

recurso. Comprobamos, asimismo, el establecimiento histórico de sistemas de drenaje y riego muy perfeccionados, en cuanto adecuados a las necesidades productivas, aunque carentes de sofisticación. Sistemas y usos relacionados con dos necesidades básicas que plantea el manejo del agua en la agricultura gallega: el control del exceso en los periodos de máximas precipitaciones y el aprovechamiento en los meses de estiaje.

En conjunto, con este trabajo pretendemos ofrecer una primera aproximación histórica a esta cuestión, que ha sido tradicionalmente despreciada en las investigaciones históricas, técnicas o sociales sobre la agricultura gallega, salvo alguna excepción puntual. Tan sólo desde algunos aspectos de la geografía y desde la etnografía, con ricas y detalladas descripciones de usos y aprovechamientos, se ha atendido esta cuestión que aquí pretendemos abordar en términos históricos

1. Marco físico del noroeste peninsular: aguas, clima y suelos

El tópico de la Galicia siempre húmeda es un mal punto de partida para afrontar la cuestión que aquí se plantea, aun siendo cierto que una media de precipitación anual siempre superior a los 600 mm anuales le otorga al país gallego una evidente unidad oceánica, frente a la Península mediterránea y seca. No obstante, es necesario señalar la diversidad del marco físico en el que se desarrollan los sistemas agrarios del noroeste peninsular, territorio en el que se da una peculiar transición climática que define perfectamente un complejo arco de dominios climáticos (Pérez Alberti, 1982: 71) que van desde el oceánico superhúmedo al submediterráneo en función de la situación y el relieve (Martínez Cortizas *et al.*, 1994: 80).

Para definir las condiciones físicas en que se desarrolla el uso del agua en las prácticas agrícolas, es necesario referirse a las temperaturas, las precipitaciones y los suelos. En cuanto a temperaturas y precipitaciones, es útil trazar dos líneas imaginarias desde el NO en dirección SE y S que marcan un incremento de las temperaturas —y en la del SE también de la oscilación térmica— y en el caso de las precipitaciones un descenso en esas mismas direcciones, aunque con mayores variaciones espaciales que en el caso de las temperaturas, avanzando hacia la continentalización en el SE.

El régimen de lluvias se caracteriza, en lo que nos interesa, por su variabilidad estacional y espacial. Las borrascas atlánticas son las principales responsables de un régimen de lluvias que concentra las mayores precipitaciones en los meses de noviembre, diciembre y enero, con precipitaciones algo menos abundantes en invierno (aunque otoño e invierno suman el 70% de la cantidad de lluvia en términos medios) y en una pri-

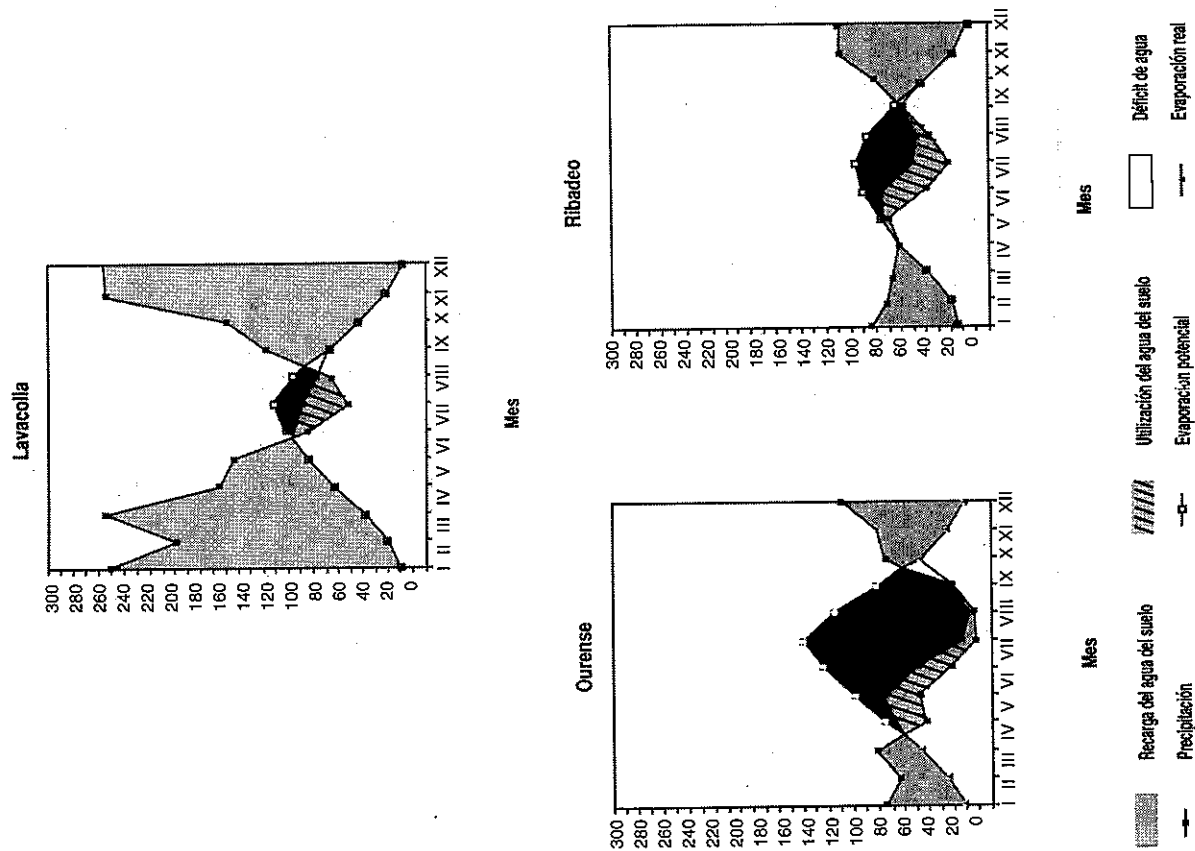
mavera (19%) que anuncia un verano generalmente seco (11%)¹. A las lluvias derivadas de los dispositivos sinópticos generalizados hay que añadir las formaciones nubosas provocadas localmente por los vientos atlánticos. En conjunto, este régimen determina unas precipitaciones medias anuales que rondan los 1.400 mm para el conjunto del país, con muchas zonas que llegan a los 2.000 mm y otras que rondan los 700. Estas cantidades pueden dar lugar estacionalmente y, en función de los suelos, permanentemente a terrenos con exceso de agua que presentan enormes dificultades para su puesta en cultivo. Una descripción muy gráfica de cómo condiciona este exceso de lluvia a la vida en la aldea gallega de principios del siglo XX nos la proporciona Prudencio Rovira (1904: 192):

Gran parte del año el campesino del noroeste hace una vida cuasi anfibia. [...] es una tierra tan empapada por la lluvia, un ambiente tan saturado de agua, que parece constituir un término medio entre el mundo puramente acuático y el terrestre [...]. Esto da origen en la indumentaria campesina a tres prendas típicas: la carocha o carozza, capotón de paja de centeno o de junco, especie de choza ambulante con que el aldeano arrostra los aguaceros cuando se ve forzado a dejar las paredes de su casa; el inmenso paraguas de lienzo colorado, mástil robusto, mango y regarón de bronce, capaz de resistir victorioso todas las ventiscas y todos los diluvios, y los zuecos de madera, rellenos de paja, de forma abarquillada, como hechos para navegar por los caminos de la aldea, transformados en riachuelos con los chubascos invernales.

Junto al exceso en los meses próximos al solsticio invernal, la otra característica que marca globalmente el clima gallego es la fuerte aridez estival que afecta a extensas regiones de Galicia —en mayor medida, valles y depresiones sudorientales y Rías Baixas, pero también las Mariñas coruñesas— y, en general, a todo el noroeste peninsular. Ambas situaciones, exceso invernal y déficit estival, establecen las claves de partida del uso y aprovechamiento de las aguas en la agricultura gallega. En resumen, en términos de contribución estacional debemos destacar que el conjunto del territorio gallego es muy estable, con otoños-inviernos de tendencia húmeda o muy húmeda y primaveras-veranos de tendencia seca o subseca (Martínez Cortizas *et al.*, 1994: 80) (gráfico 16.1 y cuadro 16.1):

¹ Una paremia recoge esta variabilidad con precisión y sus efectos sobre el cultivo: «*Chuvia na Ascensión cría os trigos no mourón; pro e un regalo San Pedro co seu canado, San Cristóbal co seu cabo, Santa Mariña coa súa regazadiña, Santiago co seu canado, San Lourenzo co seu caldeirño penzo, Nosa Señora ca rúa ola e San Miguel co seu tonel*» (BOUZA-BREY, F., 1982: 127).

BALANCE DE AGUA MENSUAL EN TRES CASOS REPRESENTATIVOS,
SEGÚN THORNTHWAITE-MATHER
(RESERVA DE AGUA DEL SUELO DE 100 mm)



Fuente: M. T. Barral y F. Díaz-Fierros, 1996: 244.

VALORES MEDIOS, MÁXIMO, MÍNIMO Y CONTRIBUCIÓN
ESTACIONAL DE LA PRECIPITACIÓN EN GALICIA (mm)

	Media	Máximo	Mínimo	CV
Invierno	500,6	1.241 Barbanza	244 Pumarés	36
Primavera	263,4	599 Fornelos	94 Pumarés	33
Verano	157,7	435 Fornelos	61 Ourense	39
Otoño	492,5	1.330 Barbanza	191 Pumarés	35

CV: coeficiente de variación.

	Contribución (%)	Máximo	Mínimo	CV
Invierno	35,2	42,8 A Cañiza	27,4 Folgueiras	8
Primavera	18,8	25,7 Folgueira	12,3 Rianxo	12
Verano	11,1	16,1 Castropol	6,9 Pedreirño	17
Otoño	34,8	42,7 Guitiriz	27,0 Bugalleira	35

Fuente: A. Martínez Cortizas *et al.*, 1994: 86.

La variabilidad espacial deriva de la situación respecto al litoral, del relieve, la altitud y la orientación. En función de estas circunstancias se definen cinco grandes áreas que resultan de utilidad para definir las diferentes condiciones en que se desarrolla la agricultura gallega en relación con los regímenes de lluvias (Martínez Cortizas *et al.*, 1994: 85): 1. Costa: Rías Baixas, orientadas a las borrascas cálidas del SO, y Rías Altas, orientadas a las borrascas frías; 2. Perilitoral: llanuras y valles fluviales que se encaban hacia el mar; 3. Sierras litorales, centrales y septentrionales (800-1.000 m), que conforman una muralla orográfica para los frentes; 4. Interior cerrado y protegido: llanuras, depresiones y valles fluviales; 5. Sierras orientales y sudorientales (1.500-2.100 m).

En las sierras llueve a barlovento y se crean sombras pluviométricas a sotavento por el efecto föhen. Más allá de las sierras aumenta la continentalización por descenso de precipitaciones, aumento de máximas y descenso de mínimas temperaturas y por una mayor amplitud térmica, generándose un mosaico de microclimas y una considerable variabilidad de precipitaciones en función de las formas del relieve.

Por lo que respecta al último de los aspectos enunciados, los suelos de Galicia se caracterizan por una gran variabilidad en cuanto a su composición y formación, lo que dificulta en gran medida un análisis centrado

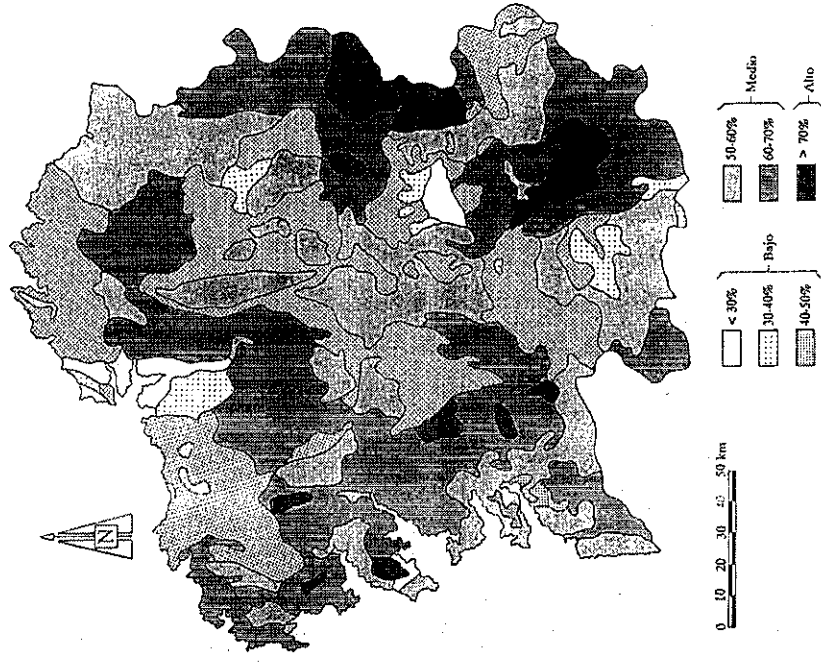
exclusivamente en los mismos. Para el presente trabajo, su estudio debe efectuarse en estrecha vinculación con otros factores, principalmente con los regímenes de lluvias. De ahí, por ejemplo, que la generalidad de los suelos de Galicia se caractericen por las importantes cantidades de agua de infiltración que penetran en ellos en los meses más lluviosos, provocando un fuerte y constante lavado y la pérdida de los compuestos más solubles y de la mayor parte de los iones (Barral y Díaz-Fierros, 1996: 243); por tanto, el proceso normal de su formación es acidificante (Pérez Alberti, 1982: 113 y ss.). Esta acidificación de las tierras de cultivo tan sólo puede ser parcialmente paliada por un considerable aporte de fertilizantes mediante el estercolado tradicional y, más recientemente, por la aplicación de abonos químicos y minerales, como ya se ha explicado en otro trabajo (Balboa López y Fernández Prieto, 1996: 220 y 230).

La disponibilidad de agua para la agricultura tiene que ver con la variabilidad estacional de las lluvias y con el tipo de suelos. Nos detendremos en estos dos factores siguiendo a Díaz Fierros (1971), Pérez Alberti (1982), Martínez Cortizas *et al.* (1994) y Martínez Cortizas y Castillo Rodríguez (1996). En general, el territorio gallego presenta unos regímenes pluviométricos fuertemente contrastados, con un marcado contraste estacional en gran parte de las comarcas –aunque otras como A Mariña e interior lucenses presentan una distribución muy equitativa de la precipitación. El déficit de agua se hace sentir en los meses de abril y mayo por el aumento de la ETP, superando en casi todas las comarcas, con excepción de las tierras altas, a las cantidades precipitadas. Junio, julio y agosto marcan el mayor déficit de agua coincidiendo con el déficit de precipitaciones. En el caso más extremo, julio en las cuencas del Miño y Sil y en las Rías Baixas, el déficit alcanza los 125 mm.

Centrándonos en las disponibilidades de agua para la agricultura, parece interesante atender a la reserva de agua útil (RAU), en cuanto cantidad de agua que almacena cada tipo de suelo en función de su textura, materia orgánica, materiales y profundidad (Martínez Cortizas *et al.*, 1994: 95). Siguiendo a estos autores podemos observar en el mapa 16.1 las distintas áreas de aportación hídrica a los cauces que se pueden distinguir en Galicia atendiendo a los niveles de reserva de agua y los tipos de suelos. Se establece así el balance hídrico en función de las lluvias –y su estacionalidad– y los suelos, acercándonos un poco más a la cuestión del regadío en Galicia. Por una parte, se comprueba la importancia de las precipitaciones pero más aún la de su estacionalidad, evidenciándose grandes diferencias entre comarcas en función de sus precipitaciones medias anuales. En Sarria (interior lucense) –con 1.478 mm– la homogeneidad estacional conlleva una mayor distribución de las lluvias a lo largo del año, mientras que en el caso de Vigo, con unas precipitaciones anuales superiores –1.973 mm– la estacionalidad media-fuerte contribuye a una marcada presencia de la aridez estival. Sin

Mapa 16.1

COEFICIENTES DE APORTACIÓN HÍDRICA A LOS CAUCES FLUVIALES



Fuente: A. Martínez Cortizas *et al.*, 1994.

embargo, no debemos olvidar que los suelos constituyen también un factor decisivo que puede incidir directamente en la cantidad de recursos hídricos disponibles para la agricultura. Un caso significativo es el de la depresión de Monforte (en el interior del país), donde unas precipitaciones muy inferiores a las de otras comarcas –838 mm– y un marcado déficit de agua estival se ven compensados por la existencia de suelos de tipo sedimentario que, como se comprueba en el cuadro 16.2 y en el mapa de aportación hídrica, tienen una mayor capacidad de retención del agua que, por ejemplo, los de carácter granítico que dominan en el SO gallego. Si a estas variables añadimos las explicaciones de carácter socioeconómico, tendremos una mejor visión de la cuestión que nos ocupa.

SÍNTESIS DE VARIOS TIPOS DE SUELOS EN FUNCIÓN DE LOS MATERIALES GEOLÓGICOS DE PARTIDA Y RESERVA DE AGUA ÚTIL

	Horizonte de suelo	RAU (en mm)
Granito	AR	34,15
	AC	73,09
	ABC	127,82
Pizarra	AR	61,42
	AC	100,77
	ABC	186,50
Sedimentario	AC	361,05
	ABC	385,35

Horizontes A, B y C. Sustrato de roca madre R.
Fuente: A. Martínez Cortizas *et al.*, 1994: 93.

Los períodos de estiaje inciden en los cultivos provocando la mayor demanda de este recurso, que en estos meses es menos abundante que el resto del año. Sirva como ejemplo que muchos de los numerosos molinos de los ríos gallegos tradicionalmente han de dejar de moler en verano por estar situados en corrientes fluviales que ven mermar considerablemente su caudal, pero sobre todo porque la preferencia en su uso se deriva al riego de prados o cultivos que, como el maíz, están muy necesitados de agua durante su período vegetativo. Esta presión estival sobre el agua obliga a establecer rigurosos mecanismos de uso —normas colectivas de aprovechamiento—, pero inevitablemente origina también numerosos conflictos. Estos períodos de sequía estival motivan históricamente la difusión o creación de formas de riego en muchas comarcas gallegas (Fumega y Román, 1996: 535). Abel Bohuier (1979: 674), quien mejor ha estudiado el regadío en Galicia, relaciona las formas de riego con la existencia de reservas de agua garantizadas y constata la mayor presencia del regadío estival de los cultivos en el SO y cuenca media del Miño, aunque la misma situación derivada de la aridez estival tienen otras comarcas gallegas como As Mariñas coruñesas, el SE o parte de la Terra Cha lucense, sin que por eso el regadío esté muy desarrollado a pesar de contar también con suficientes reservas de agua².

² Una cuestión que necesita ser precisada es la relativa a las tierras de labradío con regadío en la agricultura gallega: las citadas *corruías*, tierras próximas a las casas en las que se sitúan tradicionalmente los cultivos más intensivos —representaban un porcentaje pequeño de la superficie cultivada; los bancales y terrazas de los valles fluviales y de las superficies con suficiente pendiente; así como las parcelas de las *agras* susceptibles de recibir irrigación. Abel BOHUIER (1979: 673) precisa que las comarcas con más tierras de regadío son, en general, las comprendidas entre el SO y la cuenca media del Miño, con límites en las rías de Noia-Corubión por el NO, en las tierras del Deza (NE de Pontevedra) y Ourense por el centro y en la Baixa Limia por el SE. Con datos del Catastro de Ensenada establece

La definición de estas cuestiones lleva a plantearse un tema aún pendiente en la historiografía agraria gallega, como es el de por qué existen tan marcadas diferencias en la aplicación del regadío a las tierras de labor en el país. Abel Bohuier (1979: 674) deduce de lo anterior que la organización del regadío procede de una inequívoca voluntad campesina, marcada por un fuerte grado de ocupación del espacio y que además exige desde la puesta en marcha de unas determinadas técnicas hasta una organización particular del espacio agrario. El dominio galaico del regadío de las tierras de labor sería, en consecuencia, la continuación de la región portuguesa del Miño, de modo que las prácticas del complejo técnico y humano de la pequeña irrigación progresarían de sur a norte. En favor de esta tesis encontramos alguna información sobre la difusión del cultivo del trébol en Galicia, uno de los más utilizados en los prados artificiales de regadío, que protagoniza en 1874 Villamarín Pereira. Esta planta había venido ganando terreno desde Portugal hacia el norte, asentándose en el litoral pontevedrés y llegando a la altura de Caldas-Vilagarcía a aquellas alturas del XIX (Villamarín, 1874: 51). La coincidencia del límite norte del regadío y la relación entre este tipo de prados y las necesidades de regadío, avalan aquella idea.

