con abonado verde. Los agricultores habían sabido siempre que antes de un cultivo esquilante había que echar el estiércol, y después de dicho cultivo qué otro podían plantar, menos exigente, y en qué momento convenía utilizar el abonado verde para preparar la siembra del tercer cultivo de la rotación.

A finales de siglo las teorías de Ville eran contestadas por agrónomos franceses que destacaban la importancia del estiércol en los cultivos. Para ellos el estiércol ayudaba al mantenimiento de las condiciones óptimas del suelo y por tanto favorecían los cultivos que en él se realizaban. Y lo que es más revelador, el estiércol propiciaba la absorción y el mejor aprovechamiento de los abonos minerales (Llorente, 1899: 354-355). Así pues, el empleo exclusivo de abonos minerales conducía al empobrecimiento del suelo y tenía repercusiones en la producción a medio plazo. El agrónomo español A. Llorente escribía en su libro *Los abonos* –que contó con seis ediciones entre los años 1891 y 1900– que “la buena agricultura descansa en el empleo simultáneo de los abonos orgánicos (generalmente el estiércol) y de los abonos químicos” (Llorente, 1899: 360). En definitiva venía a refrendar en teoría lo que los agricultores valencianos habían estado realizando durante medio siglo: compatibilizar innovación con prácticas tradicionales (Mateu, 1994: 10).

En la actualidad, cuando el uso del estiércol es mínimo y el de los abonos químicos abrumador, se plantea el mismo debate. Se vuelven a subrayar, con idénticos argumentos de hace un siglo, las cualidades y ventajas del abonado orgánico (Naredo, 1994). Y se comprueba, mediante la experimentación en campos de cultivo, la superioridad de los rendimientos en el uso de abonos orgánicos sobre los químicos. Sin olvidar, otra faceta hoy muy importante, que es su menor acción contaminante en el medio ambiente (López Gálvez, 1994).

En tercer lugar, la distinta estructura de la propiedad influyó en la aceptación antes o después, completa o incompleta de los guanos y abonos minerales. La pequeña y mediana propiedad aceptará y adaptará más tarde las innovaciones que las grandes. Ello no es necesariamente una prueba de atraso o resistencia al progreso sino que en muchas ocasiones responde al cálculo racional de los agricultores dadas las características de sus propiedades y el entorno en que se ubicaban. Al estar bien afincadas en el ámbito rural y demandar menores cantidades de estiércol, podían proveerse de éste en el mercado local con mayor facilidad y menores costes en su manejo y transporte. Al mismo tiempo, la pervivencia de usos tradicionales agrícolas le permitían la producción de abonos orgánicos (basuras, estiércol), así como el abonado verde tanto si cultivaban vegetales como arroz. Generalmente estos propietarios no podían interpretar, por ellos mismos, la información que se les suministraba con los nuevos abonos, y por tanto no controlaban su calidad. Sin duda estaban en peores condiciones que los grandes propietarios cuando querían proveerse de los abonos minerales. Aquellos, al consumir mayores cantidades y poder contrastar la calidad del abono ofertado, obtenían mayores ventajas de los comerciantes.

Los grandes propietarios evolucionaron hacia la transformación de sus tierras de secano en regadío, y a la inmediata implantación del cultivo del naranjo. Estas

propiedades tendían a la especialización en los cítricos, con el consiguiente abandono de tierras para pastos o plantas forrajeras. Ello conllevaba la eliminación de la ganadería, principal proveedora de estiércol. Al que se añadiría a medio plazo el ganado de labor puesto que al cabo de unos pocos años el desarrollo de los árboles impediría el funcionamiento del arado. La intensificación que representaba el naranjo obligaba a la utilización de grandes dosis de abonos. La escasez de estiércol, su precio, los mayores costes en el transporte y manejo que los abonos minerales, aconsejaban el uso de los mismos (Pons, 1993: 50).

Estas diferencias en el consumo de abonos minerales y uso de prácticas tradicionales entre grandes y pequeños propietarios fueron desapareciendo a principios del siglo XX y definitivamente durante los años de entreguerras. Dos hechos forzaron a los pequeños propietarios a un mayor consumo de los abonos minerales y al acelerado abandono de las prácticas tradicionales. En primer lugar, la abrumadora ofensiva de la propaganda desde las compañías productoras de abonos minerales. Cuya acción, iniciada a principios del siglo XX, se volvió irresistible con la aplicación del marketing a la venta de abonos en España. En segundo lugar, los sindicatos agrarios tuvieron como objetivo, en aquellos años, el ofertar y asesorar a sus sindicados sobre el mejor abono. Con los sindicatos, los agricultores se plantearon controlar precios, cantidades y calidades de los abonos minerales en pugna con comerciantes y fabricantes (Garrido, 1993: 503-515).

II. EL REGADÍO: UNA MULTIPLICIDAD DE SABERES PRÁCTICOS

1. La difusión de conocimientos agronómicos

Los escritos agronómicos más innovadores del setecientos español, directamente influenciados por la agronomía europea, apenas se ocupan del regadío como técnica de cultivo, siendo como era su objetivo la difusión de la "nueva agricultura" inglesa. Para encontrar tales referencias hay que atender a otros textos, representativos de la "tradicición" agronómica que en España incluía lógicamente las aportaciones árabes, y que constituían más compendios de las prácticas de cultivo existentes que propuestas de reforma (García Sanz, 1974: 29-54; Bolens, 1981). Como ha afirmado M. Ardit, lo que exigía la agricultura mediterránea –una síntesis de la agronomía inglesa con la hispano-árabe– no fue abordado en el plano teórico (Ardit, 1993, II: 81). Cuando se habla del riego es para describir las formas vigentes de practicarlo. Así pues, la técnica del regadío se benefició en escasa medida de la atención ilustrada por dotar el cultivo de contenidos científicos, pero al propio tiempo sus usos y resultados en tierras mediterráneas fueron habitualmente elogiados por observadores de diverso origen, al menos por lo que se refiere a la parte del agricultor (las técnicas de ingeniería o los criterios de distribución son más frecuentemente sometidos a crítica). No podemos, por el momento, afirmar con exactitud qué grado de adecuación y eficiencia tenían realmente las prácticas de regadío hispano-árabes transmitidas por la literatura, ni hasta qué punto esta literatura contribuyó a difundirlas. En todo caso, la disponibilidad de textos era limitada: además de la clásica obra de Alonso de

Herrera, los libros directamente salidos de la tradición árabe no estaban disponibles para un público amplio. Aun cuando hubieran sido traducidos al castellano, como es el caso en 1802 de la obra de Ibn al Awwam, la edición parecía más bien destinada a filólogos y eruditos ⁴.

En estas circunstancias, ¿con qué aportaciones agronómicas "exteriores" pudo contar la práctica del riego valenciano en el siglo XIX, el momento del definitivo salto adelante de la agricultura intensiva? Si atendemos a los fondos que las bibliotecas decimonónicas han conservado hasta hoy, la presencia de textos relacionados con el regadío parece escasa en relación con la importancia de la cuestión en tierras valencianas: cincuenta títulos sobre los tres mil volúmenes de la biblioteca de la Sociedad Económica de Amigos del País son buena prueba de ello. Pese al corto número, hay que destacar, sin embargo, la presencia de textos significativos: obras francesas (Nadault de Buffon, Jaubert de Passa, M. Aymard, el abate Rozier, o el conde de Gasparin) o españolas (A. Llauradó, M. Abella, C. Franquet, F. Galán) se encuentran entre las más destacadas de la época tanto en la vertiente técnica como jurídica del agua.

La producción escrita en el propio País Valenciano durante el siglo XIX fue, en contraste, muy abundante y se encontraba normalmente más cercana a cuestiones específicas que a problemas teóricos: reseñas históricas de alguna acequia, edición de reglamentos y ordenanzas, escritos sobre conflictos concretos o en respuesta a problemas como la escasez de agua, etc. Las obras de mayor alcance se ocupaban sobre todo del aspecto legislativo y los derechos históricos de los diversos regantes: es el caso del texto de F. Borrull sobre la distribución de aguas en el Turia o el del Conde de Ripalda sobre la necesidad de legislación de riegos; en ocasiones este tipo de textos incidían en problemas técnicos fundamentales, como es el caso de Vicente Alcaine en su obra sobre las acequias del Turia, al estudiar y proponer nuevos sistemas de medición del agua. Por su parte, las publicaciones periódicas sobre temas agrarios se ocupaban regularmente del regadío. El *Boletín Enciclopédico* de la Sociedad Económica incluía con frecuencia escritos sobre los conflictos en torno al agua del Turia, o reflexionaba sobre el alcance de las leyes de aguas. *La Agricultura Valenciana*, el exponente más cualificado del agrarismo valenciano de la segunda mitad del siglo, se refería periódicamente a la reforma de las ordenanzas de riego (tema vinculado a los cambios de las relaciones de poder en los organismos de gestión) y, de forma creciente, a las nuevas formas, todavía incipientes, de aprovechamiento de las aguas subterráneas, como los pozos artesianos.

Muchos de los textos resultan elocuentes acerca de las preocupaciones de los sectores dominantes en materia de regadío. Si tomamos como ejemplo el conjunto de las cuatro obras –editadas en el mismo volumen– de J. Roca de Togores, P. de Lara y Meliá, F. de P. Alguer y otra de autor anónimo, sobre diversas redes de riego valencianas, su carácter se nos aparece ambivalente: por una parte constituían apelaciones a la tradición –real o "inventada"– del riego, con el propósito de hacer frente

⁴ Pese a lo cual esta obra se encuentra ampliamente citada unos años más tarde en las páginas que JAUBERT DE PASSA (1844) dedica a los cultivos de regadío.

a la competencia de nuevos aprovechamientos y de aglutinar a la sociedad rural en torno a intereses aparentemente coincidentes; por otra, resultan inventarios minuciosos del conjunto del sistema de riegos, que proporcionaban una información estadística y descriptiva de los recursos y las necesidades, y proponían reformas y mejoras. Función ideológica y función informativa coexisten, pues, en un contexto (años 40) en que el interés por estas materias parece creciente: el opúsculo de Alguer, que sistematizaba la compleja red de riegos del Turia, había agotado en una década la edición de 1828 y fue reimpresso en 1840 y en 1844. Los aspectos normativos de estos libros sugieren que los agrónomos (frecuentemente propietarios de las zonas que estudiaban) consideraban insuficiente dejar la práctica del riego al sólo empirismo de los cultivadores, y trataban de interesar a unos terratenientes que "...ignoran muchas veces el nombre de la acequia que fertiliza sus campos y de donde saca sus riquezas..."(Alguer, 1844: 207-209), en el conocimiento de las condiciones generales de la agricultura de regadío.

En todos los casos, un hecho llama poderosamente la atención: la escasa presencia, en un conjunto de escritos que es considerable, de referencias a las operaciones prácticas del riego, es decir al aspecto técnico que las configura como método de cultivo. El contraste con el volumen de páginas dedicadas a las normas, los conflictos de intereses entre grupos de regantes, o los problemas de distribución del agua, es grande. Ello nos muestra, por una parte, la extraordinaria importancia que los aspectos organizativos o institucionales tenían en el ejercicio del riego; pero, por otra, confirma lo que las referencias de observadores exteriores nos permiten pensar: que la práctica concreta de los cultivadores no aparecía susceptible de mejoras o intervenciones sustanciales. Ello es tanto más significativo cuanto que muchos de estos escritores tenían una visión socialmente "moderna" de las relaciones agrarias que incluía, por ejemplo, la defensa teórica de la gran explotación (es el caso, por ejemplo, del Conde de Ripalda).

2. Las cualificaciones de los profesionales del riego

La práctica cotidiana del riego dependía de los conocimientos y las cualificaciones de los agricultores. Pero aún cuando la aplicación del agua a la tierra fuera un acto técnico individual del cultivador, estaba sujeta a la mediación de un conjunto de instancias desde el momento en que la organización de la captación y distribución del agua era de carácter colectivo. Las agrupaciones de regantes gestionaban una infraestructura y generaban normas de distribución del agua entre sus miembros, en ocasiones a una escala que implicaba a millares de cultivadores; la complejidad y diversidad de funciones exigía cualificaciones muy precisas, diferentes –pero complementarias– de las cualificaciones propias del que trabajaba la tierra. Es a las primeras a las que dedicamos este apartado.

Para conocer tales "saberes" prácticos hay que partir de la idea de que se trataba de cualificaciones codificadas en alguna medida, y no pertenecientes tan sólo al ámbito oral como se supone habitualmente de los saberes tradicionales; la media-

ción de lo escrito era importante: las ordenanzas y normas estaban fijadas en textos frecuentemente impresos; en ocasiones las instrucciones a los regantes se daban mediante carteles y anuncios; los acequeros y otros cargos redactaban informes regularmente; los conflictos adquirían una expresión escrita (denuncias, registros, sentencias). La reunión de todo este material escrito –el archivo de cada comunidad– tenía un papel importante en la vida de la misma, (papel que en el siglo XIX parece experimentar una rehabilitación generalizada)⁵, y determinaba, por tanto, el ejercicio de los trabajos del regadío en todas sus formas. Gestadas a lo largo de siglos mediante añadidos y rectificaciones (Peris, 1992), las Ordenanzas o reglamentos constituían la esencia de esta codificación y nos proporcionan una buena información acerca de cualificaciones y funciones. Pueden distinguirse tres conjuntos de funciones más o menos homogéneas llevadas a cabo por los empleados de las acequias⁶:

- a) La supervisión general de la infraestructura del riego y la asignación teórica del agua estaban en manos de los Síndicos, Acequeros, Subacequeros y Repartidores, según los lugares. En las acequias de Quart y Tormos, por ejemplo, el Síndico tenía que prevenir u ordenar la reparación de los efectos de las inundaciones sobre los canales, y supervisar el paso anual de troncos por el río en la proximidad del azud, funciones delicadas dada la capacidad destructora de las avenidas y que exigían cierta capacidad de reacción y de respuesta a situaciones siempre imprevisibles. Los Síndicos de la acequia de Sueca tenían, además, amplias facultades en la distribución del agua: dado el carácter colectivo del riego de los arrozales (todas las tierras de un paraje se inundaban o se drenaban simultáneamente) el Sindicato decidía anualmente las fechas de suelta o retirada del agua, el orden de las partidas en la recepción del agua, y las medidas de excepción en épocas de escasez (excavación de zanjas en las tierras más altas, etc.). Todo ello en función de las condiciones concretas de cada año: estado de las cosechas, disponibilidad de agua, etc. En la mayor parte de los casos, el orden del riego, rígidamente establecido, era invariable y los empleados se encargaban tan sólo de hacerlo cumplir. Diversos empleados –Acequero en la huerta de Gandía, Guardas en las acequias del Turia, Veedores en la Real del Júcar– se encargaban de la supervisión de azudes, canales y demás mecanismos de riego, en muchos casos mediante inspecciones periódicas (semanales en los canales principales de Tormos). Se trataba, sin duda, del conjunto de operaciones que exigían un conocimiento más preciso de la red de acequias y una verdadera familiarización con el terreno por el que aquella discurría: había que localizar desprendimientos sobre el canal, amenazados de roturas, filtraciones ocultas, conociendo los lugares donde la pro-

⁵ La recuperación de la "memoria" de la acequia como entidad y de sus avatares judiciales parece una preocupación más afirmada en la nueva situación política y económica decimonónica.

⁶ La información procede de los textos de los reglamentos: *Ordenanzas...* (1874); *Ordenanzas...* (1887); *Ordenanzas...* (1844); y las de las acequias de Quart, Mislata, Tormos, Mestalla, Favara, Rascanya, Rovella, Canal del Turia, Xirivella, Real del Xúquer y Comuna de l'Enova, contenidas en JAUBERT DE PASSA (1844, II). Quedan fuera de nuestra consideración las cualificaciones puestas en práctica en la construcción y reparación de la infraestructura; véase FAUS (1992).

pensión era mayor en función de las diversas condiciones hidrológicas o climáticas; había que dirigir reparaciones de urgencia para mantener el riego en la época seca; la planificación anual de las operaciones de limpieza de los canales (la "monda"), correspondía también a estos empleados así como, en muchos casos, la dirección de estos trabajos (o su supervisión cuando se cedían en contratas), que en las grandes acequias ocupaban a centenares de trabajadores durante varias semanas.

- b) La operación de conducir el agua desde los canales principales hasta las pequeñas conducciones que alimentaban cada parcela a través del sistema de compuertas, boqueras, etc. era realizada por otros empleados –Regadores en la acequia de Carcaixent, Guardas Regadores en la de Sueca, Guardas en Tormos– que en ocasiones llevaban a cabo también el riego por cuenta del cultivador. Numerosos en las acequias grandes, estos empleados se ocupaban tan sólo de un sector del perímetro, del que habían de conocer de forma precisa el orden de riego, la identidad de los propietarios, así como vigilar el estado de los canales secundarios, frecuentemente a cargo de los propios regantes. Sus cualificaciones eran, pues, más específicas y su contacto con los regantes casi cotidiano: su actividad se ejercía permanentemente en el campo y constituía una mediación entre los cargos directores de las acequias y los usuarios del agua. En ocasiones esta mediación incluía la disciplina de los regantes a través de la denuncia de las violaciones de las Ordenanzas y del informe en el posterior proceso a los infractores. Por contra, su proximidad a los regantes podía generar connivencias a juzgar por la insistencia con que los reglamentos penalizaban los "favores" concedidos en materia de agua, horario, etc.
- c) Finalmente, las funciones administrativas y burocráticas, importantes en organismos que agrupaban a miles de regantes, eran cumplidas por empleados cualificados en este sentido: el Secretario (o Escribano) y el Depositario (Colector en Quart, Contador en el Canal del Turia) eran los más importantes, pero en ocasiones existían también Archiveros y Alguaciles. Si la percepción de los impuestos del riego se dejaba en manos de recaudadores a cambio de fuertes fianzas, la contabilidad de una acequia de mediano tamaño era compleja. Tomando como ejemplo el Canal del Turia, vemos que el Contador tenía como funciones: llevar asientos de entrada y salida de caudales; llevar cuentas con los recaudadores y con acreedores y deudores del canal; y establecer un estado de los fondos para cada reunión. Por su parte, la función del Secretario incluía con frecuencia la confección y actualización continua de los libros-padrones de regantes, documentos tan complejos, y desde luego más precisos, que los padrones que la Hacienda pública hacía elaborar a los Ayuntamientos.

Para hacer posible la llegada del agua a una parcela de cultivo se requería, pues, la interacción de buen número de cualificaciones técnicas detentadas por otras tantas personas con ciertos niveles de especialización y destreza. En la mayor parte de los casos, estos empleados surgían de los propios cultivadores regantes y la exigencia estatutaria para ocupar el puesto se limitaba a fórmulas como "labrador de probidad y honradez" (Tormos) o a "poseer conocimientos no vulgares en todo lo

relativo a la agricultura del país" (Real del Júcar)⁷. Una cuestión, por el momento irresuelta, se plantea a este respecto: ¿constituían Síndicos y Acequeros una categoría determinada de labradores legitimados en sus "saberese" por algún grado de éxito en su propia empresa agraria, o por el contrario, la asignación de cargos se hacía en virtud tan sólo de relaciones de poder y clientelismo?

Cabe destacar, finalmente, que si las Ordenanzas constituían la sistematización de "saberese" múltiples, antiguos y cristalizados a partir de una experiencia colectiva, se limitaban, a pesar de su prolijidad –creciente desde la época moderna hasta el siglo XIX– a ordenar y acotar las condiciones en que habían de aplicarse estos conocimientos prácticos: más allá quedaba un amplísimo terreno donde sólo la cualificación de los empleados y sus decisiones sobre el terreno podían determinar los resultados del riego y su mayor o menor eficiencia. En último extremo esta ausencia de especificación apuntaba a la necesaria flexibilidad que la reglamentación debía posibilitar para hacer frente a un medio en continua mutación y donde la adaptación del recurso agua a las condiciones del cultivo estaba sometido a múltiples y variables posibilidades⁸.

3. Los "saberese" de los cultivadores

En la base del sistema organizativo del riego encontramos, finalmente, al cultivador, a quien correspondía la toma de decisiones última en las operaciones: si regar o no, qué cultivos priorizar y, sobre todo, cómo realizar ese trabajo agrícola. Hay que preguntarse, sin embargo, hasta qué punto era plena esta capacidad de decidir si tenemos en cuenta que, además de las estrictamente físicas como la disponibilidad de agua o las características del terreno, el cultivador se encontraba ante dos tipos principales de constricciones. Por una parte, las ejercidas sobre el uso que hacía de la infraestructura colectiva; por otra las impuestas sobre el propio ciclo de cultivo. Veámoslas por separado.