Sin embargo, debemos tener siempre presente, tal y como se indicó anteriormente, la incidencia de factores como los tipos de suelos de las comarcas gallegas. De la composición de éstos se deriva una mayor o menor retención de la aportación hídrica, incidiendo directamente en la capacidad de agua útil del suelo, y modificando las condiciones derivadas del régimen de lluvias. Un marcado déficit estival de agua, unido a unas precipitaciones medias anuales moderadas y concentradas estacionalmente, como es el caso ya citado de Monforte, puede ser compensado con la capacidad de retención hídrica de unos suelos de carácter sedimentario. Estos factores físicos pueden explicar, en parte, la ausencia de regadío de las tierras de labor en Monforte, al contrario de lo que sucede en otras comarcas con similares condiciones en cuanto a déficit estival de agua y concentración de las precipitaciones, como es el caso del SO. El conjunto de la explicación debe completarse, siguiendo a Bohuier, con el análisis de las condiciones socioeconómicas —el aspecto demográfico y la ocupación del territorio marcan substanciales diferencias entre las comarcas del O y el E del sur gallego—, contribuyendo a una mayor comprensión acerca de las circunstancias que llevan a hacer imprescindible el recurso al regadío en determinadas zonas.

De todos modos, conviene anotar de entrada que las formas más simples de riego no sólo están relacionadas con la sequía estival, sino también

una comparación con la situación de los años sesenta y comprueba que las variaciones son escasas respecto al siglo XVIII, constando tan sólo una cierta expansión de las tierras de regadío en comarcas del interior gallego.

con la alimentación de los prados; en especial cuando el agua procede de manantiales calcáreos que aportan cal para combatir la acidez, garantizar la humidificación invernal y dificultar que las heladas afecten, sobre todo en las comarcas de montaña y del interior, a la producción herbácea³. Ello permite comprender la extendida forma del regadío invernal, que ha sido mal interpretado en el pasado por los técnicos. Los pequeños canales permanentemente cuidados sirven pues, según el cultivo y la época, tanto para regar como para evitar el encharcamiento y orientar la circulación del exceso de agua.

En cuanto a los cursos fluviales del noroeste peninsular, nos encontramos con que la gran cantidad de ríos y regatos permite disponer de una notable cantidad de recursos hídricos durante la mayor parte del año. La incidencia de todos estos cursos fluviales, junto con las abundantes precipitaciones, contribuyen a crear en el fondo de los valles una espesa capa de depósitos que da lugar a suelos húmedos, cuando no encharcados, muy aptos para prados por las facilidades de riego. De todos modos, el carácter contrastado del relieve, planicies interiores y superficies quebradas próximas a las costas, determina un fuerte condicionamiento del medio físico, por cuanto muchos ríos son de corta longitud y poseen un gran potencial erosivo debido a su abundante caudal y a la velocidad derivada de su pendiente.

2. Uso de las aguas en el sistema agrario gallego.

Consideraciones generales sobre un recurso esencial

En la sociedad rural gallega, hasta mediados del siglo XX, el principal uso del agua estaba vinculado esencialmente a la agricultura, como corresponde a una sociedad con un limitado desarrollo urbano e industrial; y, en todo caso, los usos domésticos e industriales estaban frecuentemente vinculados al agrícola (Fumega y Romaní, 1996: 552-554). Gran parte del agua empleada como fuerza motriz en molinos, batanes y curtidurías, las principales industrias enclavadas en el rural gallego, tenía posteriormente un uso agrícola por medio del regadío; al igual que las aguas de consumo humano, frecuentemente almacenadas y canalizadas hacia las tierras de labor para servir de fertilizantes.

La preocupación por el aprovechamiento de las aguas en la agricultura gallega no es, como se podría deducir de una impresión preliminar basada

en los caracteres climáticos, una cuestión secundaria ni marginal para el campesinado. En un Informe de 1885 del Consejo Provincial de Agricultura de Pontevedra se hace patente esta circunstancia: «Sin meternos en analizar las escasas peticiones de agua para riegos, podemos decir que se debe a la dificultad de aprovechar aisladamente la que circula por los caudalosos ríos puesto que los pequeños caudales se encuentran utilizados hasta con avaricia por el labrador»⁴. Esta observación es extrapolable a otras muchas comarcas del país. Una descripción coincidente hace Nicolás Tenorio (1914/1984: 250-254) pocas décadas más tarde para las tierras de O Bolo en Ourense, indicando que donde hay una corriente de agua aprovechable para el riego, tanto de manantiales como de regueros o pequeños cauces, las tierras se hayan convertidas en prados, bien por la derivación del cauce principal, bien por el almacenamiento en balsas. Similares informaciones se pueden obtener de fuentes orales.

La progresiva intensificación de cultivos que se produce en el sistema agrario en los últimos siglos obliga a aprovechar todos aquellos factores que inciden en el proceso productivo, incluidos por supuesto los recursos hídricos. Es por ello que, en las comarcas de regadío, las tierras de secano o que carecen de agua en abundancia sufren una depreciación creciente, consecuentemente con su menor calidad productiva, mientras que los predios bien regados se ven sometidos a una mayor presión (Vázquez Martínez, 1946: 184). El acceso a la disposición de los recursos hídricos conduce, cuando la presión es excesiva, a disputas entre vecinos que pueden dar lugar, al desbordarse las regulaciones comunales de uso y acceso a las aguas, a conflictos abiertos que llegan en gran número a los tribunales⁵. Estos conflictos no parecen tener una delimitación territorial definida, sino que ofrecen una incidencia similar en el conjunto del país, aunque la presión sobre el recurso tenga que ver con cultivos distintos: el riego del maíz en las comarcas occidentales y el de los prados en Lugo, Ourense e interior de la provincia coruñesa.

La importancia del aprovechamiento de las aguas en el sistema agrario también parece estar avalada por la existencia de numerosos y variados sistemas de repartición de las aguas de riego en las aldeas, con una reglamentación emanada de la propia comunidad campesina para controlar el acceso al recurso.

⁴ *Memoria sobre la situación y reformas del Consejo Provincial de Agricultura, Industria y Comercio de la Provincia de Pontevedra*, 1885. Archivo del Ministerio de Agricultura, Madrid, leg. 253. Debemos esta ilustrativa información a nuestro compañero de equipo David Soto.

⁵ Un acercamiento a esta cuestión para el siglo XVIII, a propósito de los pleitos que llegan a la Real Audiencia de A Coruña, en CANDAL GONZÁLEZ, X. M. (1993). Realmente significativo es que dentro del conjunto de pleitos recogidos en el Archivo Histórico do Reino de Galicia en relación con las aguas destaquen sobremanera aquéllos referidos a la *perturbación en la posesión y aprovechamiento de las aguas* en segundo término nos encontramos con aquellos pleitos provocados por los *prorrateos de aguas*.

La práctica del regadío en Galicia, no en la extensión que adquiere en los últimos siglos pero sí en sus fundamentos, data por lo menos de la Alta Edad Media, según Bohuier. Ya en el siglo IX se constata en toda la cornisa cantábrica la existencia de molinos hidráulicos con presas que tendrían, como hasta el presente, la doble función de servir para mover los ingenios molineros y para derivar agua de riego a las tierras colindantes. Esta solución es debida a que la torrencialidad de los cursos de agua impide en algunos casos aprovechar directamente la corriente como fuerza motriz, lo que obliga a la construcción de una presa en un tramo del río y a la desviación y canalización de una parte del caudal. Una obra considerable en el horizonte tecnológico campesino que da lugar a unas instalaciones que se convierten en bienes muy preciados, como demuestra el hecho de estar casi siempre monopolizadas por los señorios, con preferencia de los eclesiásticos (Cuadra García, 1991: 291). Los dominios del riego artificial en la agricultura se extenderán progresivamente; si hasta inicios de la Edad Moderna se concentra en las *veigas* y *hortas* familiares y se destina a cultivos muy exigentes como la vid, la expansión del maíz y de los prados y la progresiva intensificación contemporánea irán ampliando su dominio.

En los valles de la montaña luguessa, considerados habitualmente como una zona de más tardía intensificación, ya había a mediados del XVIII muchas tierras de labradío *acortinadas* produciendo cada año una cosecha de maíz y trigo o centeno, que debían de gozar de alguna forma de regadío (Saavedra, 1991: 47). Y lo mismo se observa para zonas del interior de Lugo (Villares, 1982: 190-191).

Aunque no hay todavía investigaciones que puedan demostrarlo, puede conjeturarse que la extensión de las prácticas de riego sería una contribución imprescindible a la articulación de este sistema agrario basado en el policultivo intensivo, combinado con una importante cabaña ganadera, y dependiente de una considerable superficie de tierra a monte que proporciona recursos esenciales —incluidos también importantes recursos acuíferos— para el mantenimiento del complejo agroganadero. Un proceso en el que hasta bien avanzado el siglo XX no interviene la innovación científico-técnica y que sigue otros itinerarios de cambio tecnológico, locales y ajenos a los dominantes (Fernández Prieto, 1992: 39); que estuvo fundamentado, por tanto, en el impulso de los medios técnicos tradicionales y en el aprovechamiento de los factores endógenos disponibles, fuesen técnicas de trabajo de la tierra, sistemas de rotación, fórmulas de fertilización, etcétera.

Entre estos factores, superando el descuido de la historiografía agrarista hasta ahora, es preciso reparar en el manejo de los recursos hídricos, cuyo concurso es imprescindible para la intensificación. En caso contrario, no son comprensibles los altos rendimientos que se consiguen en el cultivo del maíz en las Rías Baixas y O Salnés, ni la notable expansión de las

superficies pratenses y los cultivos forrajeros en toda Galicia, y en especial en las comarcas del interior. En el siglo XX, cuando la intensificación agroganadera se beneficia más claramente de las innovaciones técnicas que se difunden en todo el continente, el aprovechamiento de las aguas sigue siendo una cuestión central. Se acelera ahora la expansión de los cultivos pratenses y forrajeros y se mantiene la conflictividad alrededor de los recursos hídricos, que siguen siendo manejados con técnicas endógenas —sólo a mediados del siglo XX alcanzan relevancia las técnicas de extracción de aguas subterráneas— ajenas a los procesos de innovación tecnológica que se constatan en algunos sectores.

3. Las superficies pratenses y el uso de las aguas

La expansión de las superficies pratenses y los pastos es una constante desde mediados del siglo XVIII, en estrecha relación con el incremento de la cabaña ganadera, dando lugar a una de las características más destacadas del agro gallego actual: la especialización ganadera. Este proceso dio lugar a que los prados, con una producción que en el siglo XVIII se valoraba como inferior a la del labradío, se fueran convirtiendo en uno de los componentes más apreciados de la explotación campesina gallega (Saavedra, s/f: 197) y, en general, de la cornisa cantábrica (Domínguez Martín, 1995: 52)⁶. Este incremento de prados y pastizales era ya una vieja demanda de los ilustrados gallegos para mejorar la cabaña ganadera, considerando una de las principales fuentes de riqueza del país. La reclamación de los técnicos se mantendrá en las centurias posteriores, aunque iniciando en mayor medida en la defensa de los prados artificiales, casi desconocidos a finales del siglo XIX y que se desarrollan lentamente hasta mediados del XX. Por distintas vías el movimiento tendente a acrecentar la producción de hierba y pastizales y otras producciones forrajeras es desarrollado por los labradores, con una especial incidencia —aunque no exclusiva— en las tierras del interior⁷.

Pegerto Saavedra establece un marco claro respecto a las distintas soluciones adoptadas en el agro gallego para la manutención del ganado. El aumento de las superficies pratenses es un hecho que se constata en la

⁶ Este mismo autor recoge un refrán muy expresivo al respecto: «no orto e no prado, aínda que nuncais quepa un boi detido». Esta extraordinaria valoración es la que provoca que, por ejemplo, en Os Ancares la parcelación afecte en gran medida a las tierras dedicadas a hortalizas y prados, que en muy pocas ocasiones rebasan el ferrado de superficie (GONZÁLEZ REBOREDO, X. M., 1990: 44).

⁷ Una notable visión de conjunto del tema en SAAVEDRA, P., s/f: 196-198, donde se hace referencia a distintos estudios comarcales que aportan información sobre la ampliación de las superficies pratenses. Acerca de la problemática de las aguas en los siglos XVIII y XIX, consultar SÁNCHEZ REGUEIRO, A., 1997.

práctica totalidad del país, pero con una especial incidencia en el interior y en el litoral cantábrico, «toda vez que en la Galicia occidental el campesino adoptó una solución diferente para sostener y mejorar la ganadería, consistente en sembrar hierba —*herba de Vigo*— entre cosecha y cosecha de maíz» (Saavedra, s/f: 197). El cultivo de forrajes verdes tiene una presencia más limitada en las comarcas de montaña. La explicación a esta divergencia tiene una evidente base en aspectos de carácter socioeconómico —grado de intensificación de los cultivos, ocupación del espacio agrario, etc.— pero también en otros de marcado cariz físico. Las zonas de la Galicia actual donde la superficie de prados —naturales y artificiales— es superior a la de labradío (Pérez Alberti, 1982: 169) coincide en gran medida con las comarcas que presentan mayores índices de precipitaciones y una menor estacionalidad, teniendo como consecuencia que el aporte de humedad —en forma de lluvias o nieblas estivales, con la consiguiente menor radiación— es más o menos constante a lo largo del año (Martínez Cortizas y Casillo Rodríguez, 1996: 137). Debemos tener en cuenta que las plantas forrajeras y pratenses poseen raíces que alcanzan escasa profundidad, con lo que la capacidad de retención de agua de los suelos tiene una menor incidencia en este caso.

Como vemos, las soluciones adoptadas para incrementar las producciones herbáceas pueden diferir, pero la presión sobre el uso del agua marca, en la línea del presente trabajo, las distintas variantes. Por una parte, los cultivos forrajeros se beneficiaban del regadío aplicado en el SO a otros cultivos, entre ellos el maíz, y, por otra, el riego artificial representa un factor casi imprescindible en el establecimiento de prados. Según L. Crespi y L. Iglesias (1929: 128-129) en la comarca de Ancares no se establecen prados sin tener garantizado un regadío prácticamente permanente; esta necesidad de contar con agua lleva a que los prados suelen establecerse en las encañadas con arroyos. La misma constatación, para la misma comarca montañosa, establece setenta años después M. González Reboledo (1990: 39-41). Ambas investigaciones confirman pues la importancia que se concede a los aportes de agua a los prados, cuando y donde la extensión de prados se realiza por medios tradicionales y sin aportación de fertilizantes minerales o químicos.

La importancia que llegan a alcanzar los prados dentro de la economía campesina queda constatada en diversas obras de comienzos del siglo XX. Según Valeriano Villanueva (1926: 354) y Nicolás Tenorio (1914: 250), en el primer tercio del siglo XX las superficies de prados regables se pagaban al doble, e incluso más, que las tierras de labradío. Muy importante es la observación que realiza Tenorio respecto a estos precios, ya que indica que la tierra destinada a prado en Viana es de buena calidad, aunque la diferencia de valor está más relacionada con la importancia del ganado para la economía campesina.

El proceso de expansión de las superficies pratenses al que nos estamos refiriendo debe incluirse dentro del ya señalado marco general de permanente intensificación de los cultivos que tiene lugar en la Galicia contemporánea. De ahí que gran parte de las apropiaciones y privatizaciones de monte pasaran a convertirse en prados y pastizales. Pegerto Saavedra indica que «en la segunda mitad del siglo XVIII los cierres parecen un hecho generalizable a toda Galicia», y que «estas transformaciones no se efectuaron sin problemas, engendrados ora por cierres ora por el aprovechamiento de aguas» (1982: 207 y 210-211). Este mismo autor sostiene que el proceso de cierres se vio acompañado de otro consistente «en reducir a prado parcelas que antes andaban a labradío», indicando que «este cambio afecta a buena parte de Galicia». Pero gran parte de la cuestión radica, como bien apunta Saavedra, en medir el proceso, en conocer el alcance real de las conversiones en prados y pastizales (s/f: 197; 1985: 189). Investigaciones como la que está realizando David Soto (1997) para el caso gallego nos ayudarán mucho en este cometido⁸. No se debe olvidar, por último, el carácter más social del fenómeno, analizando en la medida de lo posible a los protagonistas del proceso de transformaciones —Villares (1982: 200-201) y Saavedra (1985: 188-190) apuntan algunos datos e ideas al respecto.

En cuanto al dominio de las aguas, las expresiones más utilizadas para referirse al mismo son del tipo de *posesión continuada inmemorial* o *uso no interrumpido*, en clara referencia a una legitimación con base en la tradición y en la costumbre. Hay que tener en cuenta que también eran relativamente frecuentes las fuentes y pozos de propiedad particular, vinculados a la tierra en la que se encontraban y para aprovechamiento exclusivo de su propietario o arrendatario. Sin embargo, es habitual encontrarse con que estos manantiales terminen por ser usados por una comunidad de herederos. El análisis de la vinculación entre propiedad de la tierra y propiedad del agua en el sistema agrario gallego presenta una cierta dificultad, siendo distintas las informaciones al respecto. Según el jurista Alfredo García Ramos (1912: 37) y Xaquín Lourenzo (1979: 192) las aguas son inherentes a la propiedad, sin conocerse casos de enajenación con independencia de la tierra; puede decirse que las dos propiedades marchan juntas. Sin embargo, en organizaciones tan perfeccionadas como las *leuadas* de Arbo (Pontevedra), la cuestión adquiere mayores matices. Se reconoce la unión de las dos propiedades, lo que queda de manifiesto en la venta o arriendo de la tierra, pero al mismo tiempo el sistema permite, por un lado, el trasvase de agua entre fincas de un mismo propietario —lo que facilita atender a las necesidades de cultivo de cada una— pero también se contempla la venta del agua

⁸ En general, la evolución de los cierres parece más clara, pero no así la cuestión de la conversión de tierras de labradío en prados.

independientemente de las tierras (Vázquez Martínez, 1946: 177). Todo esto, por otra parte, no deja de evidenciar la perfección que la organización del regadío llegó a adquirir en algunas comarcas gallegas.

En definitiva, parece claro que es el derecho consuetudinario, que en algunos casos puede recogerse en escritura, lo que marca y determina el aprovechamiento de las aguas en el sistema agrario gallego, con un notable predominio del carácter comunitario —de herederos o vecinos— y, asimismo, una presencia significativa de la propiedad particular. Fácilmente se puede comprender que la diversidad de estos derechos diese lugar a no pocos conflictos, casi siempre por una variación en su aprovechamiento tradicional o por una mayor presión sobre el recurso.

En cuanto a los distintos sistemas de repartición de las aguas, por lo general todos están basados en el tiempo y en la superficie a regar, dividiendo las aguas disponibles en relación con la cantidad de tierras; delimitando las fincas por las que se inicia y acaba el riego; el momento del año, y del día, en el que comienzan y terminan; el aprovechamiento de los *decursos* o sobrantes en función de la inclinación del terreno, etc. Se procura no dejar nada sin regular y atajar así, en la medida de lo posible, la aparición de conflictos. Para estos casos en algunos sistemas incluso se contemplaba la posibilidad de designar un perito local, con el mutuo acuerdo de todos, para que mediase e intentara de esta manera alcanzar una solución en el marco de la comunidad, sin recurrir a las instancias judiciales. Sin embargo, los conflictos fueron inevitables y constantes, aumentando según se incrementaba la intensidad y presión sobre el recurso y llegando en muchos casos a desbordar los cauces preestablecidos por la comunidad campesina.

Respecto al uso del agua para regadío, las tierras que no disponían más que del recurso comunal tenían que aprovechar bien los días, e incluso las noches, que tocaban en suerte, sobre todo si la aridez estival era muy pronunciada. El riego de las superficies praterenses se hacía llevando el agua a la finca por medio de tapar y abrir las *canles* precisas, operación en la que se utilizaba la *aixada* para mover los terrones y piedras. Los prados tenían en su cabecera un cauce y de él salían otros *regos* más estrechos, las *birtas*, estructura que se repetía muchas veces, a la inversa, en la parte baja del terreno con el objeto de facilitar la salida del agua sobrante y el drenaje en los meses de lluvia.