Si, como hemos visto, las funciones de los profesionales del riego estaban estrechamente definidas en las Ordenanzas de cada acequia, éstas establecían también las relaciones de los agricultores regantes con aquellos profesionales, así como la forma de utilizar la infraestructura: todo lo que hacía el regante –y sobre todo lo que no podía hacer– fuera de los límites de su explotación se encontraba reglamentado. Esta reglamentación afectaba a los turnos y duración del disfrute del agua, al buen mantenimiento de los canales y a la necesidad de evitar perjuicios a otros regantes. El acceso de cada cultivador al agua de riego se encontraba predeterminado por la

⁷ En algún caso como el de la acequia de Sueca, se había constituido un Cuerpo de Aspirantes a Guardias Regadores, de donde se iban cubriendo las vacantes producidas.

⁸ Véase, por ejemplo, el grado de ambigüedad cuando se establecía que los regadores debían hacer su trabajo "sin introducir más agua de la estrictamente necesaria" (Real del Xúquer). Refiriéndose a esta misma acequia, el ingeniero británico Moncrieff resaltaba cómo la *discrecionalidad* de las atribuciones del Acequero hacía posible una eficaz asignación del recurso; GLICK, (1991: 29).

existencia de turnos rigurosos que dejaban a lo sumo un escaso margen de opción individual dentro de un mismo día.

El mantenimiento de los pequeños canales secundarios, que bordeaban las parcelas de cultivo, era de una extraordinaria importancia y por ello reciben en las Ordenanzas un tratamiento pormenorizado: los regantes debían cuidar las paredes del cajero, evitar la obstrucción, cortar la vegetación del interior y, en determinados momentos del año previamente definidos, proceder a la limpieza de los depósitos acumulados, tareas todas ellas supervisadas por los empleados de las Acequias. El tránsito y el pasto de los animales en las inmediaciones de los canales, así como la pesca y la caza estaban sometidas a normas. Finalmente, la manipulación de los mecanismos de distribución del agua era especialmente cuidada: cómo abrir las compuertas, boqueras, etc.; en qué condiciones levantar presas dentro de los canales; cómo restablecer la corriente del agua tras el riego; eran algunas de las disposiciones en este sentido. Un ejemplo ilustrará el alcance de estas limitaciones de la iniciativa individual: la prohibición –muy difundida– de regar por desbordamiento de márgenes, procedimiento que permitía al cultivador un notable ahorro en fuerza de trabajo, aspiraba a evitar el derroche de agua, pero obligaba a laboriosos trabajos previos de distribución de hazas, construcción de márgenes, etc., en ocasiones también reglamentados en las Ordenanzas. En último extremo, los diversos aspectos de la reglamentación disminuían la posibilidad de perjuicio de unos regantes sobre otros, en un medio especialmente propicio a ello por las numerosas interdependencias existentes, y tendían, por tanto, a limitar el conflicto: de ahí las frecuentes sanciones de cualquier impedimento a la circulación del agua hacia otros predios, o, por el contrario, de la inundación de parcelas ajenas por negligencia en el manejo de las aguas.

Por lo que respecta al segundo tipo de constricciones, las que afectaban al mismo cultivo de la tierra tenían un alcance menor pero eran especialmente importantes en las zonas arroceras. El territorio irrigado por la Acequia Mayor de Sueca ofrece una buena ilustración de este fenómeno: por contraste con el riego de tierras de huerta donde cada parcela podía ser regada de forma independiente, la inundación de los arrozales se hacía simultáneamente en cada una de las áreas en que se dividía el perímetro. Por tanto, la entrada de agua en las tierras así como su evacuación (riego y drenaje) eran decididas por la dirección de la Acequia y exigían una absoluta coordinación de todos los cultivadores (1300 propietarios regantes hacia mediados de siglo) de quienes se esperaba la puesta a punto de los campos en fechas precisas. Así, la homogeneización de las condiciones del cultivo era amplia, mientras la iniciativa individual quedaba bastante mermada en determinadas operaciones del ciclo agrario.

En conjunto, este encuadramiento de la práctica del riego, acompañado de sanciones económicas precisas, era tanto más necesario cuanto que la operatividad del conjunto del sistema dependía de las acciones de los regantes individuales en un complejo técnico de cierta fragilidad. En contraste con el individualismo propio de una agricultura profundamente penetrada por el mercado, las constricciones impuestas por el sistema de riego configuraban una práctica agraria original donde lo colectivo tenía un papel importante y la disciplina de los cultivadores era una condición necesaria.

Más allá de estas limitaciones, el riego como operación agrícola estaba sujeto al sólo factor de la cualificación técnica de los cultivadores: "C'est affaire de coup d'oeil, de pratique manuelle et par conséquent d'apprentissage", afirmaba un destacado agrónomo francés hacia 1870 (Barral, cit en Mesliand, 1989: 184). Resulta evidente que el cultivo de tierras de regadío exige conocimientos prácticos y destrezas que son bien distintas de las que poseen los cultivadores de otros medios agrarios como por ejemplo, del "dry farming". Sin embargo, en las publicaciones agronómicas y en los tratados de riego del siglo XIX, estas cualificaciones no son especificadas más que en escasa medida: su aprendizaje y transmisión eran puramente prácticos y ello, en buena medida, porque el riego es una operación muy variable según los cultivos, las circunstancias físicas, etc. Si tomamos como ejemplo la frecuencia del riego (vinculada a la "oportunidad" de la operación), uno de los factores decisivos en la práctica de esta agricultura, los manuales eran extraordinariamente imprecisos: "no se pueden dar normas fijas en cuanto al número de riegos" (García Gisbert, 1933: 56); todo dependía, pues, de la apreciación del cultivador a partir de una serie de variables: el cultivo, la fase de desarrollo del mismo, las características del suelo, la época del año, el grado de humedad y la temperatura. La percepción de la necesidad del riego se basaba en síntomas bastante sutiles como el estado de las hojas de la planta (García Gisbert, 1933) y mejoraba cuanto mayor era la familiarización del cultivador con la tierra que trabajaba: la "vinculación territorial" era especialmente importante en este tipo de agricultura.

Por lo demás, la práctica del riego estaba sujeta a multitud de otros factores que resulta imposible contemplar aquí con detenimiento. Los ejemplos abundan: la regulación de la velocidad del agua era importante en el riego de naranjales así como la determinación de la superficie de inundación para no humedecer el pie del árbol; en los semilleros de arrozales, la altura de la capa de agua debía ser tal que evitara que las ondulaciones provocadas por el viento arrancaran las frágiles plantitas; las cebollas habían de plantarse formando un ángulo agudo con el suelo en dirección opuesta a la corriente del agua (García Gisbert, 1933: 116). Son otras tantas muestras de los minuciosos cuidados que exigía el cultivo y que sugieren la existencia de diversos grados de cualificación, cambiantes según sectores sociales (¿quien detenta los "saberes campesinos"?), particularidades locales y zonas con cultivos predominantes distintos.