Bastante antes de llegar el tiempo del estiaje, y en consecuencia de la mayor actividad relacionada con el regadío, los trabajos de riego adquirieron importancia dentro de los quehaceres campesinos. La conservación de los sistemas de riego comunales era una tarea de todos, debiendo contribuir con el trabajo personal o con el sostenimiento de los jornaleros empleados. Sin embargo, cada cual tenía que atender sus propiedades, preparándolas para recibir las aguas. Las labores comenzaban en el mes de enero con la limpieza

de los prados y el arreglo de los cauces que servían para llevar las aguas (Lorenzo, 1979: 189; Fernández Oxa, 1982: 192; Saavedra, 1991: 42). Esta actividad de «*ir en ós regos*» para la preparación de los prados es uno de los trabajos imprescindibles cada año para el grupo doméstico. Durante los meses de abril y marzo se recogían en los prados los *outonos*, las primeras hierbas que se daban en verde al ganado. Un buen prado podía proporcionar tres o cuatro siegas de esta hierba cada año y los de menor calidad se utilizaban como pasto. Después se dejaba crecer la hierba hasta el mes de julio en que se realizaba la siega para recoger el *feno* con el que alimentar el ganado durante el invierno. Durante estos meses continuaban los riegos, el principal trabajo que requerían los prados en este período. A partir de la siega la finca era utilizada para pasto del ganado, hasta que con la llegada del invierno se reproducía el ciclo (Lorenzo, 1979: 255-262).

En los pozos de propiedad particular el agua se extraía con un *camón* o *bimastro*, aprovechándola mientras no se agotaba, lo que no era impedimento para que se utilizase también el agua comunal correspondiente (Lorenzo, 1979: 202). A estos aprovechamientos individuales también hace referencia Prudencio Rovira, quien cita los «cigüñales» emplazados entre el maíz para el riego (1904: 192), y Fernández Oxa, indicando que de las fincas con pozos propios se sacaba el agua mediante unos instrumentos llamados *armadillos*, que constan de un poste en el que se apoya el *camón*, que lleva en un extremo el *lareiro* y en la punta contraria una piedra de contrapeso (1982: 204). Los pozos constituyen, por lo tanto, uno de los métodos de extracción y obtención del agua para riego, como vemos bastante vinculados a un aprovechamiento particular, aunque también se encuentran con un carácter comunal. La extracción se realizaba casi siempre mediante técnicas simples —roldanas, cadenas, cambones, etc.—, por cuanto estos pozos eran de escasa profundidad y estaban a ras de tierra. Algunos autores reconocen el empleo de otras técnicas de extracción más perfeccionadas, como norias (Risco, 1933: 356) o bombas de mano —las de motor llegarían en los años cincuenta del siglo XX— (Fumega y Román, 1996: 538)⁹. Lo más habitual era que el agua extraída se vertiese directamente en la tierra, haciéndola circular por los cauces excavados en el terreno.

Sin embargo, los pozos no representaban más que una pequeña parte del aprovechamiento de las aguas para riego. Las *pozas* y las pequeñas presas sobre ríos y riachuelos constituían los principales sistemas de almacenamiento. La utilización de los ríos podía suponer en muchos casos un cam-

⁹ Xaquín LORENZO hace referencia a un llamativo fenómeno técnico, que no es ni más ni menos que reflejo de lo que muchas veces sucedía con la tecnología exógena en el campo gallego: «*Nas casas de certa importancia económica úsanse de core bombas mercadas nas tendas, sendo curioso o feito de que hai algúns anos comezaron a aparecer bombas de madeira, feitas polos nosos carpinteiros a imitación das de ferro, mais deberon de dar pouco rendimento porque foron desaparecendo pouco a pouco*» (1979: 140).

bio en la escala de intervención, siendo imprescindible la colaboración del colectivo por la mayor complejidad técnica y la exigencia de mayores recursos humanos y económicos para su puesta en marcha y su sostenimiento. Los ríos importantes, con un caudal constante que resistiese el estiaje, eran los más adecuados para este tipo de actuaciones. Es el caso del río Cea en Arbo, del que se aprovechaban sus aguas mediante el almacenamiento en diversas presas (Vázquez Martínez, 1946: 173). Pero el recurso a los cauces fluviales también podía revestir un carácter individual. X. Lourenzo hace referencia a que los mismos camiones empleados en los pozos también se podían encontrar en las orillas de los ríos para aprovechar las aguas de las corrientes: se armaba una plataforma donde se colocaba la persona y desde allí se enviaba el agua por medio de un canal a la finca que lo requiriese (1979: 142).

El otro gran sistema de aprovechamiento colectivo de las aguas eran las *pozas*, que se llenaban mediante la captación de corrientes naturales o minas de dominio comunal y excavadas con este fin. Incluso las aguas sobrantes de las fuentes de uso doméstico eran muchas veces almacenadas en *pozas* para el riego (Lourenzo, 1979: 151). Contaban con una amplia difusión espacial, siendo comunes a todas las comarcas del país. El agua se llevaba a estas reservas mediante canales hechos con este fin y se almacenaba hasta su uso en el riego de prados y cultivos, momento en el que entraban en juego los diversos sistemas de gestión del recurso. Eran construcciones de carácter popular que variaban mucho en tamaño y forma, adaptándose a su emplazamiento y capacidad; sus estructuras normalmente estaban excavadas en el terreno y cerradas con muros de mampostería (Mateo *et al.*, 1996: 85). En su perímetro solían tener un *bordadoiro*, para que vertiese el agua sobrante, que normalmente era recogida en otra *poza* (Lourenzo, 1979: 188). Al contrario que en el caso de los pozos, era este tipo de construcciones el que revestía un evidente carácter comunal (Tenorio, 1914: 251-252 y Mateo *et al.*, 1996: 86).

Los sistemas tradicionales de riego presentaban, en su mayor parte, un asentamiento y organización que difícilmente admitía variaciones sustanciales. Trastocar los usos de las aguas podía representar grandes problemas y conflictos. Así ocurría, por ejemplo, con las *levadas de Arbo*, donde se intentó en diversas ocasiones cambiar los turnos establecidos para aumentar el ciclo de días —en lugar de los siete de la semana pasar a ocho y repartir proporcionalmente esas veinticuatro horas de más entre todos los regantes. Una medida que en principio podía ser beneficiosa para el sistema de cultivos no pudo llevarse a cabo por el recorte que significaba en el aporte de agua para los ingenios de los molinos —utilizaban la misma agua como fuerza motriz—, perjudicando unos «derechos tradicionales» (Vázquez Martínez, 1946: 175). Queda claro que la poca flexibilidad del sistema era una garantía para los privilegiados por el mismo y que los cam-

bios no eran admitidos con facilidad. El carácter inmemorial de los aprovechamientos, tal y como indica Pegerto Saavedra, dificultaba las transformaciones, y de ahí que ordenanzas como las de Cotovade, de 1595, prohibiesen tajantemente a los vecinos romper las presas de agua antiguas¹⁰.

Pero no sólo los intentos por mantener inalterables los regadíos con una cierta organización provocaban disputas. También el aprovechamiento de aguas sin un uso tradicional definido podía ser origen de conflictos, bien fuese por problemas para acceder al recurso y captarlo o incluso por las servidumbres que se veían alteradas con los cambios. Lo más habitual era encontrar en las aldeas y parroquias varios de los sistemas descritos en plena convivencia, cada uno contribuyendo al aprovechamiento de las diversas formas en que se presenta el recurso. En este sentido, los aprovechamientos individuales compensaban y enriquecían a los de carácter colectivo.

4. El uso del agua en el cultivo del maíz en Galicia

4.1. El proceso de expansión del maíz dentro del sistema agrario gallego

La introducción del maíz en tierras gallegas, un fenómeno asentado a partir de comienzos del siglo XVII, estuvo desde el principio estrechamente vinculada a las redes de riego ya existentes. Las grandes exigencias hídricas del nuevo cereal hacían que tuviese que ser cultivado en tierras con un elevado nivel de agua subterránea o que pudiesen ser regadas con facilidad. De ahí que comenzase siendo un auténtico cultivo de huerta —sembrado en las *cortiñas*— y que a continuación pasase a ocupar las parcelas más húmedas de los valles. Ya en pleno siglo XVII el maíz pasa a extenderse fuera de las superficies de regadío, ocupando tierras de secano y desplazando en parte a otros cereales —*milho múdo*, cebada.

En definitiva, estamos ante el conocido proceso de expansión del maíz en la agricultura gallega, bastante vinculado en un principio a los sistemas de regadío preexistentes y que, en los siglos siguientes, continuaría siendo en determinadas comarcas un cultivo eminentemente de regadío, pero que también contaría con una fuerte implantación en las tierras de secano. Incluso en los valles de la montaña luguesa, muchas veces considerada con un escaso desarrollo agrario respecto al resto del país, había a mediados del siglo XVIII muchas tierras de labradío, en algunas parroquias incluso la mitad, *acortiñadas*, produciendo cada año una cosecha de maíz y trigo o centeno (Saavedra, 1991: 479), y es probable que la mayor parte de estas

¹⁰ SAAVEDRA, P., 1982: 210. Este mismo autor cita el *Derecho Práctico* de Herbella de Puga en el que se advierte, al hablar de las servidumbres, que «en muchos casos sin obra de parte del que intenta prescribir no se adquiere servidumbre manuténible por menos tiempo que el inmemorial: como el agua».

corriñas contasen con alguna forma de regadío. Pero el maíz, a pesar de su notable expansión, no alcanzó en las tierras del interior y de la montaña lucense el desarrollo que presentaba en las comarcas del SO gallego, donde se estableció una beneficiosa rotación de maíz, nabos y cereal de invierno. En el resto del país progresa con lentitud (Saavedra, 1985: 171-178).

La implantación que alcanza el maíz en las comarcas del SO gallego, dentro de un evolucionado sistema de policultivo intensivo, debe estar en gran medida relacionada con la agricultura de regadío que tenía lugar en la mayoría de las tierras de labradío de esta zona, intensificando de esta forma todo lo posible los rendimientos de la tierra. Así lo atestigua, por ejemplo, Valeriano Villanueva, quien señala a comienzos del siglo XX que en las comarcas del litoral, y en general en las tierras bajas, el maíz se cultivaba en regadío en la parte occidental del país, y en secano en el resto de la zona marítima (1926: 386). Este mismo autor indica que en las tierras regadas se intercalaba hierba *-vallico y xoi-* para que al recoger el maíz quedase un prado artificial con el que alimentar el ganado en otoño y en invierno. En el secano se intercalaban *fabas* entre las plantas de maíz.

La aplicación de técnicas de modificación del balance hídrico permitiría, en definitiva, la obtención de mayores rendimientos en el cultivo del maíz, diferenciando netamente las comarcas de labradío con regadío de aquellas en las que el cultivo se realizaba, esencialmente, en tierras de secano. Un buen ejemplo de esto es el debate establecido en los años veinte del siglo XX con respecto de la viabilidad de las semillas híbridas de maíz promovidas por Cruz A. Gallástegui Unamuno, quien veía en ellas, junto con otras mejoras en los cultivos, la vía para conseguir una reducción de la superficie agrícola destinada a este cereal *-sin que descendiese su producción-* y dejar tierras libres para los prados artificiales y los cultivos forrajeros tan demandados en la época. Sin embargo, otros técnicos agrarios fueron muy críticos con estos ensayos realizados en tierras pontevresas. Entre ellos Valeriano Villanueva, quien afirmaba que esos híbridos eran un auténtico cultivo de huerta de regadío (Cabo, 1997: 147). Ricardo de Escuriaga, ingeniero y director de la Escuela Agrícola de A Coruña, indicaba que en el caso de un verano seco estos híbridos, que tienen un largo período vegetativo, «necesitan del riego, lo que no es corriente aquí» (citado en Cabo, 1997: 146). Con este «aquí» se está refiriendo a la provincia de A Coruña y a toda la costa centro y norte gallega, evidenciando de forma clara las diferencias de unas comarcas con otras respecto al uso o no del regadío en el cultivo del maíz.

Es en el SO gallego, que Bouhier denomina como el ámbito del regadío, donde en primer lugar y con más intensidad se producen los cambios que afectan al conjunto de la agricultura gallega contemporánea desde mediados del siglo XVIII: introducción de nuevos cultivos, intensificación de las rotaciones, perfeccionamiento del régimen de policultivo-ganadería,

mayor y mejor aprovechamiento de los recursos *-entre ellos los hídricos-* y una notoria mejora en los rendimientos. Se puede pensar, por tanto, que el mayor, y más ordenado, uso que se hace de las aguas en estas comarcas *-junto con los demás factores indicados-* se encuentra en estrecha relación con las características de su entramado social y económico. En otras palabras, la búsqueda de mayores rendimientos podría ser más acuciante en unas zonas que en otras, bien fuese por el planteamiento demográfico de Bouhier y/o por otras razones. Esto no implica, como ya se indicó, que en el resto del país no se produjesen los mismos cambios, aunque a una escala menor y más tardíamente. La escasa importancia de las tierras de labor regadas fuera de la zona indicada puede obedecer, en consecuencia, a una menor necesidad en el uso tan intensivo de los recursos de la naturaleza. No obstante, debemos tener presente que, en el caso del cultivo del maíz, la ausencia de riego artificial no implicaba que a la hora de su cultivo no se tuviesen en cuenta los recursos hídricos, como ocurría, por ejemplo, con la búsqueda de un buen manejo de las aguas pluviales, bien fuese en el trabajo de la tierra, en el abonado de la misma y, por supuesto, en la determinación de la siembra, la recogida de la cosecha y demás labores precisas.

4.2. Los modos de cultivo del maíz y el manejo de las aguas

El análisis de los modos y técnicas del cultivo tradicional del maíz en Galicia, nos permitirá tener una aproximación a las modificaciones que se realizaban en el balance hídrico de los suelos, mediante el uso del regadío y las aguas pluviales o bien con la ejecución de obras de drenaje, control de la escorrentía, etc. Las diferencias entre las distintas comarcas se evidencian aún más al abordar estas cuestiones. En el caso del maíz, los distintos modos en los que se realiza su cultivo, condicionados siempre por factores como el medio y la ocupación y organización humana del mismo, no deben apartarnos de la visión de conjunto del sistema agrario gallego, enmarcado en un contexto de cambio e intensificación en las rotaciones de cultivos, el maíz es, sin duda, uno de los elementos configurantes de los procesos de transformación que experimenta la agricultura gallega contemporánea.

La información más valiosa acerca del cultivo del maíz nos la proporcionan los etnógrafos e investigadores del primer tercio del siglo XX y las fuentes de carácter oral. X. Lourenzo describe el proceso general que se sigue para proceder al riego del cereal, refiriendo algunos de los sistemas empleados y las técnicas: comienzan los riegos esparciendo el suelo de paja y helechos para que el agua no se lleve la tierra fértil (1979: 202). Con esta práctica, que también recogen Crespi e Iglesias para tierras de Os Ancares (1929: 129), vemos cómo dos elementos fertilizadores de primer orden, el

agua y el abonado en verde, se combinan de modo que la interrelación entre ambos potencie sus beneficios: se impide, o cuando menos se disminuye, el arrastre de materias y el lavado de la tierra —fenómeno de muy considerable incidencia en el agro gallego— y se facilita una descomposición más rápida del estiércol.

Esta técnica guarda una clara relación con la preferencia que existía por el aprovechamiento de las denominadas «augas con gracia»: aquellas que previamente habían discurrido por las aldeas y que contaban con un aporte de fertilizantes considerable. Una variante similar eran los «regos do xurro» (purín) mediante los que se canalizaban las aguas fecales provenientes de establos y casas para beneficio de las fincas cercanas. Ambos aprovechamientos eran en numerosas ocasiones fuente de enconados conflictos.

A continuación, y de forma esquemática, pasamos a describir los distintos modos del cultivo tradicional del maíz, en regadío y en secano¹¹:

— Los primeros pasos concernían a la preparación de la tierra mediante el proceso de *escampar*, consistente en arrancar los terrones y aligerar el terreno, y en el estercolado de la misma, extendiendo el fertilizante. Cuando el maíz se cultivaba en secano éste era todo el aporte de fertilizante que recibía durante su período vegetativo.

— Para la *sementeira*, que se realizaba entre abril y mayo, se usaba el arado de madera para trazar los surcos, y la semilla se depositaba a mano —las *sementadoras* son, en muchas comarcas, una innovación que llega bien avanzado el siglo XX.

Es a partir de este proceso cuando el cultivo de regadío y el de secano comienzan a diferenciarse más claramente.

— En el caso del secano, al mismo tiempo que se sembraba el maíz también se hacía lo mismo con las *fabas*, en el mismo surco.

— Cuando el cultivo era de regadío se veía complementado con la siembra de la *ferraña* o *alcacén* en el mes de agosto, momento en que el riego era una constante. La *ferraña* es una combinación de distintos cultivos cereales —sobre todo centeno— con la que se alimentaba en verde al ganado. Constituía, por tanto, un auténtico prado artificial que comenzaba a ser útil una vez recogido el maíz. También en el caso del secano era habitual sembrar este mismo cultivo, pero, una vez recogido el maíz, por lo cual la tierra recibía una nueva aportación de estiércol.

— Las labores posteriores a la siembra son similares en ambos casos. En primer lugar se volvía a *gradar* la tierra y se realizaba, semanas más tarde, la

¹¹ El grueso de los datos del presente apartado proceden del estudio etnográfico de Xaquín LOURENÇO, que trata pormenorizadamente del cultivo en regadío de este cereal (1979: 193-208) y de la información oral recogida en la aldea de Xermar, concejo de Cereda (A Coruña), donde el maíz se cultivaba en secano.

primera escarda, que rehacía nuevamente los surcos para facilitar, entre otras cosas, que el agua discurriese. Era habitual una posterior operación de escarda, importante en el caso del cultivo con regadío, ya que era la última antes de comenzar a recibir el agua.

— El riego del maíz se prolongaba, según X. Lourenço, durante los meses de julio y agosto, en mayor o menor cantidad según el agua disponible, las necesidades de la tierra. El mismo autor nos explica la operación: «*A rega fáise con aixadas, collendo a i-auga no rego e levándoa a través da terra por meio de pequenas canles que se van abrindo, procurando que se ache-gue ben ó pé das prantas e deixando enchumar ben a terra*» (1979: 202). Así lo confirma también Fernández Oxea¹² (1982: 197). El regadío del maíz también concitó la atención de los técnicos agrarios de comienzos de siglo. Gallástegui señaló la conveniencia de dos riegos, uno antes de la floración —finales de julio— y otro antes de la granazón —finales de agosto—, así como la necesidad de romper la costra que se formaba en la superficie del suelo tras unas lluvias o riegos, lo que impedía la buena penetración del agua en la tierra (1926: 16-17). Ya se indicó anteriormente cómo las operaciones de riego estaban precedidas de un aporte de abono en verde, que se depositaba en los mismos surcos, con la clara función de fertilizar la tierra pero también con el objetivo de amortiguar el efecto de lavado del agua sobre la misma.

— La *seitura*, recogida del maíz, se realizaba desde finales de septiembre y durante todo el mes de noviembre, dependiendo de las comarcas y del año. Con anterioridad, durante el mes de septiembre se habían recogido las *fabas* en los cultivos de secano.

En el cultivo del maíz, al igual que en otros muchos, tenían también una gran importancia las técnicas de drenaje y saneamiento del terreno, fundamentales a la hora de acometer mejoras en el balance hídrico de los suelos. El exceso de humedad debía ser controlado principalmente en el caso del trigo, para lo que se realizaban profundos surcos paralelos a las hileras en donde se depositaba la simiente con el objeto de recoger el agua sobrante e impedir que dañase las plantas (Lourenço, 1979: 223). Pero este sistema no se aplicaba con exclusividad al trigo, sino a todos los cultivos que usaban terrenos demasiado húmedos. En general, todas las tierras

¹² Debemos tener en cuenta, por otra parte, que no sólo el cultivo del maíz disfrutaba de las ventajas de un sistema de regadío, sino que también las patatas estaban sometidas en bastantes comarcas a un sistema muy similar. En los primeros momentos de su cultivo, las patatas acompañaron al maíz en su introducción en tierras tradicionalmente dedicadas a regadío, beneficiándose de unos cuidados especiales basados en el riego y a un abundante abonado (CUADRA, 1991: 481). Xaquín LOURENÇO afirma que las patatas, al mismo tiempo que se procede a su escarda, «*se durante os meses de máis calor, réganse de xeito semellante ó millo*» (1979: 177 y 226). Las labores de escarda y riego también eran comunes a otros cultivos importantes como las *berzas* y, en general, a todos los cultivos de huerta en la agricultura gallega.

inclinadas contaban con algún tipo de drenaje que facilitase la circulación del agua y evitase el arrastre de la capa fértil del suelo. Una técnica muy empleada en la agricultura tradicional para los terrenos encharcados o *pesados* consistía en la utilización de abono verde, principalmente *toxo*, que al introducirse en la tierra la aligeraba, permitiendo un mejor drenaje y aireación, aparte de su fertilización. En consecuencia, así como la cada presencia de la aridez estival provocaba que en muchas ocasiones fuese preciso el recurso al riego, en el extremo contrario, el alto índice de pluviosidad de la región en los meses de invierno y primavera hacía imprescindible adoptar soluciones ante el exceso de agua.

Fuentes

ARCHIVO DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, *Memoria sobre la situación y reformas del Consejo Provincial de Agricultura, Industria y Comercio de la provincia de Pontevedra*, 1885, leg. 253.

Bibliografía de la época

- COLMEIRO, M. (1843), *Memoria sobre el modo más acertado de remediar los males inherentes a la estremada subdivisión de la propiedad territorial de Galicia*, Santiago.
- CRESPI, L. y L. IGLESÍAS (1929), *Los prados de las regiones media y montaña de Galicia*, Madrid: Misiones Culturales en Galicia; publicado también en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XXIX, 3, 1929.
- GALLÁSTEGUI UNAMUNO, C. A. (1926), *Métodos para aumentar las producciones de matz*, Pontevedra (edición facsimilar: Pontevedra, 1984).
- GARCÍA RAMOS, A. (1912), *Arqueología jurídico-consuetudinaria-económica de la región gallega*, Madrid (edición facsimilar: Consello da Cultura Galega).
- RISCO, V. (1933), «Estudo etnográfico da Terra de Melide», en *Terra de Melide*, Compostela (edición facsimilar: Sada, Edicións do Castro, 1978).
- ROVIRA, P. (1904), *El campesinado gallego (Apuntes sobre su condición social)*, Madrid; citamos por la reedición en *Aldeas, aldeanos y labriegos en la Galicia tradicional*, Madrid, MAPA-Xunta de Galicia, 1984.
- TENORIO, N. (1914), *La aldea gallega (Estudio de derecho consuetudinario y economía popular)*, Cádiz; citamos por la reedición en *Aldeas, aldeanos y labriegos en la Galicia tradicional*, Madrid: MAPA-Xunta de Galicia, 1984.

VILLAMARÍN PEREIRA, J. S. (1874), *Economía agrícola o sea Breve reseña del moderno cultivo y sus aplicaciones a Galicia*, Santiago, Tipografía de *El Diario*.

VILLANUEVA, V. (1926), «Agricultura», en J. Carreras y Candi, *Geografía General del Reino de Galicia*, libro III, Barcelona.

Bibliografía

- AL-MUDAYNA (1991), *Historia de los regadíos en España (... a. C.-1931)*, Madrid: MAPA.
- BALBOA LÓPEZ, X. y L. FERNÁNDEZ PRIETO (1996), «Evolución de las formas de fertilización en la agricultura atlántica entre los siglos XIX-XX. Del toxo a los fosfatos», en R. Garrabou y J. M. Naredo (eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid: Argentario/Visor Dis.
- BARRAL, M.^a T. y F. DÍAZ-FIERROS (1996), «Los suelos de Galicia», en *Galicia Geografía. Tomo XVII. Geografía General*, A Coruña: Hércules de Ediciones.
- BOUHIER, A. (1979), *La Galicie, essai géographique d'analyse et d'interprétation d'un vieux complexe agraire*, La Roche-Sur-Yon, 2 vols.
- BOUZA-BREY, F. (1982), *Etnografía y folklore de Galicia*, I, Vigo: Xerais.
- CABO VILLAVEDE, M. (1997), «O labor da Misión Biolóxica de Pontevedra ata 1936 e a reforma da agricultura galega en Cruz Gallástegui Unamuno», en *Cuadernos de Estudios Gallegos*, XLIII, fasc. 109.
- CANDAL GONZÁLEZ, X. M. (1993), «Pleitos de aguas en la Audiencia coruñesa durante el siglo XVIII», en *Obradoiro de Historia Moderna*, USC, 2.
- CUADRA GARCÍA, C. (1991), «Los sistemas de riego en la Edad Media cristiana. Cuenca Cantábrica»; «La transición del regadío medieval al regadío moderno. La época de la Casa de Austria (siglos XVI y XVII). Cuenca Cantábrica»; «El optimismo ilustrado: proyectos y realizaciones del siglo de las luces (XVIII). Cuenca Cantábrica»; en Al-Mudayna (1991).
- DÍAZ-FIERROS, F. (1971), *Contribución a la climatología agrícola de Galicia*, Santiago: Universidad de Santiago.
- DOMÍNGUEZ MARTÍN, R. (1995), *El campesino adaptativo. Campesinos y mercado en el norte de España, 1750-1880*, Santander: Univ. de Cantabria-Asamblea Regional de Cantabria.
- FERNÁNDEZ OXEA, X. R. (Ben-Cho-Sey) (1982), *Santa Maria de Moreiras. Monografía dunha parroquia ourensán (1925-1935)*, Sada: Edicións do Castro (edición original: Vigo, Ed. Castrelos, 1968).
- FERNÁNDEZ PRIETO, L. (1992), *Labregos con ciencia. Estado, sociedade e innovación tecnolóxica na agricultura galega, 1850-1939*, Vigo: Xerais.

- FUMEGA PIÑEIRO, E. X. y R. G. ROMANÍ BARRIENTOS (1996), «Os usos da auga», en *As augas de Galicia*, Santiago: Consello da Cultura Galega.
- GONZÁLEZ REBOREDO, X. M. (1990), «"Casa" y "Pueblo" en la vertiente occidental de la Sierra de Ancares», en *Antropología y etnografía de las proximidades de la Sierra de Ancares*, Lugo: Diputación Provincial, vol. I.
- LOURENZO FERNÁNDEZ, X. (1979), «Etnografía: cultura material», en R. Otero Pedrayo (dir.), *Historia de Galicia*, volumen II: *O Home*, Madrid: Akal.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A., F. CASTILLO RODRÍGUEZ y A. PÉREZ ALBERTI (1994), «Factores que influyen en la precipitación y el balance de agua en Galicia», *Boletín de la A.G.E.*, 18.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A. y F. CASTILLO RODRÍGUEZ (1996), «Estacionalidad pluviométrica en Galicia: comportamiento, representatividad espacial y mecanismos asociados», en *Geographica*, 33.
- MATEO, J. L., D. MILORO, J. FRANCO y V. PINTOS (1996), *Catálogo do patrimonio etnográfico inmobile nas parroquias de Vigo*, Concello de Vigo.
- PÉREZ ALBERTI, A. (dir.) (1982), *Xeografía de Galicia*. Tomo I: *O Medio*, Sada: Sálvora.
- SAAVEDRA FERNÁNDEZ, P. (s/f), «Prado», en *Gran Enciclopedia Galega*, 1974, vol. 25.
- SAAVEDRA FERNÁNDEZ, P. (1982), «Los montes abiertos y los concejos rurales en Galicia en los siglos XVI-XVIII», en *Cuadernos de Estudios Gallegos*, 98.
- SAAVEDRA FERNÁNDEZ, P. (1985), *Economía, política y sociedad en Galicia: La provincia de Mondoñedo, 1480-1830*, Santiago: Xunta de Galicia.
- SAAVEDRA FERNÁNDEZ, P. (1991), «Economía campesina e intercambios na montaña luguesa; séculos XVI-XIX», en *Limdeiros da Galeguidade I. Actas do Simposio de Antropoloxía*, Santiago, Consello da Cultura Galega.
- SANCHEZ REGUEIRO, A. (1997), *Un achegamento ao dominio e uso das augas na Galicia dos séculos XVIII e XIX. As propostas dos ilustrados e a realidade dunha agricultura atlántica*, trabajo de investigación del curso de doctorado de *Estudios Contemporáneos*, Departamento de Historia Contemporánea e de América, USC.
- SOTO, D. (1997), *Análise crítica das fontes estatísticas para o estudo do sistema agrario galego, 1850-1936*, trabajo de investigación del curso de doctorado de *Estudios Contemporáneos*, Departamento de Historia Contemporánea e de América, USC.
- VÁZQUEZ MARTÍNEZ, A. (1946), «Las "levadas" de Arbo», en *El Museo de Pontevedra*, 1946.
- VILLARES, Ramón (1982), *La propiedad de la tierra en Galicia. 1500-1936*, Madrid: Siglo XXI.

CAPÍTULO 17

DESEQUILIBRIOS HÍDRICOS Y TRANSFORMACIONES DEL REGADÍO EN LA NAVARRA SECA, 1841-1936*

José Miguel Lana Berasain
Universidad Pública de Navarra

Introducción

El punto de partida inevitable es la constatación de la enorme diversidad del medio físico de Navarra: una comunidad globalmente bien dotada de recursos hídricos y con una masa forestal importante, distribuidos, eso sí, de modo irregular a lo largo del territorio siguiendo una doble gradación nort-sur y oeste-este. Entre el bosque atlántico, la pradera alpina y la estepa mediterránea tenía cabida en la segunda mitad del siglo XIX un conjunto de sistemas agrarios que podemos resumir en cuatro tipos: el «*mixed farming*» del noroeste, la agricultura pirenaica de subsistencia, el monocultivo cerealista con barbecho blanco y semillado de los valles centrales, y, finalmente, un policultivo mediterráneo que combinaba en distintas proporciones el cultivo de cereales en régimen de año y vez o al tercio, con plantaciones de viñedo y de olivar y con cultivos hortícolas en pagos localizados. Las prácticas de riego ocupaban en todos ellos un papel más o menos destacado, pero sólo en el tercio meridional se convertían en eje del sistema agrario¹.

La evolución del sector agrario en este territorio entre los siglos XIX y XX, tal y como ha sido reconstruido por Domingo Gallego (1986), presenta como particularidades: una intensa especialización vitivinícola durante la segunda mitad del ochocientos, recompuesta parcialmente tras la filoxera;

* Una versión previa de este capítulo tuvo ocasión de ser expuesta en Segovia (IV Encuentro entre Técnicos e Historiadores) y en Pamplona (sesiones de discusión IHES «Gerónimo de Uztariz»). Estoy especialmente en deuda con los profesores Domingo Gallego, Vicente Pinilla y Joseba de la Torre, quienes, además de hacerme atinadas observaciones y sugerencias, han llevado su generosidad a la cesión de materiales que espero haber sabido aprovechar.

¹ Además de los «huertos de secano» (según la paradójica etiqueta del Catastro Provincial) de la zona central y nororiental, merecen destacarse las prácticas de riego de apoyo de la Navarra holohúmeda, promovidas ya por los clérigos ilustrados (LARUMBE, 1800) y ligadas a la expansión de la pratericultura.

una formidable colonización de los espacios meridionales de secano prorgonizada por los cereales y, en especial, por el trigo, que supuso un incremento más o menos paralelo de la superficie en barbecho; y una expansión de la superficie regada que fue acompañada por una sustitución de cultivos en el sentido de una notable intensificación durante el primer tercio del siglo XX. A ello hay que añadir la ausencia de grandes inversiones en obras de regadío entre la finalización de las obras de los canales Imperial de Aragón y de Tauste en la última década del siglo XVIII y la apertura del canal de Lodosa y del embalse de Yesa, ya tras la guerra civil.

Habida cuenta de estas transformaciones, cabe plantear algunos interrogantes. ¿Cómo se adaptaban al medio las sucesivas líneas de especialización? Y en particular, ¿qué significado tenían en términos hídricos? De otro modo, ¿cómo fue posible la ampliación de la superficie de regadío sin una aparente modificación de sus soportes técnicos? ¿Cómo se regularizaron los caudales mínimos necesarios para intensificar los cultivos? Por no entrar en cómo se resolvieron los impedimentos hídricos y de fertilización que habían obstaculizado hasta entonces la conquista masiva de los secanos. En definitiva, ¿qué tipo de retos —y de respuestas— planteó desde mediados del siglo XIX la creciente integración de la agricultura regional en un marco sistémico de corte capitalista?

Cuadro 17.1
 ESPACIO CULTIVADO EN NAVARRA EN SECANO Y REGADÍO.
 1857-1935. DATOS EN HECTÁREAS

Años	A	B	C	A+B+C	D	E	Total
Secano:							
1857	—	—	—	101.200	50.158	26.140	177.498
1886/90	79.106	8.399	9.190	96.695	52.009	43.571	192.275
1901/10	98.822	11.485	9.248	119.555	75.053	14.563	209.171
1911/20	116.690	12.406	9.839	138.935	84.388	18.953	242.276
1921/30	131.550	11.638	8.544	151.732	87.038	28.081	266.851
1931/35	153.705	14.253	9.931	177.889	97.499	30.392	305.780
Regadío:							
1857	—	—	—	16.933	4.108	6.848	27.889
1886/90	11.204	1.368	4.093	16.665	3.290	13.697	33.652
1901/10	13.299	2.490	6.697	22.486	4.727	6.294	33.507
1911/20	12.845	2.643	8.733	24.221	4.463	5.937	34.621
1921/30	12.935	1.960	11.382	26.277	4.002	7.569	37.848
1931/35	12.810	1.716	15.284	29.810	3.686	8.549	42.045

Nota: A, cereales; B, leguminosas; C, plantas intensivas (rafes, tubérculos y hortalizas); D, barbechos; E, cultivos leñosos.

Fuente: Gallego Martínez (1986: 846-847).

En este trabajo he pretendido reunir y ordenar algunos materiales e ideas que pueden contribuir a aclarar esos aspectos. En un primer bloque sintetizaré las características del medio natural, las implicaciones en términos hídricos de las sucesivas líneas de especialización y los medios técnicos disponibles para satisfacerlos. En el segundo intentaré reconstruir las líneas de respuesta articuladas por el sistema social en el contexto de su integración en un marco de capitalismo agrario antes y después de la crisis-bisagra de fin de siglo.

1. El ecosistema, la especialización productiva y los balances hídricos en la Navarra seca

1.1. El medio físico y los soportes técnicos del regadío

A diferencia de la Navarra septentrional, la Navarra seca se caracteriza por un relieve suave y de escasas pendientes (menos del 5%), formado por un escalonamiento de terrazas aluviales y glaciés que culminan en mesas y anticlinales roídos por la erosión. Es la Navarra arcillosa, constituida durante el Oligoceno y Mioceno y compuesta básicamente de calizas lacustres, margas continentales y yesos, alternadas con rocas detríticas como conglomerados y areniscas o con depósitos cuaternarios. La acción conjunta de la litología, la vegetación natural (xerófila, esclerófila y perennifolia), el clima y la acción antrópica ha dado lugar al mosaico de suelos existentes en la región, en los que predominan, como corresponde a un régimen de humedad ústico —que llega a ser arídico en una amplia zona— los suelos de tipo intrazonal. Son suelos pardos calizos, asociados en algunos puntos a suelos pardos yesosos y salinos, suelos menos evolucionados como las rendzinas y materiales no consolidados como los regosuelos. Son suelos básicos, con pH en torno a 8 o a 9, sometidos a procesos agredativos que en áreas margosas de escaso drenaje originan suelos salinos.

En el cuadro 17.2 se resumen los datos climáticos que caracterizan a la comarca de Tudela, la de rasgos más extremados dentro de la Navarra seca. El régimen pluviométrico viene delimitado por un bajo nivel de precipitaciones (alrededor de los 400 mm) con intensas fluctuaciones interanuales y mensuales, situándose los máximos del año en la primavera y, en menor medida, en el otoño. La intensa evapotranspiración causada por un régimen térmico con altas temperaturas veraniegas y una fuerte acción desecante provocada por el viento del noroeste, el cierzo, víctima del efecto *föhn*, dan lugar a una larga y acusada aridez estival que puede durar cuatro o cinco meses². En compensación, es reducido el riesgo de heladas, lle-

² El método de cálculo de la evapotranspiración potencial propuesto por Thornthwaite ha sido objeto de severas críticas ya que se considera que subestima en torno a una tercera parte la evapotrans-

COMARCA DE TUDELA: CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Mes	Características térmicas			DH	Características hídricas			
	Tm	TF	TMMA		P	D	ETP	P-ETP
I	5,4	7,5	16,3	13,5	26,6	5,8	11,7	14,9
II	6,9	9,3	18,0	9,2	26,1	5,3	16,5	9,6
III	9,5	12,2	22,1	4,7	31,0	6,5	32,5	-1,5
IV	12,2	15,0	25,7	1,2	41,9	6,8	50,6	-8,7
V	15,6	18,8	30,4	3,3	51,9	7,8	80,9	-29,0
VI	19,9	23,3	34,8	7,9	41,5	5,8	114,4	-72,8
VII	22,8	26,6	37,7	10,4	21,4	3,3	139,8	-118,4
VIII	22,5	26,2	37,1	10,3	25,2	3,5	127,5	-102,3
IX	19,2	22,5	32,2	7,0	39,2	5,2	89,2	-49,9
X	14,0	16,9	26,4	2,1	37,2	5,5	52,2	-15,0
XI	8,7	11,1	20,4	-2,4	40,1	6,0	23,0	17,1
XII	5,6	7,6	15,7	-4,6	34,4	7,0	11,9	22,6
Año	13,5	16,4	38,5	-6,6	44,1	416,6	68,7	750,0
								64,2

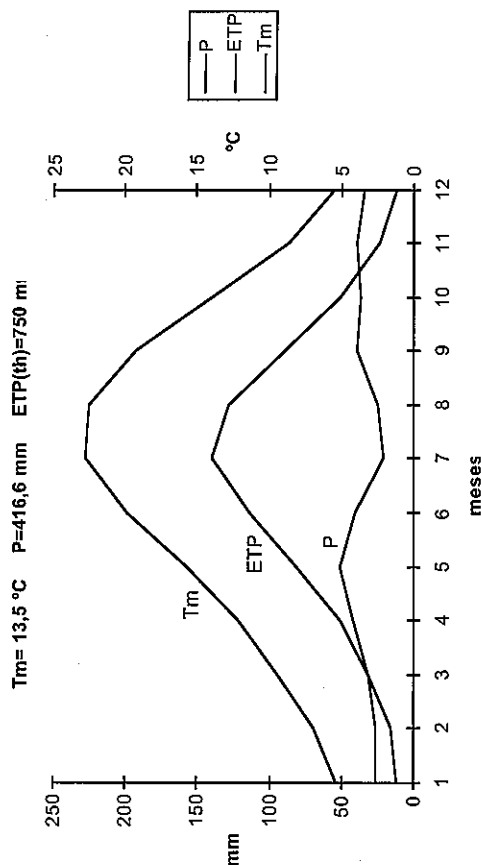
Leyenda: Tm, temperatura media (°C); TF, temperatura media diurna (°C); TMMA, temperatura media de máximas absolutas (°C); tmm, temperatura media de mínimas absolutas; DH, número medio de días de heladas; P, precipitación media (mm); D, número medio de días con precipitaciones; ETP, evapotranspiración potencial media (método Thornthwaite) (mm).