Del mismo modo que sucede con la incorporación de fertilizantes al suelo, la operación de regar, por sí misma, no exige gran conocimiento práctico, pero los rendimientos del cultivo pueden experimentar grandes fluctuaciones según cómo se practiquen ambas operaciones. Que el "saber" sobre el riego era importante para los resultados finales de la explotación agraria lo señalan diversos testimonios; así, por ejemplo, es lo que apuntaba el agrónomo Bou Gascó cuando recomendaba a los propietarios de naranjales no dejar, por ahorro en salarios, la operación del riego en manos de personal no cualificado (Bou; 1879: 144); o, en el mismo sentido, las dificultades de las plantaciones naranjeras en zonas con ninguna tradición en las prácticas culturales de ese árbol (Pons, 1993: 37-58).

En estas condiciones, no resultará extraña la ausencia, a lo largo del siglo XIX, de propuestas de reforma de las prácticas de riego provenientes de los teóricos de la agronomía. Las consideraciones críticas sobre la forma de llevar a cabo el riego, cuando existen, se refieren bien al excesivo consumo de agua –y entonces la responsabilidad recae sobre las modalidades de distribución (un ejemplo: Peyronet, 1860)– o bien sobre las características técnicas de la infraestructura hidráulica, dejando a salvo las prácticas de los cultivadores⁹. Sólo un episodio durante la centuria supuso netamente una propuesta de alterar la modalidad de riego empleada: los intentos de introducir en los arrozales el cultivo "a riegos" (o arroz de "secano") como forma supuestamente menos onerosa. El fracaso de este intento entre los agricultores, como entre muchos agrónomos que impugnaron el nuevo sistema, se debió a los menores rendimientos respecto al riego por inundación practicado y, en definitiva, a la inadecuación del sistema propuesto a las condiciones concretas del territorio valenciano (Vives, 1833).

4. Cualificaciones y prácticas nuevas en el uso de aguas subterráneas

Con la difusión, en la segunda mitad del s. XIX, de nuevas modalidades de riego, en especial las que aprovechaban aguas subterráneas, el predominio de las cualificaciones prácticas de los cultivadores y empleados de Acequias deja paso a una mayor influencia de los conocimientos técnicos procedentes del ámbito científico, sobre todo cuando la extracción de agua alcance niveles de mecanización complejos. En realidad, las operaciones específicas del riego siguieron dependiendo de los saberes de los cultivadores del mismo modo que hemos visto hasta aquí, pero dos cambios fundamentales se habían producido. Por una parte, la distribución del agua se simplificaba notablemente puesto que el tamaño de los perímetros se reducía de forma drástica: cada captación acuífera abastecía a un solo propietario o, a lo sumo, a un reducido número de ellos y, por tanto, desaparecían las formas de gestión colectivas con sus constricciones y sus diversos niveles de complejidad. Por otra parte, hacían su irrupción técnicas absolutamente ajenas al mundo rural (máquinas de vapor, bombas, canalizaciones metálicas, etc.) y que exigían cualificaciones de nuevo tipo, directamente procedentes del ámbito industrial. Este conjunto de transformaciones técnicas habría de dar lugar a nuevas formas de interrelación entre los saberes campesinos o rurales y los saberes científicos llegados desde fuera.

En principio, los saberes relacionados con el aprovechamiento de acuíferos subterráneos no eran extraños a las sociedades rurales del territorio valenciano. Los pozos dedicados al riego habían sido un elemento presente en el paisaje agrario desde fechas muy tempranas, y los procedimientos de extracción de agua, herencia directa de la tecnología hidráulica árabe eran familiares a los cultivadores aunque constituían, frente a las acequias, un sistema de uso minoritario. El centro de este

⁹ "If the engineer's part was rude and neglected, the cultivator's part was so excellent as to make up for many deficiencies and to produce, on the whole, a most beautifully irrigated plain", Moncrieff, cit. en GLICK (1991: 29).

sistema de riego era la *cenia* construida enteramente en madera y barro, accionada mediante animales y aplicada a pozos de escasa profundidad. Aunque poco complejas tecnológicamente, la construcción y reparación de estos artefactos escapaban a las cualificaciones del cultivador medio e implicaban a determinados tipos de artesanos rurales. (Diz et al., 1989: 175-189)

Marginal hasta el s. XVIII, la expansión posterior de este sistema de riego debió implicar cierta revitalización y difusión de oficios locales como poceros, carpinteros especializados, etc. Y, al mismo tiempo, estimuló la aplicación de nuevas técnicas a la construcción de cениas a cargo, sobre todo, de la industria mecánica que fabricaba, desde mediados de siglo, cениas metálicas de diversas características. La introducción de estas innovaciones no alteraba, sin embargo, el procedimiento tradicional de extracción de agua, por lo cual las cualificaciones exigidas en la explotación agraria no variaron substancialmente: el cambio afectaba, por el contrario, a la sustitución de carpinteros por mecánicos en las tareas de construcción y reparación.

El paso más significativo en la introducción de nuevos conocimientos técnicos y las correspondientes cualificaciones vino con el proceso de mecanización de la extracción del agua: máquinas de vapor accionando bombas, y, con posterioridad, motores de gasoil y eléctricos. Aquí nos encontramos ante una verdadera innovación cuya difusión entre los agricultores siguió el trayecto clásico a través de las publicaciones especializadas, la publicidad industrial y las recomendaciones de individuos autorizados. En efecto, la existencia de las nuevas máquinas, sus características y resultados era conocida, en primer lugar, a través de textos científicos y técnicos como, por citar tres ejemplos, el ya referido *Tratado de aguas* de A. Llauradó (1878), los libros sobre el cultivo del naranjo obra de agrónomos (Bou, 1879; Giner, 1893), o por la propia *Gaceta Agrícola* del Ministerio de Fomento que daba cuenta de los nuevos modelos de bombas y motores. Las propias empresas fabricantes ofrecían informes detallados de sus actividades y la publicidad en revistas especializadas adquiría carta de naturaleza ¹⁰. Sin embargo, la iniciativa con mayor resonancia pública la constituyó, sin duda, la Exposición de motores y máquinas elevadoras de agua (Sociedad Económica, 1880) llevada a cabo en Valencia, con el concurso de catorce firmas fabricantes, en un momento -1880- en que los propietarios "pioneros" habían ya incorporado máquinas en sus explotaciones y se abrían grandes posibilidades de difusión. Finalmente, la voz autorizada de científicos vino también a legitimar los nuevos procedimientos: conferencias como la pronunciada en los mismo años por el naturalista y catedrático en la Facultad de Ciencias de Valencia, José Arévalo Baca ante la Sociedad Valenciana de Agricultura sobre los condicionantes físicos en la extracción de aguas subterráneas ¹¹, no debieron ser raras en el contexto de difusión de las citadas innovaciones; al mismo tiempo, los progresos en el estudio de la geología, además de influir en la práctica del abonado, mejoraban los conocimientos sobre los acuíferos subterráneos (Salavert y Gil, 1987-88; Salavert, 1994).