Fuente: F. Elías Castillo y L. Ruiz Beltrán (1986). Para confeccionar el cuadro he calculado los promedios que arrojan los registros (promediados a su vez) de las localidades de Buñuel (período 1932-1980), Cadreita (período 1941-1972), Carcasillo (1932-1980), Fitero (1941-1980), Monteagudo (1931-1980) y Tudela (1933-1975).

gando a 200 días la duración del período libre de ellas. Estamos, en consecuencia, ante un régimen climático que encajaría, dentro de la clasificación de Papadakis, en un régimen de humedad mediterráneo seco con invierno tipo avena y verano tipo arroz. Los índices de potencialidad agrícola de Turc para el secano se sitúan por debajo de 15 a partir de una línea que delimitaría el tercio meridional, englobando por debajo de 10 a todo el partido de Tudela y con valores por debajo de 5 en algunos corros. Dadas esas condiciones naturales, el milagro del agua eleva esos índices para los perímetros de la huerta hasta 40 y 50.

piración anual respecto a otros métodos más elaborados como el de Blaney y Criddle o el de Penman, agravándose esa tendencia en los meses críticos del estío. Sin embargo, en condiciones en las que la batería de datos disponible es limitada resulta insustituible.

COMARCA DE TUDELA: CLIMOGRAMA



El balance hídrico global —representado su perfil mensual para la comarca tudelana en el gráfico 17.1—, con su fuerte déficit estival, condiciona las opciones de cultivo, forzando la búsqueda de líneas concretas de especialización, de variedades de semillas o de prácticas de cultivo que se adapten a esos condicionamientos naturales³. Pero el recurso más destacable históricamente ha sido, allá donde era posible, proporcionar por medios artificiales el agua requerida por las plantas para su crecimiento. Acuíferos subterráneos y cursos fluviales, más éstos que aquéllos, han sido por ello objeto de una explotación relativamente intensa.

La magnífica, aunque incompleta⁴, memoria que publicó en 1918 la Junta Consultiva Agronómica refleja, sin lugar a dudas, el predominio de

³ El ingeniero Daniel Nagore, al frente de la dirección de Agricultura y Ganadería de la Diputación, recomendaba entre los «procedimientos de cultivo que permitan aprovechar al límite las aguas de lluvia» una labor principal profunda, que facilitase el almacenamiento del agua de lluvia por el suelo, una labor posterior de grada, con el fin de romper su capilaridad, unas atentas escardas —más sencillas de efectuar si se adoptaba la siembra en líneas—, y un abonado abundante, puesto que con el «según las experiencias realizadas la cantidad de agua suficiente a la cosecha puede bajar en un tercio de la totalidad necesaria en otras condiciones». Para terminar, confiaba en la selección de las variedades de cereal más resistentes a la sequía en una deseable «Estación de ensayo de semillas bien montada» (NAGORE, D., 1923: 26-27). En relación precisamente a la selección de variedades, no puede ser casual que, como señalaba el catálogo de los productos navarros presentados en la exposición de Bayona de 1864, se empleasen preferentemente variedades distintas de trigo en las zonas central («el pelado o mocho») y meridional («el blando o hembra») de Navarra, cuyos condicionamientos físicos eran tan diferentes.

⁴ La memoria no recoge algunas pequeñas acequias que sí cita el diccionario de MADOZ, omite dos depósitos o lagunas utilizadas para riego (Lor y Pulguet) y prescinde por completo de los aprovechamientos de regatas para riego de la vertiente cantábrica.

NAVARRA, 1916. SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS PARA RIEGO, ORDENADOS SEGÚN LA DIMENSIÓN DEL ÁREA REGADA

Área regada (en ha)	Acequias n.º	Depósitos ha	Noria/ciñoñales n.º	Bombas n.º	Manantiales n.º
< 50	4	89	2*	38*	1
50-99	5	386	2	130	1
100-499	25	6.575	4	1.311	2
500-999	10	5.900	-	-	2
1.000-5.000	9	17.365	-	-	-
TOTAL	53	30.315	6	1.441	4
				298	7
				1.719	52
					629

* Corresponde a ciñoñales.
Fuente: Junta Consultiva Agronómica (1918).

los aprovechamientos de aguas superficiales, con un 98,2% —del que la mayor parte (88,1%) correspondía a acequias, canales y ríos—, frente a un 1,8% de las aguas subterráneas⁵. Las acequias eran, por regla general, de pequeña dimensión: regaban la mayoría de ellas menos de quinientas hectáreas, tenían menos de diez kilómetros de recorrido principal y afectaban en su mayor parte a un solo municipio⁶. El resto de los mecanismos utilizados para captar aguas se movían en dimensiones igualmente modestas, siendo las más ambiciosas algunas bombas de riego existentes en esa fecha.

La manipulación del sistema fluvial ha permitido transformar profundamente las condiciones del medio, pero ha tropezado también con límites derivados de las características de esos cursos naturales. Con caudales de muy diversa magnitud, los ríos de la Navarra seca presentan una notable irregularidad interanual y fuertes fluctuaciones estacionales, con un estiaje muy marcado. Salvo los afluentes de la margen derecha del Ebro (Alhama y Queiles), cuyos máximos, propios de un régimen pluvial puro, se sitúan en primavera, los mayores caudales del resto se localizan en

⁵ En esa fecha, el regadío navarro representaba el 11,5% de la superficie cultivada (según los datos aportados para 1922 por GEHR, 1991) y un 3,3% de la superficie provincial. Las cifras españolas estaban entonces por debajo, con un 6,75 y un 2,71%, respectivamente. Los datos para España, en los que predominan aunque de modo menos abrumador los aprovechamientos superficiales, y dentro de ellos los acequeros, están resumidos en SIMPSON, J. (1997: 179).

⁶ De las 53 acequias, 32 no superaban los cinco km de cauce, 10 no pasaban de diez, 7 no llegaban a veinte y sólo 4 tenían un canal principal de más de 20 km. La mayor parte de ellas (43) tan sólo regaba un término municipal, 6 implicaban de dos a cuatro pueblos y tan sólo cuatro regaban cinco o más jurisdicciones.

invierno, especialmente en el mes de febrero, descendiendo paulatinamente hasta alcanzar su mínimo en agosto. Al rigor recurrente de los estiajes se sumaba además la violencia destructiva de las avenidas, que anegaba campos y arruinaba instalaciones.

1.2. Especialización productiva y consumos hídricos del regadío

El perfil mensual del balance hídrico, sólo parcialmente cubierto por la posibilidad de explotar cursos de agua sometidos a idéntica estacionalidad, marcaba por tanto las opciones de especialización agrícola. Opciones que durante el siglo XIX tomaron la forma de la producción de trigo, cebada, vino, aceite y, en menor cuantía, productos de huerta, y que durante el primer tercio del siglo XX se decantaron decididamente hacia producciones intensivas como la remolacha azucarera, la alfalfa y otros forrajes o las frutas y hortalizas. En la comarca tudelana, la de caracteres más extremados (cuadro 17.4), los datos disponibles remarcaban la magnitud de estas transformaciones: dentro de las denominadas genéricamente «tierras de labor de regadío», el trigo fue cediendo su protagonismo, tanto durante la segunda mitad del XIX como en el primer tercio del XX, en favor de otras semillas destinadas a la industria, el engorde de ganado o el consumo en fresco; el viñedo, después de haber alcanzado las 4.627 ha en 1889, fue duramente golpeado por la filoxera y pudo recomponerse parcialmente, mientras el olivar, después de haber servido como alternativa a la ruina de la vid, inició una lenta decadencia⁷.

Las necesidades globales de agua de riego que implicaban cada una de estas estructuras de cultivo podemos razonablemente estimarlas a partir de coeficientes técnicos de consumo, que varían en función tanto de las características de evapotranspiración propias de cada zona como del tipo de planta. El ingeniero Sainz Castillo incluye en su informe para la memoria de 1918 algunos valores indicativos que he sintetizado en el cuadro 17.5. Salvo excepciones, las cifras parecen estar notablemente subvaluadas, como lo prueba la comparación con los valores que pocos años más tarde manejaban los ingenieros Lapazarán y Gadea o los que proporcionan

⁷ Los datos de 1857 proceden básicamente de SANZ BAEZA, F. (1858), pero para asignar la superficie efectiva a cada planta más allá de los grandes capítulos que maneja ese autor he realizado una estimación a partir de los datos originales de cuatro pueblos (Áblitas, Corella, Murchante y Villafraña) que obran en sus respectivos archivos municipales. Los datos de 1903-1906 están reconstruidos a partir de las cartillas evaluatorias que guarda el Archivo Administrativo de Navarra (AAN) en su sección Catastro (legs. 16133 a 16151). Las cifras medias de 1931-1932 las he elaborado a partir de los materiales originales presentados por la delegación del Ministerio de Agricultura en Navarra, depositados hoy en la Biblioteca de la UPNA.

Cuadro 17.4

MERINDAD DE TUDELA, 1857-1932. EVOLUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO AGRÍCOLA (DATOS EN HECTÁREAS)

	1857		1903-1906		1931-1932	
	Regadío	%	Regadío	%	Regadío	%
Trigo	(6.486)	43,6	4.577	30,3	3.803	18,6
Otros cereales	(1.020)	6,9	1.672	11,1	1.470	7,2
Maíz	(532)	3,6	1.041	6,9	722	3,5
Habas	(221)	1,5	217	1,4	126	0,6
Judías	(19)	0,1	47	0,3	129	0,6
Patatas	(304)	2,0	448	3,0	491	2,4
Remolacha azucarera	(0)	0	1.313	8,7	4.386	21,5
Forrajes	(187)	1,3	97	0,6	1.852	9,1
Hortaliza y frutal	(228)	1,5	427	2,8	1.023	4,3
Superficie sembrada (I)	9.218	61,9	9.856	65,2	14.210	69,7
Barbecho	2.881	-	5.163	-	3.594	-
SUMA (II)	12.099	-	15.019	-	17.804	-
Olivar	3.282	22,1	3.377	22,3	2.457	12,0
Vinedo	2.378	16,0	12	0,1	3.222	15,8
Víña olivar	-	-	546	3,6	497	2,4
Flojerado	-	-	1.328	8,8	-	-
SUMA (III)	5.660	38,1	5.263	34,8	6.177	30,3
TOTAL (I + III)	14.878	100	15.119	100	20.387	100
TOTAL (II+III)	17.759	-	20.282	-	23.981	-

Nota: El deficiente cómputo de las superficies de barbecho en 1857 me ha llevado a calcular los porcentajes sobre la suma de superficies sembradas y plantadas.

Fuentes: Sanz Baeza (1858); AAN, Castro, cajas 16133 a 16151; Biblioteca UPNA, estadísticas agrícolas de 1931 y 1932.

trabajos más recientes⁸. Los dos autores referidos, vinculados a la Confederación Hidrográfica del Ebro, proponían dos conjuntos de valores sobre consumos de agua de riego que pueden sernos de utilidad: el primero de

⁸ En 1923, Daniel Nagore atribuyó al trigo, para una producción media de 24 qm de grano y 48 qm de paja, un consumo de 3.200 m³ de agua por ha y año, distribuidos en tres o cuatro riegos. Más recientemente, Tabuena asigna para el valle medio del Ebro 2.400 m³ por ha y año para los cereales

ellos, con consumos más bajos en número y volumen, correspondía a lo que llamaban zona riojano-navarra, mientras que el segundo, con cifras visiblemente superiores, sería aplicable a la navarro-aragonesa. Una y otra zona, que los autores hacían coincidir en Tudela, querían sintetizar sendos medios físicos caracterizados por grados diversos de aridez.

Cuadro 17.5

VALORES INDICATIVOS DEL CONSUMO DE AGUA DE RIEGO POR CULTIVOS (m³ por ha y año)

Cultivo	Sainz Castillo			Lapazarán y Gadea (1)			Lapazarán y Gadea (2)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Cereal de otoño	3-4	600	1.800	3	750	2.250	4	900	3.600
Maíz	6	600	3.600	-	-	-	-	-	-
Habas	5	600	3.000	-	-	-	-	-	-
Judías	11	400	4.400	-	-	-	-	-	-
Patatas	6	400	2.400	-	-	-	-	-	-
Forrajes, legumbres	-	-	-	8	600	4.800	9	650	5.850
Remolacha azuc.	10	400	4.000	-	-	-	-	-	-
Cáñamo	8	400	3.200	-	-	-	-	-	-
Plantas industriales	-	-	-	10	700	7.000	12	900	10.800
Pradera artificial	10	700	7.000	11	850	9.350	13	1.000	13.000
Huerta	-	-	1.200	12	550	6.600	16	600	9.600
Frutales	4	600	2.400	-	-	-	-	-	-
Víña y olivar	2-3	500	1.000	5	600	3.000	6	650	3.900

A, número de riegos a lo largo del año; B, volumen medio de agua por riego (m³); C, volumen de agua por año y hectárea (m³). (1): zona riojano-navarra; (2): zona navarro-aragonesa (mayor aridez).

Fuentes: Sainz Castillo (JCA, 1918); Lapazarán y Gadea (1929).

Si damos por buenos estos datos, la sustitución del cultivo de trigo por otras semillas podía multiplicar los consumos de agua de riego por dos (forrajes y legumbres), por tres (plantas industriales, huerta) o por cuatro (praderas artificiales), pero es que además se modificaba en una proporción importante la cadencia mensual de esos consumos. Aplicando los valores indicativos de Lapazarán y Gadea sobre las superficies ocupadas por las distintas plantas en los tres cortes temporales propues-

de invierno, 5.600 para los cereales de primavera, 5.900 para la alfalfa y 5.400 para los cultivos hortícolas (TABUENCA, J. M., 1995). Fuera de esta región, López Sanz utiliza en La Mancha unas dotaciones de agua de 2.000/2.300 m³/ha año para los cereales, 4.000/5.000 para el maíz, 5.000 para las leguminosas, 6.000 para la patata, 7.500/8.000 para la remolacha, 8.000/9.000 para la alfalfa o 1.500/2.000 para el viñedo (LOPEZ SANZ, G., 1997: 79).

tos (cuadro 17.6) no es sólo que la dotación necesaria de agua de riego se multiplicase entre 1857 y 1932 por un factor superior a dos, sino que los consumos tendieron a desplazarse hacia los meses críticos de la aridez estival y del estiaje de los ríos. A mediados del siglo XIX y todavía en la primera década del XX (con un viñedo excepcionalmente subrepresentado) dos de las tres puntas del consumo de riegos coincidían con meses en que el desequilibrio entre precipitaciones y evapotranspiración se mantenía en límites aceptables. El cambio de especialización productiva adoptado tras la crisis finisecular supuso diluir esas puntas estacionales en una única curva que concentraba las demandas hídricas en un momento que coincidía con los mínimos de las disponibilidades pluviales y fluviales.

Claro que sobre estas estimaciones, y agravando por tanto la presión sobre el recurso, habría que añadir las mermas por evaporación y filtración

Cuadro 17.6

DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LOS CONSUMOS DE AGUA DE RIEGO
POR CULTIVOS Y DOTACIÓN GLOBAL ESTIMADA
PARA LA COMARCA DE TUDELA EN 1857, 1905 Y 1932

Mes	Consumo mensual por cultivo (valores indicativos en m ³ /ha.)						Volumen consumido (miles de m ³ estimados)		
	A	B	C	D	E	F	1857	1905	1932
I	-	-	-	-	-	-	0	0	0
II	-	-	-	-	600	-	137	259	614
III	-	-	-	1.000	600	650	4.003	2.916	6.482
IV	900	650	900	1.000	600	650	11.659	11.108	16.122
V	900	650	1.800	2.000	1.200	650	12.185	12.661	22.535
VI	-	1.300	1.800	2.000	1.200	650	5.787	7.503	18.350
VII	900	1.300	1.800	2.000	1.800	650	13.021	14.056	24.103
VIII	-	1.300	2.700	3.000	1.800	650	6.654	9.486	25.164
IX	-	650	900	2.000	1.200	-	1.207	2.615	9.432
X	900	-	-	-	600	-	6.892	6.122	5.352
XI	-	-	900	-	-	-	202	1.194	3.947
XII	-	-	-	-	-	-	0	0	0
Suma	3.600	5.850	10.800	13.000	9.600	3.900	61.747	67.920	132.101

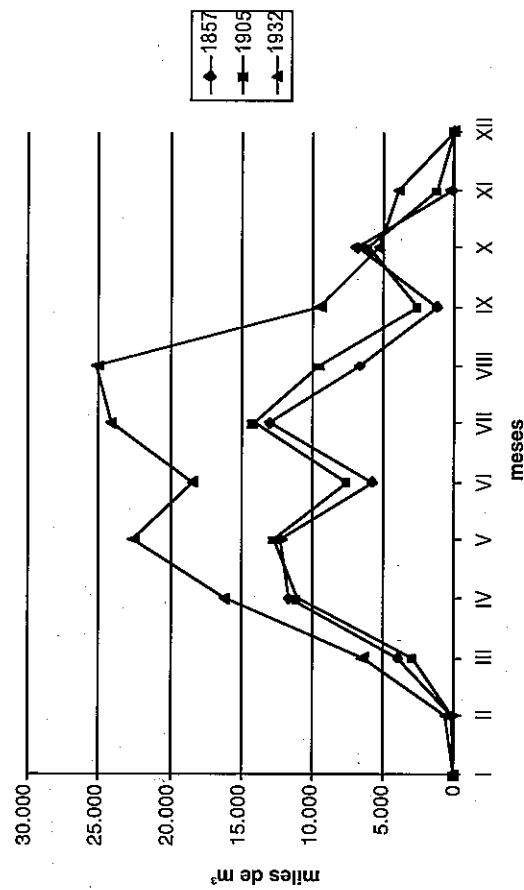
A, Cereal de otoño; B, Forrajes, legumbres de invierno y segundas cosechas; C, Plantas industriales; D, Praderas artificiales; E, Huerta; F, Cultivos arbustivos y arbóreos.
Fuentes: J. C. Lapazarán y M. Gadea (1929) y cuadro 17.5.

en las acequias y brazales⁹ y los derroches ocasionados por una deficiente manipulación del agua por los regantes. Por lo que se refiere a este último aspecto, junto a los problemas derivados de una falta de formación e información (desconocimiento de las necesidades reales de plantas y suelos), los técnicos señalaban los defectos inherentes a los sistemas de asignación del agua por turnos cortos sin limitación de caudal, agravado en algunos casos por la prohibición de regar de noche (Canal Imperial de Aragón), los hábitos de riego, con tablares excesivamente amplios y sistemas de inundación, y los procedimientos de facturación —por hectárea («albidales» o alfardas) y no por consumo—, como factores de un uso desorbitado e ineficiente del recurso.

No conviene perder de vista, sin embargo, que cuando se plantean estas críticas el nuevo patrón de consumos descrito había descontextualizado el sistema tradicional de manejo del agua. Por otro lado, ni siquiera en una comarca de dimensiones reducidas como la tudelana los métodos tradicionales de manejo del agua eran los mismos y, así, en regadíos antiguos y con equilibrios frágiles como los del Queiles y Alhama algunos de los problemas señalados eran severamente atajados en las ordenanzas deci-

Gráfico 17.2

COMARCA DE TUDELA. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO MENSUAL
DE AGUA A PARTIR DE LAS SUPERFICIES DE CULTIVO



⁹ LAPAZARÁN, J. C. y M. GADEA (1929) estimaban unas pérdidas por esas causas del 15% en el Canal Imperial de Aragón, del 12% en el de Lodosa y del 9% en el resto de las acequias del Ebro. En los riegos por elevación las reducían hasta el 4%.

monónicas¹⁰. Y es que el manejo del agua, más allá de los condicionamientos técnicos, cobra sentido en sistemas sociales concretos, que sufrieron profundas transformaciones durante este largo período. En el bloque siguiente intentaré reconstruir las líneas fundamentales de este proceso.

2. Alternativas para la extensión e intensificación del riego antes y después de la crisis finisecular

2.1. ¿Una burguesía emprendedora? La búsqueda de alternativas técnicas en el siglo XIX

Es difícil calibrar la magnitud de la transformación física, en términos de extensión y mejora, de los regadíos navarros antes del siglo XX. La dificultad para establecer balances procede de lo endeble de los datos generales aportados por catastros y obras de época¹¹. A falta de investigaciones en profundidad que permitan datar las inversiones en el regadío, se puede intentar trazar un balance provisional *a posteriori* tomando como punto de partida el régimen de propiedad de las infraestructuras de riego, perfectamente detallado por la memoria de la Junta Consultiva Agronómica del año 1918.

El marco en el que cobran sentido estos datos viene definido por la preminencia del sistema acequiero dentro del regadío navarro tradicional, por la debilidad financiera a lo largo del XIX del Estado y de los ayuntamientos, y por la atribución doctrinal de la función inversora a la iniciativa privada. De ese modo, el abrumador dominio de las comunidades de regantes y la no despreciable presencia de las sociedades anónimas (7,3% del total regado) contrasta con la débil participación del Estado y los municipios.

¹⁰ La ampliación del tiempo disponible para el riego con división de días y noches de aguas reducida el estrés de los regantes; la obligación de utilizar «tiraderas» de una vara de ancho (78,5 cm) y círculos u hoyas de 1,57 m de radio para dirigir el agua a los olivares, los frutales y —a veces— las viñas, así como la prohibición de volver a llevar el agua por el mismo puerto, y sobre regado, en el caso de que se hubiese interrumpido un turno de riego, buscaban reducir los consumos inútiles; el hecho de que muchas veces las labores de riego las asumiesen, con cargo al propietario o colono, oficiales de aguas especializados (bailes o regadores) tendía, por último, a conjurar los despilfarros.

¹¹ Hasta la década de 1880 sólo contamos con un catastro general, aunque incompleto, para 1817/1818. A falta de datos complementarios que permitieran confirmarlo, resultaría posible estimar la superficie de regadío para esas fechas en un mínimo de diecinueve mil hectáreas, sin incluir lo ocupado por viñedos y olivares regables. Las informaciones contenidas en el diccionario de Madoz son escasamente aprovechables en un balance de conjunto, puesto que falta información sobre las acequias que tomaban las aguas, no de presas, sino de partideros (Queiles), y las superficies regadas vienen expresadas en robadas y en fanegas, sin que podamos saber si éstas eran de marco real. Los datos de Llauredó respecto a la extensión beneficiada por las acequias navarras en 1878 son muchas veces increíbles, ofreciendo en conjunto una desorbitada cifra, superior en un 72,3% a la que resulta del meticuloso informe de la Junta Consultiva Agronómica de 1918 (LANA BERSAÍN, J. M., 1997).

NAVARRA, 1916. RÉGIMEN DE PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES DE RIEGO (SUPERFICIES REGADAS)

	Acequias		Depósitos		Cigñales/horras		Bombas		Manantiales	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Comunidades	27.036	89,2	300	20,8	260	87,2	200	11,6	0	0
Ayuntamientos	720	2,4	0	0	0	0	0	0	521	82,9
Estado	1.229	4,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Particulares	490	1,6	80	5,6	38	12,8	895	52,1	108	17,1
Sociedades	840	2,8	1.061	73,6	0	0	624	36,3	0	0
Total	30.315	100	1.441	100	298	100	1.719	100	629	100

Nota: Bajo la etiqueta de Comunidades incluyo comunidades, juntas y sindicatos de regantes. En ayuntamientos, también el comunal.

Fuente: Junta Consultiva Agronómica (1918).

En las décadas centrales del siglo XIX, los estímulos propiamente económicos, derivados de la integración de la agricultura navarra en el mercado español y del aumento de la demanda interior y exterior, y los de tipo institucional —a consecuencia de las transferencias de propiedad provocadas por la reforma agraria liberal y de la necesidad de buscar nuevos caudales para hacer compatibles la igualdad en el riego con la salvaguarda de derechos preferentes— hubieron de impulsar por fuerza un empeño inversor difícilmente identificable y medible. Los esfuerzos se movieron, de cualquier modo, en el espacio acotado por los datos de 1916: la apertura o prolongación de acequias, la construcción de depósitos, la instalación de máquinas elevadoras de aguas superficiales o el alumbramiento de las subterráneas.

Sin datos precisos sobre la construcción de nuevas presas y azudes de las que derivar acequias de nueva planta, la prolongación de los viejos cauces fue probablemente el expediente más utilizado para extender la superficie regable¹². Claro que ello podía entrar en colisión con los derechos de

¹² Resulta por ahora imposible saber cuántos de los 338 kilómetros de acequias principales contabilizados en 1916 existían ya durante el Antiguo Régimen. Las escasas y aisladas referencias sobre nuevas acequias se concentran en la segunda mitad del siglo XVIII: Milagro (1765), Larraga (1768-1771), Naveleta de Estella (1770-1780), Puente la Reina (1787-1790). Entre las prolongaciones de cauces existentes destaca la incorporación de Arguedas y Valtierra a la acequia Principal de Marcilla en 1816, tras la rotura de la presa medieval de Milagro y la disolución de la comunidad de riegos. El intento de proporcionar riego seguro a los campos de la margen derecha del Ebro llevó al Ayuntamiento de Tudela a promover, sin mayores consecuencias, la prolongación aguas arriba del nacimiento del Canal Imperial de Aragón. En 1852 y, definitivamente, en 1868 se acometieron obras en esa ciudad para prolongar la acequia molinar de la Mejana y regar así los campos de Mosquera: de ese modo, la superficie regada en ese término pasó de 122,4 a 259,8 ha (YANGUAS, F., 1828; SAINZ, J., 1969).

riego de los regantes antiguos, por lo que los nuevos términos regables eran reputados habitualmente como adheridos o añadidos y el derecho que adquirían se limitaba a las aguas sobrantes. Los conflictos y concordias sobre «aguas sobradas» que se ventilaron ante el Consejo Provincial en las décadas centrales del siglo es buena muestra de las pobres soluciones que ofrecía este tipo de procedimientos, por otra parte con una larga historia a sus espaldas, en cuencas o acequias de caudal limitado¹³.

En esos casos, el recrecimiento de lagunas endorreicas o la construcción de estanques aprovechando suelos impermeables para represar aguas perdidas de sistemas acequeros, ramblas o manantiales se convertía en una solución que permitía aprovechar mejor unos caudales escasos al tiempo que aseguraba unas mínimas reservas en verano. El hecho de que cuatro de los seis depósitos consignados en 1918 perteneciesen a sociedades particulares alerta sobre su relativa novedad, si no en términos tecnológicos sí al menos en cuanto a su cronología y gestión. La apuesta por esta alternativa técnica cobraba sentido en un contexto de especialización productiva poco exigente en términos hídricos durante el período estival —con una extensión moderada del cultivo de maíz, patatas, forrajes e hileras—, de técnicas constructivas poco complejas (en tierra o mampostería) y de necesidades de inversión relativamente modestas, aunque tan sólo estuviese al alcance de grandes propietarios¹⁴ o de sociedades de capital¹⁵.

La ampliación del perímetro regable utilizando artefactos elevadores fue otra de las alternativas utilizadas. Entre las técnicas tradicionales, más

¹³ Los conflictos en la cuenca del Alhama por las «aguas sobradas» (en principio, aquellas que por efecto de avenidas se introducían sin intervención humana por los cajeros y heredades; propiamente se aplicaba cuando el caudal que traía el río excedía las necesidades del pueblo dueño del turno), presentes en fases expansivas anteriores como reflejan las concordias de 1570-1578, 1619-1623 y 1772, volvieron a situarse en primer plano tras la Guerra de los Siete Años y culminaron con la firma de un nuevo convenio y reglamento en 1850 entre Cintruénigo, Tudela y Corella (AAN, Consejo Provincial, leg. 2062). Al Consejo Provincial llegaron también otros conflictos de naturaleza similar, como los que enfrentaron a Caparros y Traibuenas (más bien, el duque de Granada de Ega, antiguo señor y ahora propietario) por las aguas sobrantes de la acequia Bayunga (AAN, Consejo Provincial, leg. 2053).

¹⁴ La estanca de Montegudo —que en 1916 ocupaba 0,36 ha y tenía una capacidad de 10.800 m³ para regar 80 ha— fue mandada construir por el marqués de San Adrián en 1828, dentro de un programa de inversiones más ambicioso. Fue ampliada entre 1838 y 1841, invirtiéndose en conjunto algo más de 35.000 reales vellón hasta 1880 (LANA BERASAIN, J. M., 1997: 316).

¹⁵ Las iniciativas más ambiciosas en este terreno se dieron en la cuenca del Alhama. En 1842 una sociedad por acciones hacía construir en Corella la Hoya de Mostar —el mayor estanque de [tierra] de que tenemos noticia en España—, a decir de LLAURODÓ, A. (1878: 158)—, que en 1916 ocupaba 27 ha y almacenaba 540.000 m³. En 1855 se constituyó en Cintruénigo, impulsada por los cuatro mayores hacendados de la localidad, una Sociedad Investigadora de Aguas con el objetivo de «descubrir nuevos manantiales, aprovechar los que no tengan uso conocido o vayan a perderse, recoger y dirigir las aguas pluviales y las que por compra se puedan adquirir, depositándolas todas en un pantano o gran laguna convenientemente situada para regar los campos». La empresa, con un capital social de 160.000 rs.vn. repartido en 400 acciones, culminó en 1864 —tras algunos pleitos con Fitro y Tudela— la construcción del pantano de la Nava, a la que el proyecto original concedía una capacidad de 246.265 m³ sobre 6 ha (AAN, Consejo Provincial, expedientes de 1865, leg. 2062, c. 2), cifras que la memoria de 1918 reducía a 3 ha y 150.000 m³.

que los pequeños y poco sofisticados mecanismos de tipo manual o de tracción animal, opacos en términos documentales, merecen atención los complejos de ruedas hidráulicas utilizados para aprovechar las aguas del Ebro en las huertas de Lodosa¹⁶ y Tudela¹⁷. A partir de las décadas centrales del siglo XIX se produce, de modo sin duda modesto, un giro tecnológico que incluye la entrada de sistemas mecánicos de bombeo y el uso de nuevas fuentes de energía. La aplicación del vapor a la elevación de aguas que tuvo lugar en Cortes en 1844/1845, efectuada también por medio de la asociación de capitales privados, supuso la construcción de un complejo mecánico que incluía tres máquinas de vapor de 30 cv y tres bombas aspirantes-impelentes y exigió además un completo reordenamiento de la huerta de la localidad, con el fin de impulsar la producción agraria en una medida capaz de garantizar los beneficios de la Sociedad¹⁸. Otras iniciativas

¹⁶ El complejo hidráulico de Lodosa es descrito con detalle en el *Diccionario de la Real Academia de la Historia* de 1802: comprendía dos presas sobre el Ebro, la primera de las cuales derivaba una acequia que regaba por gravedad unas 610 ha y beneficiaba mediante dos norías de madera que elevaban el agua a diez metros otras 325 ha, mientras la segunda presa, más pequeña, permitía el riego, mediante una tercera noria, de 19 ha de frutales y hortalizas. En 1878 merecía la atención del *Tratado de aguas y riegos* de R. LAGUNA, quien atribuía a las dos primeras ruedas una superficie regable de 500 ha dedicadas en su mayor parte a viñedo y olivar. En 1895 seguían funcionando dos de las ruedas (calificadas ya como «imperfectas» por C. JAÉN), pero la tercera había sido sustituida por una turbina que movía dos bombas centrífugas.

¹⁷ Las ruedas de canchiones de Tudela fueron instaladas en 1816 aprovechando la destrucción por una avenida del Aragón de la presa de Milagro, que regaba desde la segunda mitad del siglo XIV los términos de Cadreita, Valtierra, Arguedas, Murillo de las Limas y Traspueente. La financiación de los 800.000 rs. vn. de coste que tuvo el proyecto corrió a cargo del Ayuntamiento y de la Diputación de Campos. En el último tercio de siglo, una vez establecida la conexión ferroviaria, el aumento de las necesidades hídricas ligado —como relata M. SAINZ— a la creciente demanda y aumento de precios de las hortalizas, y al inevitable cambio de cultivos, llevó a instalar una rueda poncelet, capaz de elevar 400 l/s, y a abrir un canal de 2,5 km para el riego de pie. Inutilizada la poncelet para 1898, el establecimiento de una compañía eléctrica (Alhemeyer y Cia. de Bilbao y Electra Industrial Navarra) facilitó la instalación de dos potentes turbinas que, ayudadas por motores eléctricos más pequeños, compatibilizaban el servicio a la población con la elevación de aguas para riego (YANGUAS y MIRANDA, J., 1828; SAINZ PÉREZ DE LABORDA, M., 1969).

¹⁸ La Compañía de Monlet, promotora inicial del proyecto, se transformó, con la participación de los banqueros zaragozanos Villarroya y Castellano, en la sociedad La Unión y Constanza, con un capital social de dos millones de reales repartidos en 50 títulos (MADOZ, P., 1986: 89-90). En 1844 había concertado por treinta años unas bases con el ayuntamiento y mayores propietarios de Cortes, por las que se comprometía a proporcionar el riego a unas 1.669 ha de tierras privadas y comunales utilizando la licencia comprada a la administración del Canal Imperial. Al margen de los aterramientos, parcelaciones, construcciones de acequias (18 km de canalizaciones), caminos y puentes y plantaciones de arbolado, la reordenación de la huerta que supuso este proyecto concedió a la Sociedad un dominio sólo comparable al que había ejercido hasta hacía poco el duque de Granada de Ega, señor de la villa: obligaba al pago —en el propio campo y en rama, no en grano— de un quinto de cualquier clase de frutos que se cogiesen, por lo que prohibía, so pena de fuertes multas, iniciar la cosecha sin permiso y vigilancia de los encargados de la Compañía; obligaba a tener las heredades «perfectamente arrojadas y niveladas»; sometía los acotamientos al control de la Sociedad; y establecía que «si [...] por desidia u otras causas se dejaran algunas heredades sin sembrar ni cultivar por dos años seguidos, el Ayuntamiento dispondrá de ellas, cuidará de hacerlas productibles y responderá a la Sociedad del canon que le correspondía» (APN, Cortes, Joaquín Ruiz, 1844, n.º 15).

igualmente ambiciosas planteadas en esos años no llegaron a concretarse¹⁹, habida cuenta de la cuantía de las inversiones implicadas y la incertidumbre sobre su retorno, del impacto sobre los derechos adquiridos por determinados usuarios y de los problemas presentados para el mantenimiento en una zona donde el combustible (tanto hulla como leña) faltaba y las reparaciones y reposición de piezas no dejaban de presentar dificultades.

La difusión de la bomba centrífuga —alabada por Llauredó como el «procedimiento de más ventajosos resultados para la elevación de grandes masas de agua a pequeñas alturas»— en el último tercio del siglo, unida a la de la turbina, resolvió algunos de los problemas técnicos presentados por las de pistones: exposición a averías, dificultades de instalación y reparación, consumo de combustible, relación entre peso/tamaño y fuerza desa-

Quadro 17.8

NAVARRA, 1895. MÁQUINAS PARA ELEVAR AGUAS SUPERFICIALES

Municipio	Río	Aparato	Energía	n.º	l/s	ha	Coste
Lodosa	Ebro	Rueda hidráulica (madera)	Agua	2	-	-	-
Tudela	Ebro	Rueda hidráulica (madera)	Agua	2	-	-	-
Cortes	CIA*	Bomba aspirante impelente	Vapor	1	-	393**	(20% cosecha)
Falces	Arga	Bomba centrífuga	Vapor	1	80	27	33,33
Miranda	Arga	Bomba centrífuga	Vapor	1	55	18	14
Berbinzana	Arga	Bomba centrífuga	Turbina	1	30	50	44
El Bocal	Ebro	Bomba centrífuga	Turbina	1	-	1 huerto	-
Lodosa	Ebro	Bombas centrífugas	Turbina	2	70	118	30

* Canal Imperial de Aragón.

** El dato de extensión regada por la máquina de Cortes procede de AAN (Catastro).

Nota: el coste del agua se expresa en pesetas por hectárea, salvo en el caso de la máquina de vapor de Cortes que cobraba de forma invariable el 20% de la cosecha.

Fuente: C. Jaén (1904: 208-210).

¹⁹ Ayuntamiento y propietarios de Tudela buscaron en 1842 y 1851 soluciones al problema de los campos de la margen derecha, recabando proyectos que permitiesen elevar las aguas del Ebro a un punto suficientemente alto (entre 25 y 40 metros de altura) como para garantizar el riego seguro a una parte significativa de Huertas Mayores. Al reclamo acudieron siete mecánicos, ingenieros y fabricantes franceses, ingleses y españoles, con propuestas diversas basadas en su mayor parte en ingenios de vapor, oscilando los presupuestos entre un cuarto de millón y un millón y medio de reales vellón. La cuantía del gasto, la desconfianza hacia los resultados y su rentabilidad, pero sobre todo la resistencia a los cambios que introducían los proyectos en lo que hasta entonces era el normal funcionamiento de una parte del regadío y del molino municipal, dejaron la cuestión en «agua de borrajas». En 1895 se retomó de nuevo el asunto, manejándose la idea de turbinas (alternativa adelantada por uno de los proyectos de 1851), con resultados muy parecidos (SAINZ PÉREZ DE LABORDA, M., 1969).

rollada...²⁰. En la década de 1890 encontramos seis de esas bombas movidas a vapor o mediante turbinas, de muy diversa potencia, y propiedad de particulares, sociedades (Falces, Berbinzana) o comunidades (Lodosa), beneficiando 213 ha, además de las 393 ha que regaba la vieja máquina fija de Cortes.

A fuer de considerar poco significativo el avance y seguridad en el riego logrado por el alumbramiento de aguas subterráneas²¹, el balance que puede hacerse de los esfuerzos por ampliar y asegurar el regadío durante el ochocientos no es en modo alguno deslumbrante en términos ortodoxos de «progreso», pero tampoco cabe despreciarlo. No ha de perderse de vista que el tipo de especialización adoptada durante este medio siglo largo en función de las oportunidades ofrecidas por la paulatina integración en las redes de mercado suprarregional, no generaba distorsiones excesivamente graves en los equilibrios hídricos del sistema agrario. Los problemas se irían percibiendo desde la década de 1880 en la medida en que la producción de aceite y la de trigo fuesen desalojadas o al menos amenazadas en sus mercados habituales por mercancías extrañas y en que la especialización vitivinícola comenzase a palpar los límites de la demanda francesa. En ese contexto, el aumento de costes para el productor y la detención del ritmo de crecimiento de la renta de la tierra generaban un nuevo marco para el desarrollo agrario.

2.2. Esperando al Estado: ruptura inducida de los balances hídricos y respuestas articuladas

El cambio estructural que tuvo lugar tras la crisis finisecular puede definirse en Navarra en términos de inversión de la tendencia a concentrar la propiedad sin que podamos hablar de una «derrota del rentista» hasta fechas muy tardías, con un avance de la pequeña y mediana propiedad, la tendencia a consolidar los arrendamientos de regadío mediante prorroga cuasimatemática de los contratos y una lenta despatrimonialización de los propietarios de abolengo. Una buena parte del cambio de rumbo en las líneas productivas y del cambio técnico que tuvo lugar en las primeras décadas del siglo XX encaja plenamente en el concepto de «innovación institucional

²⁰ Téngase en cuenta que las máquinas de vapor y bombas de Cortes, importadas de Inglaterra, alcanzaban en conjunto un peso de 51,75 tm y consumían por hora de funcionamiento unos 138 kg de leña (MADOZ, P., 1986: 89-90).

²¹ No deja de ser curioso que el único resultado tangible de los esfuerzos por proporcionar riegos seguros a las Huertas Mayores de Tudela a mediados de siglo fuese el descubrimiento por un zahorí de la fuente del Viejo, que con un coste de 14.268 rs. vn. proporcionó desde 1851 el único caudal continuo de esos términos (20-90 l/s). El alumbramiento de aguas artesanas mediante perforación mecánica, intentado en Abilias en 1880, con presencia del gobernador civil y numeroso público, no parece que ofreciera mayores resultados.

inducida», en la medida en que el apoyo estatal a la instalación de las empresas azucareras en el valle del Ebro (Tudela y Marcilla desde la primera década del siglo; Cortes, Pamplona, Alfaro y Calahorra en los años veinte) permitió a éstas —constituídas en demanda estable de su producción, proporcionándole semillas, fertilizantes y crédito, y exigiéndole determinadas prácticas de cultivo— cumplir un papel acelerador en la integración del pequeño productor de regadío en los circuitos del cambio técnico y en un nuevo modelo de uso de los recursos, y particularmente del agua, mucho más exigente y desequilibrador. Obviamente, era en las cuencas con balances hídricos extremos y caudales escasos e irregulares donde opciones como la descrita, en la medida en que podían implantarse, generaban situaciones más difíciles²².