¹⁰ Como es el caso de las páginas iniciales y finales de la revista *La Agricultura Española* a principios de siglo, o, con anterioridad, la publicidad de la empresa Alexander Hnos. en ILLA (s/f).

¹¹ Archivo General del Ministerio de Agricultura, leg. 166/26.

No sorprenderá, pues, que las primeros receptores fueran grandes propietarios de las áreas de expansión naranjera, no sólo a causa de su disponibilidad de recursos, sino también por sus posibilidades de acceso a una información fundamentalmente escrita y "cultura". A partir de este núcleo inicial (en el que se encontraban hombres social y políticamente influyentes como el Marqués de Montortal)¹² la difusión por el ejemplo fue relativamente rápida en un medio social bastante homogéneo: grandes propietarios residentes en la ciudad de Valencia, que poseían huertos de naranjos muy cercanos entre sí (apenas en un radio de cinco kilómetros entre los pueblos de Alzira y Carcaixent) y con frecuentes contactos familiares, profesionales o mundanos¹³. Sin embargo, la difusión rompió también muy pronto sus límites clasistas y alcanzó en otras zonas a los pequeños propietarios: en 1901 se creaba en Vila-real una asociación para la perforación de un pozo cuyo éxito inmediato sirvió de ejemplo a muchas otras en los años siguientes¹⁴. En este punto de la curva clásica del proceso de difusión de innovaciones, la influencia de la literatura técnica era ya indirecta y el aprendizaje por observación constituía, sin duda, la vía predominante.

¿Cuáles eran y cómo se ejercían las nuevas cualificaciones que exigía el riego mecanizado? De entrada, el recurso a especialistas ajenos a la explotación agraria era ineludible para poner en marcha la instalación. La excavación del pozo requería el concurso de poceros, que trabajaban con el sistema de contratas, y manejaban explosivos y herramientas especializadas¹⁵. Las propias firmas fabricantes –Alexander Hermanos de Barcelona y La Primitiva Valenciana eran las más habituales– se encargaban de los estudios previos, recomendaban la modalidad de maquinaria, y llevaban a cabo el montaje. Con el tiempo, pequeños talleres ubicados en las localidades próximas se encargarían de la instalación y las reparaciones, pero, en cualquier caso, la impronta de la empresa industrial era decisiva. Sin embargo, este flujo de conocimientos industriales hacia el mundo agrario no se produjo sin problemas; así, por ejemplo, la escasez de técnicos y de servicios estatales de asesoramiento al estilo de los existentes, por los mismos años, en la Argelia francesa o en Estados Unidos, era considerada un factor decisivo por el ingeniero L. García Ros, ya entrado en el s. XX: "...los trabajos hasta la fecha se han realizado, casi siempre, sin normas científicas, bajo la dirección de prácticos que carecen de los conocimientos especiales y hasta de cultura general, y por la sugestión de las casas vendedoras de maquinaria, más atentas a sus intereses que al éxito del aprovechamiento. A esta falta de dirección

¹² Que podían constituir lo que JONES (1965: 481) llama "líderes de opinión": una fuente de información legitimada y aceptable para la mayoría.

¹³ Sobre la homogeneidad y los vínculos en el grupo social de los propietarios como factor de difusión de innovaciones: MORINEAU (1994: 46).

¹⁴ "Los labradores, algo desconfiados en el éxito de esta empresa, bautizaron a esta sociedad con el nombre de "Els Atrevits", pues un atrevimiento significaba, hace trece años, comenzar una empresa de este género...[La Sociedad] construyó un pozo a muy poca distancia de la población y cuando comenzaron a regar vieron ya los labradores que esta transformación de cultivo no era patrimonio exclusivo de la gente acaudalada...", documento de la Comunidad de Labradores de Vila.Real, cit en GARRIDO (1993: 424).

¹⁵ "Es relativamente fácil hallar poceros prácticos en las provincias de Valencia y Castellón", JANINI (1911: 8).

apropiada se deben no pocos fracasos, el encarecimiento de muchas instalaciones... y el temor que estas empresas inspiran todavía a los agricultores" (García Ros, 1927: 18). Por otra parte, una decisión de primordial importancia para la obtención de un caudal suficiente, como era el punto de perforación del pozo, continuó basándose hasta bien avanzado el novecientos en las prácticas de los zahoríes, pese a las reiteradas condenas que los ingenieros llevaban a cabo y a la creciente disponibilidad de mapas geológicos.

Por su parte, el papel de los propietarios se veía reforzado en estas modalidades de riego respecto al regadío tradicional, tanto porque, en último extremo, las decisiones sobre las características de la instalación dependían de ellos, como por el hecho de que la elevada inversión y los costes de mantenimiento exigían una contabilidad cuidadosa y, en la mayor parte de los casos, la dirección personal de la explotación. Esta mayor implicación exigía, obviamente, el manejo de informaciones y conocimiento de diverso signo. Finalmente, fue apareciendo también de forma progresiva –a través de un proceso de aprendizaje práctico– un personal especializado en el manejo de las máquinas: una extracción de agua de cierta envergadura como la del Sindicato de Riegos de Poble Llarga requería, a principios del siglo XX, seis empleados: un maquinista principal bien remunerado (un salario/hora tres veces superior al del otro maquinista, lo que resulta indicativo de cierto nivel de cualificación), un segundo maquinista para el riego nocturno, dos fogoneros y dos ayudantes (Janini, 1911: 34). En general, las explotaciones basadas en el riego mecanizado vieron generalizarse la figura del hortelano/maquinista, asalariado fijo residente en la misma explotación, a quien eran confiados el manejo y el mantenimiento diario de la instalación.

CONCLUSIONES

En la agricultura valenciana de la segunda mitad del siglo XIX, las nuevas técnicas se difundieron con relativa prontitud: uso de guanos, abonos minerales y mecanización en la extracción de aguas subterráneas. En todos los casos, la irrupción de estas innovaciones comportaba para los cultivadores la necesidad de cualificaciones y conocimientos también nuevos. En buena medida, estos saberes quedaban fuera del alcance de los campesinos y propietarios al implicar una información científica de cierta magnitud (caso de las condiciones de aplicación de los diversos compuestos químicos a tipos de suelos diferentes) o unos procedimientos y habilidades pertenecientes al ámbito industrial (caso de la instalación y reparación de las máquinas elevadoras de agua). En estas circunstancias, el cultivador perdía parte de la autonomía que tradicionalmente caracterizaba el trabajo de la tierra, y aparecían nuevas y complejas vinculaciones entre el cultivo, los organismos agronómicos con sus diversos profesionales, las industrias química y mecánica, y un conjunto de intermediarios (comerciantes, etc.) y publicaciones.

Pero si en aspectos concretos de la producción los saberes técnicos tradicionales perdían su utilidad, en otros muchos continuaban teniendo un papel central.