En ese contexto se gestan proyectos ambiciosos de encauzamiento y defensa de márgenes fluviales, de construcción de nuevos canales de largo recorrido a partir de grandes ríos como el Ebro (canal de Lodosa) o el Aragón (canal de Bardenas)²³ y de regulación de cabeceras de cuenca mediante grandes embalses. Esta última solución se convirtió a ojos de técnicos y particulares en la llave que habría de permitir resolver el nudo gordiano de los altos consumos durante el estiaje. El pantano del Ebro, regulando la cabecera de este río, y el de Yésa, en el Aragón, concitaron las esperanzas de los regantes durante el primer tercio del siglo. Se trataba de inversiones que escapaban a las posibilidades de las haciendas locales y cuyos largos plazos de amortización ofrecían, salvo excepciones, escasas perspectivas de rentabilidad a los capitales privados²⁴. La apelación al Estado como agente

²² La difusión del cultivo remolachero en la comarca tudelana tuvo lugar principalmente en los regadíos permanentes del Ebro y del Aragón frente a los de carácter eventual del Queiles, Alhama y Aragón, pero fue en estos últimos donde, tras la primera difusión del cultivo, tuvo lugar un crecimiento proporcional más importante: así, en torno a 1905 esa planta ocupaba 1.162,3 ha en los regadíos «fijos» alcanzando 3.089,6 ha en 1931-1932; en los regadíos «eventuales» las cifras eran, respectivamente, 150,8 y 1.357,4 ha. El concepto de «innovación —técnica e institucional— inducida» en HAYAMI, Y. y V. RUTIAN (1989). Las transformaciones sociales provocadas por la instalación de la empresa azucarera, referidas aquí a la de Marcilla, han sido analizadas por GASTÓN AGUAS, J. M. (1997).

²³ Entre los primeros destaca el proyecto de encauzamiento del Ebro a su paso por Tudela (SICHAIR y SALAS, M., 1895). Con el canal de Lodosa o Victoria-Alfonso, se estimaba en 1915 que podría asegurarse en Navarra el riego de 4.140 ha de regadío eventual en los términos de Tudela, Fontellas, Abilgas y Cortes, y de 8.123 ha de secano en éstos y otros términos, beneficiándose con ello la Hacienda provincial con un aumento del valor catastral cifrado en 984.242 ptas. (AAN, Catastro, Estadística y Estudios, 1880-1915). El canal de Bardenas, derivado del embalse de Yésa, regaría en Navarra, según el proyecto de 1926, 1.774 ha (BOPN, 1926, n.º 38). Daniel Nagore elevaba en 1932 esa extensión, contando con la construcción del canal de Navarra como una derivación de aquél, a 12.424 ha en los términos de Sangüesa, Carcastillo, Mélida y Caparroso (NAGORE, 1932: 93).

²⁴ Por su efecto indirecto en la regulación de los caudales del Aragón y del Ebro merecen destacarse las obras del embalse de Irabia, iniciativa de la empresa El Irati sobre el río de igual nombre, y del de Alloz, construido en una foz del río Salado por la Sociedad Hidroeléctrica de Alloz. En ambos casos, el objetivo principal lo constituía la producción de energía, las dimensiones eran menos ambiciosas (84,3 hm³ de capacidad para el embalse de Alloz según el proyecto de 1930 frente a los 427,3 hm³ del de Yésa), la inversión más modesta y las expectativas de rentabilidad más elevadas (BOPN, 1920, n.º 33; 1924, n.º 127; 1930, n.º 25).

resolutor de esas constricciones culminaría, como es sabido, en 1926 con la creación de la Confederación Hidrográfica del Ebro. La integración de Navarra en esa nueva estructura tropezaba, al menos teóricamente, con dos obstáculos que fueron rápidamente orillados: por un lado, las tensiones que el procedimiento seguido y la definición de competencias introducían en el régimen foral y, por otro, el porvenir de la propia política definida por la Diputación en ese terreno²⁵.

Cuadro 17.9

NAVARRA, 1916. MÁQUINAS PARA ELEVAR AGUAS SUPERFICIALES

Municipio	Río	Aparato	Energía	n.º	lit	ha	Coste
Lumbier	Irati	Cigüeñal	Humana	20	4	18	45
Huarte	Arga	Cigüeñal	Humana	-	4	20	45
Lodosa	Ebro	Rueda hidráulica	Agua	2	300	400	47
Tudela (Mejana)	Ebro	Rueda hidráulica	Agua	2	80	60	55
Berbinzana	Arga	Bomba centríf.	Turbina	1	30	20	50
Lodosa	Ebro	Bomba centríf.	Turbina	2	300	400	47
Tudela (Traslapiente)	Ebro	Bomba centríf.	Turbina	2	470	624	33
Tudela (Murillo Limas)	Ebro	Bomba centríf.	Eléctrico	1	80	75	36
Ribaforada	CJA	Bomba centríf.	Eléctrico	1	400	500	(16% cosecha)
Buñuel	CJA	Bomba centríf.	Eléctrico	1	100	50	7,7 (litro y día)
Cortes	CJA	Bomba centríf.	Eléctrico	1	130	250	(17% cosecha)

Nota: el coste del agua se mide en pesetas por hectárea salvo en el Canal Imperial (CIA).

Fuente: Junta Consultiva Agronómica (1918).

Hasta la década de 1920 el balance de las actuaciones no parece que fuera demasiado brillante, si lo comparamos, por ejemplo, con el vecino Aragón: las 18.972 ha consideradas como regadío permanente en 1904

²⁵ Una circular del 12 de mayo de 1926 lamentaba que «no se hayan tenido en cuenta las condiciones especiales del régimen privativo de la provincia para la constitución del organismo dirigente de la Confederación», pero animaba a los afectados navarros a cooperar en el proyecto. Otra circular del 13 de febrero de 1928 anulaba —en vista de que «las orientaciones dadas al problema de los riegos por la constitución de la Confederación [...] resuelve en general las necesidades» de la provincia— el «Reglamento de concesión de auxilios a obras hidráulicas con destino a riegos» de 5 de julio de 1923. Con él la Diputación había asumido la promoción de obras hidráulicas mediante la exención temporal de contribuciones, la concesión de subvenciones de hasta el 25% del presupuesto y la entrega de anticipos sobre el mismo reintegrables en dos años a partir de la finalización de la obra.

habían crecido hasta 19.821 ha en 1916 y eran 20.654 ha en 1921²⁶. Sin embargo, tras una aparente inmovilidad cabe percibir algunos signos de cambio. Así, el parque de máquinas elevadoras, aunque había crecido muy poco en número hasta 1916, mostraba una notable mejora técnica: el vapor había sido abandonado como fuente de energía en beneficio de las turbinas y, sobre todo, de los motores eléctricos, la superficie regada mediante bombas se había multiplicado por tres (de 606 a 1.919 ha entre 1895 y 1916), la potencia media de los artefactos lo había hecho por un factor aún más alto (de unos 59 l/s a 216 l/s en esas mismas fechas), mientras que el precio medio del agua apenas si había crecido en un 40% (de 30 a 42 pras/ha).

Cuadro 17.10

NAVARRA, 1932. MÁQUINAS PARA ELEVAR AGUAS DE RIEGO

Zona	A	B	C	D	Suma	E	F	Total
Sur	91	1	19	55	166	8	65	239
Centro sin Pamplona	16	0	0	30	46	1	84	131
Pamplona	3	1	0	47	51	1	10	62
Norte	1	0	2	0	3	0	4	7
Navarra	111	2	21	132	266	10	163	439

Leyenda: A, bombas con motor a gasolina; B, bombas con motor de gas pobre; C, bombas con motor de aceite pesado; D, bombas con motor eléctrico; E, molinos de viento para elevar aguas; F, norias.

Fuente: Censo de maquinaria de 1932, Archivo de la Delegación del Ministerio de Agricultura (UPNA: Biblioteca).

Precisamente, la mecanización del riego, aprovechando tanto aguas superficiales como subterráneas, cobraría un nuevo impulso durante los años veinte: el censo de maquinaria efectuado en 1932 recoge un aumento extraordinario del número de motores, tanto eléctricos (132) como de combustión interna (134), probablemente de pequeña potencia la mayor parte de ellos y adaptados a las necesidades de propietarios y cultivadores individuales, al igual que las pequeñas norias de metal comercializadas esos

²⁶ Las cifras aparecen en las memorias de la Junta Consultiva Agronómica de 1904 y 1918 y en NAGORE, D. (1923). El dinamismo de las obras hidráulicas aragonesas puede comprobarse en PINILLA, V. (1995). Planteamientos más precisos y amplios sobre la expansión del regado pueden encontrarse en los volúmenes colectivos de GIL ONCINA, A. y A. MORALES GIL (1992) y PÉREZ PICAZO, M. T. y G. LEMEUNIER (1990).

años por los talleres pamploneses²⁷. Más que los otros procedimientos de ampliación del regadío también ensayados durante el siglo XIX²⁸, esta intensificación energética del riego, que favorecía probablemente un mejor y más eficiente uso del agua²⁹, suponía profundizar la integración exterior de la agricultura regional al acentuar la dependencia respecto a *inputs* externos al sector y a la comarca. Hay que resaltar, no obstante, las limitaciones impuestas por las autoridades superiores tanto a estos disfrutes como a aquellos otros que recurrían a la prolongación de acequias existentes: la concesión del aprovechamiento muchas veces excluía los meses del estiaje, debido a la oposición planteada por la Real Compañía de Canalización y Riegos del Ebro³⁰, reduciendo por tanto la efectividad del riego y las posibilidades de intensificación del cultivo.

De cualquier modo, existían nuevos factores que posibilitaban contextos más favorables que los del período anterior. En ese sentido, cabe destacar el nuevo marco de relaciones entre los aprovechamientos agrícolas e industriales del agua que generó la difusión de la industria hidroeléctrica. La tradicional competencia por el recurso pudo convertirse ahora en una cooperación ventajosa para los regantes. Así, además de la contribución de las centrales a la regulación de los caudales mediante nuevos embalses y presas en cabecera y del suministro de energía a las máquinas bombeadoras, la instalación de centrales eléctricas en los viejos molinos o sobre presas de nueva construcción llevaba aparejada a menudo la reforma y mejora

²⁷ Los anuncios insertados durante la década de 1920 en el *Boletín Oficial* permiten reconstruir parcialmente estas concesiones. Así, junto a pequeños aprovechamientos individuales con bombos de 3, 4 ó 5 l/s encontramos proyectos más ambiciosos de iniciativa particular (los hermanos Sanz de Ayala instalaron en 1925 en Ribaforada una bomba centrífuga movida por un motor diesel de 35 cv capaz de elevar 183 l/s), colectiva (en 1928 la Junta de propietarios de Argadiel en Azagra instaló un grupo con tres bombas y motores de 30 cv capaces de elevar 380 l/s para el riego de 265,30 ha de terreno) o municipal. En este último caso la elevación de aguas, con una capacidad que se movía habitualmente entre 50 y 120 l/s, solía servir a repartos comunales como he comprobado que ocurría en Viana (1923), Cáseda (1923), Sangüesa (1926), Lumbier (1928) o Larraga (1930).

²⁸ El Ayuntamiento de Viana, propietario de la balsa del Salobre —un humedal que había sido recrecido en 1890 mediante un dique de tierra de seis metros de altura y de cuya gestión se hacía cargo una empresa particular (JCA, 1918: 185)—, obtenía en 1923, aunque no la utilizaría hasta 1927, autorización para invertir 83.110 pras. en el pantano del Salobre con vistas a la conversión en regadío de una amplia extensión de terreno. También en 1923 el Ayuntamiento de Píllas aprobaba un presupuesto extraordinario para construir una presa y acequia que condujera las aguas a la laguna (BOPN, 1923, n.º 109). Dos años más tarde era el ayuntamiento de Fitero el que solicitaba un crédito de 15.000 pras. para construir un depósito que recogiese las aguas de varios manantiales, viéndose obligado a aprobar un presupuesto extraordinario de 6.000 pras. para concluirlo (BOPN, 1926, n.º 34, n.º 102).

²⁹ LAPAZARÁN, J. C. y M. GADEA (1929: 94) atribulan a los riegos por elevación una administración más rigurosa del agua debido a «su pequeña extensión, cuidado en el riego, revestimiento de acequias, mayor coste del riego, etc.».

³⁰ NAGORE, D. (1932: 103) llega a señalar que «el Canal Imperial de Aragón, desde su apertura, monopoliza para lo sucesivo toda el agua que nuestras cuencas fluviales secundarias pueden producir, imposibilitando de hecho la consecución de concesiones de agua con destino a riegos».

de las tomas –colocando módulos– y de los primeros tramos de las viejas acequias de riego.

Mientras llegaban los beneficios de la actuación pública quedaba también el recurso de definir mejor el uso de los caudales y conjurar el desorden mediante una más efectiva reglamentación de los mecanismos de control político y administrativo de los regadíos. En un contexto social de crisis y amenaza desde abajo a sus intereses, las clases propietarias se fueron atrincherando en la definición oligárquica de las instituciones del regadío que venía permitiendo la Ley de Aguas de 1879³¹. Ante el creciente desequilibrio generado en los usos del agua, la respuesta de los dueños de la tierra –los viejos y los nuevos– consistía en un control político del recurso, que enmarcaba el proceso de mecanización que estaba teniendo lugar y reforzaba el dominio –y estrechaba los vínculos– de los grandes propietarios sobre sus arrendatarios, usuarios en definitiva del agua.

3. Terminando

La tradicional competencia por el uso del agua –entre usuarios agrarios e industriales, entre comunidades, entre regantes...– se vio renovada y acrecentada durante el siglo XIX en un contexto de transformación política-institucional y de integración en los mercados exteriores. Dado el tipo de especialización productiva adoptada, la búsqueda de soluciones a la escasez pudo limitarse a garantizar los riegos de apoyo de primavera y otoño, con un consumo relativamente moderado durante el estío, y a ampliar el perímetro regable. Durante el primer tercio del siglo XX, el cambio de escenario propiciado por la instalación de las industrias azucarera y conservera y la posibilidad de la comercialización en fresco en mercados alejados

³¹ En Valtierra –donde la constitución de la comunidad de regantes se había demorado hasta 1908 «por violencias de algunos inconscientes lanzados al desorden por consejos de gente que en la desorganización actual veían satisfechos sus deseos de abuso perpetuo»–, la transformación institucional venía justificada porque «en los ochenta y tres años que lleva Valtierra unida a los otros cuatro pueblos usando el agua que del río Aragón desvían con su presa de Marcilla, las necesidades de los regantes han aumentado en proporción enorme, debido a los modernos elementos con que cuenta la agricultura para su desarrollo, a la implantación de nuevos cultivos y a la producción intensiva que se anhela obtener para conseguir mayor rendimiento en la explotación. Y a medida que las necesidades de agua han crecido, sin que ésta haya aumentado en la proporción precisa, se han ido desarrollando los abusos y corrupcelas, el desorden ha tomado cuerpo, los encargados de dirigir han desmayado tanto en sus funciones y los regantes se han descarrado de tal manera en sus desmanes, que aquellas viejas ordenanzas [...] tienen que ser sustituidas». El cambio más notorio consistió en la constitución de la comunidad de regantes, cuyo sindicato de riegos (asemejado al consejo de administración de una sociedad de capital) surgía de un proceso electoral en el que los votos eran proporcionales a la superficie poseída, requiriéndose un mínimo de 1,80 ha para cada voto, aunque se permitía la asociación de aquellos propietarios que no llegasen a esa cifra (*Ordenanza...*, 1909). He podido constatar la creación de veintitrés comunidades de regantes (la mayor parte sobre juntas o diputaciones preexistentes) entre 1923 y 1931 y de otras trece antes de 1917.

introdujo un grado de tensión ausente en los modelos de uso anteriores, pese a que la difusión de la industria hidroeléctrica permitió unos usos más eficientes, puesto que los requerimientos hídricos se multiplicaban y concentraban en el crítico período del estiaje. Si la memoria de la Junta Consultiva Agronómica de 1904 afirmaba que en Navarra «los riegos suelen prodigarse en demasía»³², al acabar ese primer tercio de siglo los técnicos podían hablar de un manejo del agua ineficiente cuya causa estaba en el mantenimiento del modelo de uso del agua propio del sistema anterior.

Cuadro 17.11

NAVARRA, 1916: SUPERFICIES REGADAS A PARTIR DE ACEQUIAS, ORDENADAS SEGÚN EL RÍO DEL QUE TOMAN LAS AGUAS Y EL CANON EXIGIDO POR HECTÁREA REGADA

	Canon cobrado en pesetas por hectárea										Superficie total (ha)	
	5	6	7	8	9,35	11	12	13	20	20		
Ebro*	-	-	-	590	1.266	-	980	570	260	260	4.895	
Aragón	-	-	5.102	3.822	-	-	-	-	-	-	8.924	
Arga	-	-	2.175	547	-	149	-	-	-	-	2.871	
Ega	-	-	-	-	-	-	1.680	-	-	-	1.680	
Alhama	2.455	1.850	-	-	-	-	-	-	-	-	4.305	
Queiles	4.992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.992	
Zidacos	-	2.251	250	-	-	-	-	-	-	-	2.501	
Irati	-	-	120	20	-	-	-	-	-	-	140	
Salazar	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7	
Total*	7.447	4.101	7.654	4.979	1.266	149	2.660	570	260	260	30.315	

* El total incluye hectáreas regadas en las que no se cobra canon por hectárea (sino por agua utilizada) por lo que no figuran en las columnas del cuadro.
Fuente: Junta Consultiva Agronómica (1918).

Un factor esencial de esa ineficiencia lo constituía el procedimiento de facturación, mantenido sin modificaciones apreciables por unas comunidades de regantes crecientemente controladas por los dueños de la tierra. El precio del agua, en ese nuevo contexto, no reflejaba las tensiones que amenazaban al sistema agrario. Segufa sin tener un precio y las únicas obligaciones monetarias impuestas a los regantes –las viejas hechas de

³² JCA (1904: 74).

campos o albardes—tenían como objeto la remuneración de los oficiales de aguas o de los guardas de campos y la amortización de las infraestructuras de captación y distribución. Así, los cánones de agua más bajos se situaban en los viejos regadíos del Queiles y Alhama —donde el agua era más escasa, pero el mantenimiento de las infraestructuras requería menos desembolsos—, y estaban también por debajo de la media provincial (7,03 pras/ha) en la cuenca del Zidacos. Los regadíos del Aragón y del Arga —muy antiguos por regla general— ocupaban posiciones intermedias, mientras que los del Ega y los del Ebro —estos últimos con una notable dispersión— resultaban los más caros. Tan sólo el Canal Imperial de Aragón tenía establecida una tarifa de consumo de agua propiamente dicha. Otra cuestión es que el precio efectivo del agua (si pudiéramos expresarlo en pesetas por cada litro y fracción de tiempo disponible) resultase más caro en aquellas cuencas con cánones bajos y aguas escasas, pero en una cuenta tipo de explotación el coste del agua gravaba más a quienes efectuaban un consumo menos lacerante desde el punto de vista de la presión sobre el medio.

Si las líneas maestras del manejo del agua no se modificaban, la única solución a las tensiones introducidas en el sistema se localizaba en las grandes obras hidráulicas, en especial aquellas que podían resolver el estrangulamiento de los consumos veraniegos mediante el almacenamiento de las aguas invernales, cuya realización a gran escala, favorecida por las nuevas tecnologías constructivas, iba a asumir el Estado. De ese modo, los desequilibrios generados durante el primer tercio del siglo XX alumbraaron la aparición de lo que me atrevo a denominar «utopías hidráulicas» e instalación en la conciencia de los regantes la confianza en que sería, o debiera ser, la inversión estatal la que resolviese las contradicciones generadas por la creciente y cambiante mercantilización del sector.

Bibliografía

- 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.
- ELÍAS CASTILLO, F. y R. GIMÉNEZ ORTIZ (1965), *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España*, Madrid: Ministerio de Agricultura.
- ELÍAS CASTILLO, F. y L. RUIZ BELTRÁN (1986), *Caracterización agroclimática de Navarra*, Madrid: Dirección General de la Producción Agraria.
- Instituto Navarro del Suelo.
- FLORISTÁN SAMANES, A. (1951), *La Ribera tudelana de Navarra*, Zaragoza: Institución Juan Sebastián Elcano/CSIC.

GALLEGO MARTÍNEZ, D. (1986), *La producción agraria de Alava, Navarra y La Rioja desde mediados del siglo XIX a 1935*, Madrid: Universidad Complutense, 2 vols.