Puede afirmarse, incluso, que el proceso de desarrollo económico que coincidió con la difusión de innovaciones no puede atribuirse exclusivamente a ella. Y esto por dos razones fundamentales. En primer lugar porque, si bien las nuevas técnicas exigían nuevas cualificaciones, su aplicabilidad sólo era posible en condiciones de una amplia presencia de cualificaciones tradicionales: el abonado con los nuevos productos industriales no encontró obstáculo en la sociedad agraria porque la práctica de la fertilización era bien conocida por los agricultores, al tiempo que el riego mecanizado no era, fuera de los sistemas de extracción, más que una extensión de las prácticas conocidas. Y en segundo lugar, porque los saberes prácticos de los cultivadores aseguraron una parte importante y hasta mayoritaria de los progresos de la producción agraria. La aplicación de una multiplicidad de modalidades de abonado basadas en materias fertilizantes salidas del propio ciclo agrario o vital de estas sociedades, se mantuvo o incluso incrementó su importancia; adaptadas a cultivos y a condiciones ecológicas locales muy diversas, estas modalidades traducían saberes prácticos transmitidos oralmente (y a lo largo del siglo, crecientemente incorporados a las obras escritas de los agrónomos) y de una gran diversidad local. Por su parte, el regadío, basado mayoritariamente en la distribución de aguas superficiales, se encontraba sujeto a una codificación detallada y en su ejercicio confluían diversas y muy distintas cualificaciones con niveles considerables de especialización. En ninguno de los dos casos se trataba de saberes inmóviles o rutinarios sino profundamente versátiles y en constante transformación (aunque las inercias y la inadecuación de determinadas prácticas existieron y nos merecerán también atención en próximos trabajos). Por supuesto, el papel de estas cualificaciones campesinas no puede entenderse al margen de problemas como el grado de capitalización, la función de la renta o las condiciones del crédito rural (Calatayud y Millán, 1994); la integración de estos aspectos queda también para futuras investigaciones.

En definitiva, la caracterización de las relaciones entre cambio técnico y desarrollo económico no puede hacerse tan sólo desde una concepción exógena de la innovación. Como en otros ejemplos históricos, los saberes prácticos de los cultivadores fueron también origen de mejoras sustanciales en las técnicas empleadas y posibilitaron la aplicación de las innovaciones en condiciones de eficiencia. Se revaloriza así la vertiente endógena del progreso técnico, y la explicación de éste aparece en toda su complejidad.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRICULTURA VALENCIANA, La (1867): pp. 269-270.
- ALGUER, F. (1844): *Memoria y Plan sinóptico de las acequias del río Turia*, en JAUBERT DE PASSA (1844).
- ALLEN, Robert (1992): *Enclosures and the Yeoman. The Agricultural Development of the South Midlands, 1450-1850*, Oxford, Clarendon Press.
- ARDIT, Manuel (1993): *Els homes i la terra del País Valencià (segles XVI-XVIII)*, Barcelona Curial, vol. II.

- BELDA, A. (1860-61): "Sobre el comercio de abonos industriales", *Boletín Enciclopédico de la Sociedad Económica de Amigos del País*.
- BOLENS, Lucía (1981): *Agronomes andalous du Moyen-Age*, Genève, Droz.
- BOU GASCÓ, F. (1879): *Estudio sobre el naranjo, limonero, cidro y otros árboles de la familia de las auranciáceas, que se cultivan en la provincia de Castellón*, Castellón, Imp. de F. Segarra.
- BROWNE, Charles A. (1944): *Source book of agricultural chemistry*, Waltham, Mass.
- BYE, P. et alii (1989): "Les déterminants de l'innovation en agriculture à travers la littérature sur le machinisme et les engrais", *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, 10.
- CALATAYUD GINER, S. (1993): "El regadío ante la expansión agraria valenciana: cambios en el uso y control del agua (1800-1916)", *Agricultura y Sociedad*, 67, pp. 47-92.
- CALATAYUD GINER, S., y MILLÁN GARCÍA-VARELA, J. (1994): "Un capitalisme agrari amb 'rendistes' i 'camperols': una aproximació a la dinàmica de la societat local al regadiu valencià durant el segle XIX", *Estudis d'Història Agrària*, 10, pp.27-56.
- CRISIS ARROCERA, La (1887): Madrid.
- CHAMBERS, Robert et alii, eds. (1989): *Farmer First. Farmer Innovation and Agricultural Research*, London, Intermediate Technology Publ.
- CHORLEY, G.P.H. (1981): "The agricultural revolution in northern Europe, 1750-1880: nitrogen, legumes and crop productivity", *The Economic History Review*, 2, XXXIV (1981), pp. 71-93.
- DIZ, E. et al. , (1989): "Norias, cenias , bombillos y otros aparatos elevadores de agua en el Bajo Segura", *Ayudas a la investigación, 1984-1985*, Alacant, I. Gil- Albert, vol. II, pp. 175-189.
- DUPRE, G. dir. (1991): *Savoirs paysans et développement*, Paris, Karthala.
- FAUCHER, D. (1989): "Routine et innovation dans la vie paysanne", en T. BARTHELEMY y F. WEBER, eds., *Les campagnes à livre ouvert. Regards sur la France rurale des années 30*, Paris, EHESS, pp. 97-112.
- FAUS PRIETO, A. (1992): "Expertos, agrimensores e hidrómetras de la Acequia Real del Xúquer (s. XVIII)", *Cuadernos de Geografía*, 52, pp. 201-227.
- GARCÍA GISBERT, C. (1993): *Cultivos de regadío de Levante*, Madrid, M. Marín y G. Campo eds.
- GARCÍA ROS, L. (1927): "Fomento de los pequeños regadíos y su organización. Cuestiones jurídicas y económicas que plantea la moderna mecánica", en *IV Congreso Nacional de Riegos*, Barcelona.
- GARCÍA SANZ, A. (1974): "Agronomía y experiencias agronómicas en España durante la segunda mitad del siglo XVIII", *Moneda y Crédito*, 131, pp. 29-54.
- GARRABOU, Ramón (1985): *Un fals dilema. Modernitat o endarreriment de l'agricultura valenciana, 1850-1900*, Valencia, Institució Alfons el Magnànim.
- GARRIDO HERRERO, Samuel (1993): *El sindicalisme catòlico-agrari al País Valencià. Cooperativisme confessional millora tècnica i mobilització camperola a Espanya després de la crisi agrària finisecular*, Universitat de València. Tesi Doctoral inèdit, vol. II.
- GINER ALIÑO, B. (1893): *Tratado completo del naranjo*, Valencia.

- GLICK, T. F. (1991): "Estudi preliminar", en Clements R. Markham, *El regadiu de l'Espanya de l'Est (1867)*, Valencia, Alfons el Magnànim.
- HAUBERT, Maxime (1991): "Le retour des paysans: mythes et réalités", *Revue Tiers Monde*, XXXII, nº 128, pp. 725-740.
- HENDRICK, J. (1917): "The Growth of International Trade in Manures and Foods", *Trans, Highland and Agricultural Society of Scotland*, 5th. ser. XXIX (1917), 16.
- ILLA (s/f , circa 1875): *Libro del molinero*.
- JANINI, R. (1911): *Datos de riegos con aguas subterráneas elevadas en la provincia de Valencia*, Valencia, Imp. F. Vives Mora.
- JANINI, R. (1928): *Cómo abonan los agricultores valencianos*, Valencia.
- JAUBERT DE PASSA, F. (1844): *Canales de riego de Cataluña y Reino de Valencia*, ed. facsímil, Madrid, Ministerio de Agricultura, 1991.
- JONES, Gwyn E. (1965): "The Diffusion of Agricultural innovations", en J. BURTON y P.W. KATES, eds., *Readings in Resource Management and Conservation*, Chicago.
- LAZONICK, W. (1987): "Theory and History in Marxian Economics", en Alexander J. FIELD, ed., *The Future of Economic History*, Boston, Kluwer-Nijhoff.
- LIEBIG, J. (s/f): *Les lois naturelles de l'agriculture*, Bruxelles, Librairie Agricole d'Emile Tarlier.
- LÓPEZ GÁLVEZ, J. (1994): "Metodología para la investigación de los patrones de agua y nutrientes en los cultivos bajo invernadero", Seminario: *Ciclos de nutrientes y balances hídricos en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Valsain.
- LLANO , F. (1844-45): "El guano como abono", *Boletín Enciclopédico de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia*, III, pp. 149-151.
- LLAURADÓ, A. (1878): *Tratado de aguas y riegos* , Madrid.
- LORENTE, A. (1899): *Los Abonos*, Madrid, Hijos de M.G. Hernández.
- MacDONALD, S. (1982): "Agricultural Improvement and the Neglected Labourer", en H. WINKEL y K. HERRMANN, eds., *The Development of Agricultural Technology in the 19th and 20th Centuries*, Budapest.
- MATEU TORTOSA, Enric (1993): "Difusión de nuevas tecnologías en la agricultura valenciana, siglo XIX", *Agricultura y Sociedad*, 66, pp. 43-68.
- MATEU TORTOSA, Enric (1994): "Innovaciones y prácticas tradicionales en el abonado de la agricultura valenciana (1760-1936)", Seminario: *Ciclos de nutrientes y balances hídricos en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Valsain.
- MATEU TORTOSA, E. y CALATAYUD GINER, S. (1993): "Los determinantes tecnológicos del cambio agrícola valenciano (1840-1914)", comunicación al Vº Congreso de la Asociación de Historia Económica, San Sebastián.
- MESLIAND, Claude (1989): *Paysans du Vaucluse (1860-1939)*, Aix - en - Provence, Université de Provence, vol. I.
- MILLÁN, Jesús (1990): "L'economia i la societat valencianes, 1830-1914. Les transformacions d'un capitalisme perifèric", en P. RUIZ TORRES, ed., *Història del País Valencià*, vol. VI, *Epoca Contemporània*, Barcelona, ed 62.
- MINGAY, G.E., ed. (1990): *The Agrarian History of England and Wales*, vol. VI. 1750-1850, Cambridge University Press.
- MORICEAU, Jean-Marc (1994): "Au rendez-vous de la "Révolution agricole" dans la France du XVIIIe siècle", *Annales HSS*, nº 1.

- MORINEAU, M. (1985): "Cendrillon devenue fée: la pomme de terre au XVIIIe siècle" y "Révolution agricole. Révolution alimentaire. Révolution démographique", en *Pour une histoire économique vraie*, Lille, Presses Universitaires de Lille.
- MULLIEZ, J. (1979): "Du blé, "mal nécessaire". Reflexions sur les progrès de l'agriculture de 1750 a 1850", en *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, XXVI, pp. 3-47.
- NADAL, J. (1986): "La debilidad de la industria química española en el siglo XIX. Un problema de demanda", *Moneda y Crédito*, 176, pp. 33-70.
- NAREDO, J.M. (1994): "Sobre la reposición natural y artificial del agua y de nutrientes en los sistemas agrarios y las dificultades que comporta su medición y seguimiento", Seminario: *Ciclo de nutrientes y balance hídrico en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Valsain.
- NESBIT, J.C. (1853): *Du Guano du Perou*, Paris.
- ORDENANZAS para el gobierno y distribución de las aguas que riegan la huerta de la ciudad de Orihuela y otros pueblos sujetos al Juzgado Privativo de la misma* (1844) reipr. Orihuela, Imp. Zenón, 1986.
- ORDENANZAS del gobierno de aguas de Sueca* (1874): Valencia, J. Ayoldi.
- ORDENANZAS para el régimen y administración de la Acequia de Carcagente* (1887): Valencia, Imp. M. Alufre.
- PERIS ALBENTOSA, T. (1992): *Regadío, producción y poder en la Ribera del Xúquer (La Acequia Real de Alzira, 1258-1847)*, Valencia, Confederación Hidrográfica del Júcar.
- PEYRONET, J. B. (1860): *Memoria sobre el proyecto de canal del río Júcar*, Valencia, Imp. J. M. Ayoldi.
- POLO DE BERNABÉ Y BORRÁS, F. (1846): *Memoria sobre el guano y su aplicación para varias cosechas en el Reino de Valencia*, Valencia, Imp. B. Monfort.
- PONS, A. (1993): "Un huerto rodeado de secano. Informe sobre el cultivo del naranjo en el País Valenciano a fines del siglo XIX", *Noticiero de Historia Agraria*, nº 6, pp. 37-58.
- ROSENBERG, N. (1979): *Tecnología y Economía*, Barcelona, Gustavo Gili.
- SALAVERT FABIANI, V. L. (1994): "Agronomía en l'obra de Juan Vilanova y Piera", comunicación inédita.
- SALAVERT FABIANI, V. L., y GIL VICENT, V. (1987-88): "Els amilloraments de terres de conreu a la Memoria Geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castelló de Joan Vilanova y Piera (1859)", *Estudis Castellonencs*, 4, pp. 495-534.
- SOCIEDAD ECONÓMICA DE AMIGOS DEL PAÍS (1880): *Album de la Exposición de motores y máquinas elevadoras de aguas*, Valencia.
- THOMPSON, F.M.L. (1968): "The Second Agricultural Revolution, 1815-1880", *The Economic History Review*, 21, 1968, pp. 63-77.
- TRIPP, E.H. & CHEVELEY, S.W. (1939): *A Century of Fertilizer Progress*.
- USHER, A.P. (1923): "Soil, fertility, soil exhaustion and their historical significance", *Quarterly Journal of Economics*, May.
- VIDAL, J. (1991): *Transportes y mercado en el País Valenciano (1850-1914)*, Valencia, Ed. Alfons el Magnànim.
- VILLE, G. (1871): *Los abonos químicos*, León, Miñón.

VIVES Y CISCAR, A. (1833): *Breve noticia del cultivo del arroz cual se halla establecido en el Reino de Valencia dirigida a manifestar los inconvenientes que hay para que se propage en nuestros campos el de la variedad llamada de secano del modo que intenta*, Valencia.

ZANDEN, J. L. van (1991): "The first green revolution: the growth of production and productivity in European agriculture, 1870-1914", *The Economic History Review*, 2 (1991), pp. 215-239.