GARCÍA DE LOS SALMONES, N. (coord.) (1915), *Monografía agrícola de Navarra, impresa por acuerdo de S.E. la Diputación para repartirla a todos los Ayuntamientos de la provincia*, Pamplona: Imp. Provincial a cargo de J. Ezquerro.

GASTÓN AGUAS, J. M. (1997), «Coyuntura económica y conflictividad social: la azucarera de Marcella (1900-1936)», *Gerónimo de Uztáriz*, 13, pp. 57-82.

GIL ONCINA, A. y A. MORALES GIL (coord.) (1992), *Hitos históricos de los regadíos españoles*, Madrid: MAPA.

Grupo de Estudios de Historia Rural (GEHR) (1991), *Estadísticas históricas de la producción agraria española, 1859-1935*, Madrid: MAPA.

HAYAMI, Y. y V. RUTTAN (1989), *Desarrollo agrícola. Una perspectiva internacional*, México: FCE.

JAÉN, C. (1904), *Memoria sobre la tierra labrantía y el trabajo agrícola en la provincia de Navarra*, Madrid: Ministerio de Agricultura.

Junta Consultiva Agronómica (1904), *El regadío en España. Resumen hecho por la J.C.A. de las Memorias sobre riegos remitidas por los Ingenieros del Servicio Agronómico Provincial*, Madrid: Imp. de los hijos de M. G. Hernández.

Junta Consultiva Agronómica (JCA) (1918), *Medios que se utilizan para suministrar el riego a las tierras. Distribución de los cultivos en la zona regable*, Madrid: Imprenta de los hijos de M. G. Hernández.

LANA BERASAIN, J. M. (1997), «Cambio agrario y relaciones de propiedad en el sur de Navarra, 1800-1936», Zaragoza: Departamento de Historia Moderna y Contemporánea (tesis doctoral inédita).

LAPAZARÁN, J. C. y M. GADEA (1929), «Régimen de variación de las necesidades de la Vega del Ebro en el orden agrícola como base para el estudio de la variación más conveniente en el de circulación de las aguas superficiales», en *Contribución a la Power World Conference*, Zaragoza: Publicaciones de la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, pp. 65-111.

LARUMBE, J. M. (1800), *Epítome Christiano de agricultura según las instrucciones del Semanario y de las puras fuentes de donde se derivan*, Pamplona, Joaquín Domingo.

LÓPEZ SANZ, G. (1997), «El regadío en La Mancha occidental y el Campo de Montiel», en J. LÓPEZ GÁLVEZ y J. M. NAREDO (eds.), *La gestión del agua de riego*, Madrid: Fundación Argentaria/Visor.

LLAURADO, A. (1878), *Tratado de aguas y riegos*, Madrid: Imprenta de M. Tello.

MADOZ, P. (1986; 1.ª ed. 1845-1850), *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar: Navarra*, Valladolid: Ámbito/Gobierno de Navarra. Edición de D. Sánchez Zurro.

MALUQUER DE MOTES, J. (1985), «La despatrimonialización del agua: movilización de un recurso natural fundamental», en A. GARCÍA SANZ y R. GARRABOU (eds.), *Historia agraria de la España contemporánea. I. Cambio social y nuevas formas de propiedad (1800-1850)*, Barcelona: Crítica, pp. 275-296.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1986), *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Navarra*. Memoria, Madrid: MAPA/Depto. Agricultura, Ganadería y Montes Gobierno de Navarra.

NAGORE NAGORE, D. (1923), *La agricultura y ganadería en Navarra*. *Rápidas consideraciones respecto a cuestiones de interés primordial para la provincia, completadas con las disposiciones de carácter administrativo de su Diputación que tienden a fomentar la riqueza agro-pecuaria*, Pamplona: Imp. Provincial a cargo de M. Falces.

NAGORE NAGORE, D. (1932), *Las posibilidades agrícolas de Navarra*, Pamplona: Ed. E. García Enciso.

Ordenanzas de la Comunidad de Regantes de Valtierra y reglamentos del Sindicato y Jurado de Riegos. Aprobados por Real Orden de 28 de diciembre de 1908 (1909), Pamplona: Lib. Casildo Iriarte.

PÉREZ PICAZO, M. T. y G. LEMEUNIER (eds.) (1990), *Agua y modo de producción*, Barcelona: Crítica.

PINILLA NAVARRO, V. (1995), *Entre la inercia y el cambio. El sector agrario aragonés, 1850-1935*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Real Academia de la Historia (1802), *Diccionario geográfico-histórico de España por la Real Academia de la Historia*, Madrid: Impr. de la Viuda de J. Ibarra, 3 vols.

SAINZ PÉREZ DE LABORDA, M. (1969; 1.ª ed. 1913/1914), *Apuntes tudelanos*, Tudela: Gráficas Mar, 3 vols.

SÁNCHEZ PICÓN, A. (1997), «Los regadíos de la Andalucía árida (s. XIX y XX). Expansión, bloqueo y transformación», *Áreas. Revista de Ciencias Sociales*, 17, pp. 109-128.

SANZ BAEZA, F. (1858), *Estadística de la provincia de Navarra*, Pamplona: Imprenta de F. Erasun y Rada.

SICHAU y SALAS, M. (1895), *El Ebro en Tudela. Canales Imperial y Tauste, Lodosa y Marcilla*, Zaragoza: Tip. de N. Francés.

SIMPSON, J. (1997), *La agricultura española (1765-1965): la larga siesta*, Madrid: Alianza.

TABUENCA, J. M. (1995), «Usos agrícolas», en *Curso sobre uso, aborro y calidad del agua*, Zaragoza: Diputación General de Aragón/Universidad de Zaragoza.

YANGUAS y MIRANDA, J. (1828), *Diccionario histórico-político de Tudela*. Zaragoza: Imprenta de Andrés Sebastián.

CAPÍTULO 18

REGADÍO Y TRANSFORMACIONES AGRARIAS EN ARAGÓN (1880-1990)*

Paloma Ibarra Benlloch y Vicente Pinilla Navarro
Universidad de Zaragoza

Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de extensión y mejora del regadío que ha tenido lugar en Aragón desde finales del siglo XIX hasta la actualidad y sus consecuencias, desde una perspectiva que trata de integrar las variables medioambientales con las institucionales y mercantiles. Por ello, nos interesa tanto comprender las limitaciones que el medio natural imponía al desarrollo de la agricultura, como la combinación de razones que permiten explicar que el regadío haya sido en Aragón una pieza relevante en la larga transición de la agricultura «tradicional» (insertada en una economía orgánica) a una agricultura «moderna» (dentro de una economía industrializada), al ser un factor clave del proceso de cambio tecnológico que ha impulsado esta transformación y de su capitalización e intensificación. Por otro lado, el desarrollo del regadío ha estado también enormemente condicionado por el propio desarrollo económico y social y por cambios en la propia forma que el sector público ha abordado su imbricación en las actividades productivas del sector agrario. Además, conforme este proceso ha tendido a avanzar, y especialmente en las últimas décadas, la interacción entre medio natural y agricultura ha tenido una gran importancia en sentido inverso, es decir, produciendo un impacto creciente sobre el ecosistema.

Hemos dividido nuestro trabajo en cuatro partes. En la primera nos centramos en el estudio de las condiciones medioambientales y particular-

* En este trabajo han colaborado, mediante la realización de los mapas presentados, Javier Albisu, Fernando Pérez, Paloma Cortés y Víctor Andrés, becarios de investigación del Banco de Datos del Agua en Aragón. Este trabajo se ha beneficiado de los comentarios de los participantes al II Seminario «El agua en los sistemas agrarios», de una sesión del Seminario de Historia Económica de la Universidad de Zaragoza, donde fue también presentado, y de los de Isabel Barolomé, Domingo Gallego, Alfonso Herranz e Iñaki Iriarte.

mente del carácter limitante que la disponibilidad de agua tiene en la agricultura aragonesa. En la segunda analizamos cómo a través de la realización de las obras hidráulicas ha tenido lugar un incremento de la oferta de agua para riego y además tratamos de cuantificar qué extensión o mejora del regadío se ha producido como consecuencia de dichas obras desde 1880 hasta 1990. La tercera sección está dedicada a los cambios en el uso del suelo de regadío en Aragón. En la última estudiamos las variaciones que han tenido lugar en la producción agrícola en regadío y su impacto sobre el sector agrario y el conjunto de la economía. Además, avanzaremos algunas ideas en torno a la conexión que en sentido inverso puede establecerse entre desarrollo agrario y medio ambiente.

1. Los principales factores medioambientales limitantes de la agricultura aragonesa

El medio físico es un condicionante de primer orden para el desarrollo de la agricultura puesto que puede presentar rasgos favorables que potencien esta actividad o factores limitantes de peso que la dificulten, la hagan más costosa o incluso la impidan. Por ello es tan importante comprender cuáles son y cómo actúan estos factores del medio físico y hacerlo desde una perspectiva histórica y explicativa de la propia existencia del regadío. Para facilitar este análisis, se presenta en primer lugar el mapa de los regadíos actuales en Aragón (indicando los diferentes sistemas, canales y embalses) y en el resto de los mapas que se incluyen (Banco de Datos del Agua en Aragón, 1998), están superpuestos los límites de estos regadíos.

Aragón comprende tres grandes unidades geomorfológicas de características topográficas bien contrastadas: al Norte, los Pirineos que abarcan la mitad septentrional de la provincia de Huesca y un pequeño sector de la de Zaragoza; en el centro, la Depresión del Ebro que comprende la mitad meridional de la provincia de Huesca, la mayor parte de la de Zaragoza y un pequeño sector al NE de la provincia de Teruel; al Sur, la Cordillera Ibérica que abarca la mayor parte de la provincia de Teruel y el extremo SO de la de Zaragoza. En el Pirineo dominan las pendientes por encima del 11% con excepción de corredores depresivos como el de la Canal de Berdún; en la Cordillera Ibérica contrastan las alineaciones de las sierras que superan el intervalo entre 6-10% (y alcanzan hasta el 35% puntualmente) frente a una superficie considerable de pendientes entre el 1 y 5% e incluso del 0% en las depresiones intraibéricas o en los altiplanos; por último, es en la Depresión del Ebro donde se concentra la mayor parte de las tierras llanas y de pendiente muy suave (inferior al 5%).

En definitiva, es evidente que las tierras llanas o de pendientes muy suaves son las más adecuadas para la puesta en cultivo y las únicas que

pueden soportar los niveles de mecanización y la competitividad de los mercados en el momento actual y estas tierras se encuentran fundamentalmente en la Depresión del Ebro y en algunos valles y depresiones internas de la Ibérica y de los Pirineos (Canal de Berdún...). Como era de esperar, todas las áreas puestas en riego en Aragón se localizan en terrenos de estas características con lo que se constata que la pendiente es un factor limitante de primer orden para el regadío.

En cuanto a los suelos, el relieve montañoso y las fuertes pendientes vuelven a constituir un factor condicionante que limita su profundidad e incrementa su pedregosidad, de manera que la mayor parte de los suelos de los Pirineos e Ibérica tienen una clara vocación forestal y cuando pierden la protección de la cubierta vegetal presentan serios problemas de erosión. Las áreas llanas y de pendientes muy suaves en las que podrían localizarse regadíos presentan cuatro grandes tipos de suelos dominantes (Guerra, Monturiol *et al.*, 1970; Alberto *et al.*, 1984; Commission of the European Communities, 1985; Badía, 1989; Ibarra, 1998). Por un lado, fluviales en torno a los ejes de los principales ríos, sobre los depósitos aluviales. Son, en general, suelos fértiles, permeables y profundos, soporte de los regadíos tradicionales por ser en los que se concentra mayor humedad y los que más accesible tienen el agua. Los riegos del Eje del Ebro, Bajo-Gállego, Canal de Lodosa, Canal de Tauste y todos los de la margen derecha se localizan fundamentalmente sobre estos suelos y por ello se extienden en estrechas franjas en torno a los ríos.

En todo el sector central de la Depresión del Ebro, se han desarrollado suelos condicionados por un clima semiárido (Alberto *et al.*, 1983b, 1984) y por los materiales evaporíticos dominantes (margas yesíferas y calizas): gypsisoles, calcisoles y también suelos salinos. El considerable vacío en cuanto a zonas regadas que existe en las áreas llanas del centro de la Depresión del Ebro, coincide con estos suelos por lo que se configuran como otro factor limitante de peso. Sin embargo, los polígonos de riego de Monegros II, la mayor parte de Bardenas y algunos sectores de Monegros-Cinca se ubican sobre ellos. En estos suelos existen problemas serios derivados de la formación de costras y del excesivo contenido en carbonatos, yesos y sobre todo sales en áreas mal drenadas. La salinización de los suelos se ha confirmado como un factor limitante de primer orden en Aragón (Alberto *et al.*, 1983a; Herrero, 1982; Herrero *et al.*, 1986; Astorquiza, 1994) y, además, se ha acentuado en algunas zonas puestas en riego condicionando la producción (productividad más baja de la esperada, elección de cultivos resistentes a la salinidad...), elevando costes (roturas de acequias...) y generando contaminación salina (Porta *et al.*, 1986; Arrojo y Bernal, 1997).

Por último, destacan los cambisoles calcáricos, dominantes tanto en las márgenes de la Depresión del Ebro como en amplias áreas del Pirineo e Ibérica.

rica. Son suelos de desarrollo incipiente, pH básico e importante actividad biológica, siendo buenos suelos para la agricultura en general siempre que la profundidad y la pedregosidad sean las adecuadas (Alberto *et al.*, 1983a). El sistema de regadíos de Aragón y Cataluña y buena parte de Monegros-Cinca se localiza fundamentalmente sobre estos cambisoles que no dejan de estar exentos del problema de salinización inducido por el riego con exceso de agua (Porta *et al.*, 1986), especialmente en las áreas deprimidas y con mal drenaje.

La importancia del factor edáfico de cara a la obtención de buenos resultados en las transformaciones en regadíos queda patente en el «Estudio de viabilidad técnico económica del Canal de la Margen Derecha del Ebro» que tiene como objetivo establecer el grado de aptitud del suelo para el desarrollo de una agricultura de regadío (Machín y Navas, 1991). Los criterios utilizados para la clasificación de las clases de tierra se recogen en el cuadro 18.1.

Cuadro 18.1

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS PARA RIEGO DE LA MARGEN DERECHA DEL EBRO

Clases de tierra	I	II	III	IV	V	VI
Pendiente %	<2	<5	5-<10	5-<15	5-<15	>15
Drenaje	bueno	bueno	medio	medio	malo	-
Condiciones físicas						
Pedregosidad	<5	<15	<50	≥50	<15	-
Textura	media	media a ligera	media a pesada	media a pesada	pesada	-
Profundidad (cm)	≥100	≥75	≥60	≥40	>40	<40
Condiciones químicas						
Carbonatos %	<15	<25	<40	>40	>40	-
Yesos %	<5	<25	<35	>35	>35	>75
CE dSm ⁻¹	<4	<8	<16	<16	>16	>16
SAR	<5	<10	<15	<15	>15	>15

CE dSm⁻¹: conductividad eléctrica en decisiemens/metro.

SAR: superficie agrícola regada.

Fuente: J. Machín y A. Navas, 1991.

Según estos autores (Machín y Navas, 1991) las clases I, II y III se localizan en los suelos de terrazas y de glaciés y depósitos aluvio-coluviales de pendientes llanas o suaves. La clase IV, sólo apta para el riego en condi-

ciones muy concretas, se localiza en laderas sobre suelos poco profundos, alto contenido en yesos, costras calcáreas, alta pedregosidad y escaso contenido en nutrientes. La clase V presenta serios problemas para la puesta en riego por los elevados contenidos salinos y malas condiciones de drenaje y se localiza en áreas depresivas mal drenadas, o laderas de suave pendiente sobre sustratos yesíferos o detríticos de elevada salinidad (destacan los términos de Belchite y Albalare). Por último, la clase VI no es recomendable para el riego no sólo por cuestiones de salinidad excesiva, sino, fundamentalmente, por pendientes elevadas, alta pedregosidad y escasa profundidad del suelo.

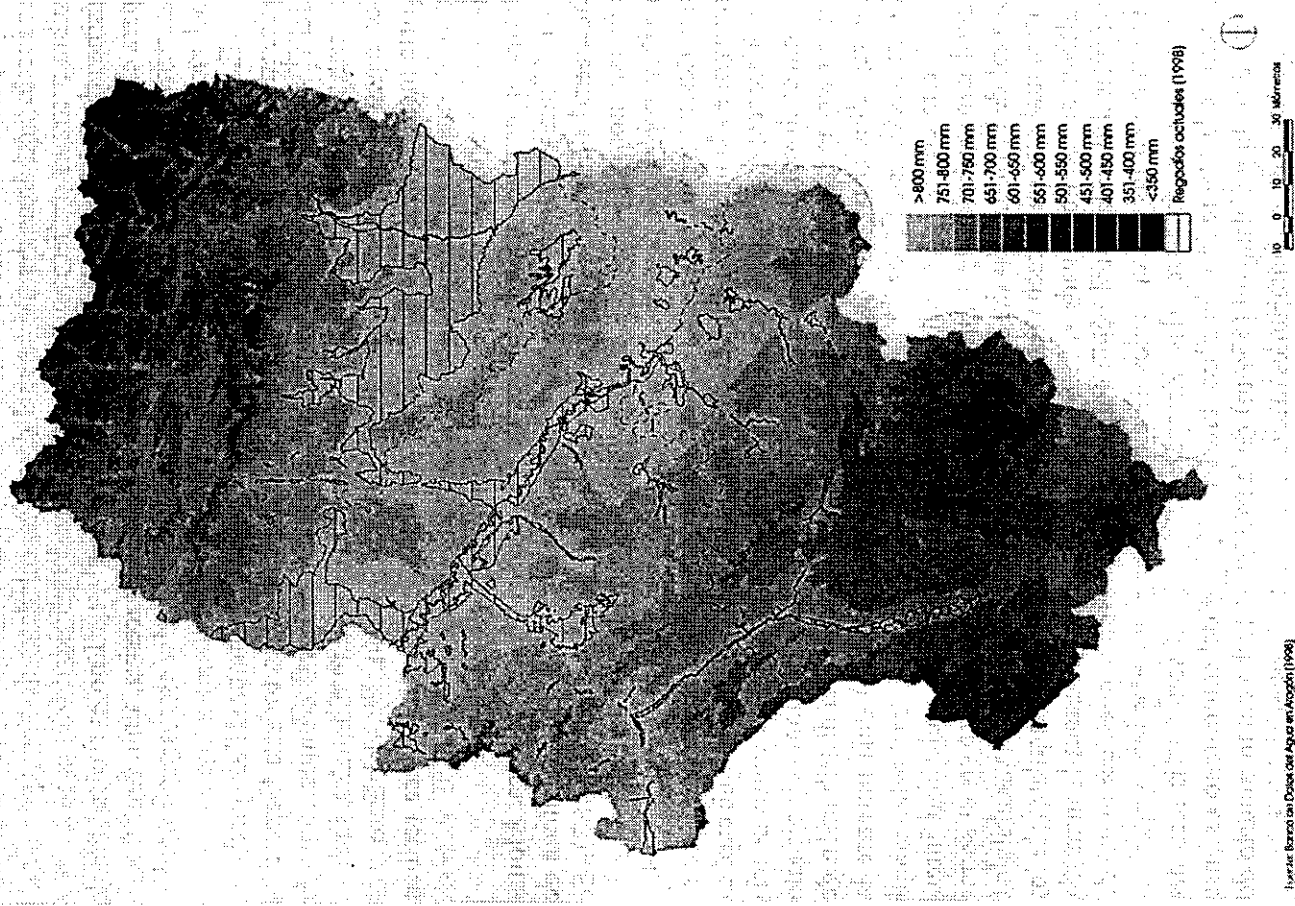
Después se analiza el factor climático. En el mapa 18.4 queda ya patente el escaso volumen de precipitación que recibe toda la Depresión del Ebro y especialmente su sector central y oriental. Vemos cómo la mayor parte de las áreas regadas recibe menos de 400 mm anuales, incluso los regadíos del Bajo Matarranya, Guadaloque, Martín, Eje del Ebro y la parte meridional de los de Aragón y Cataluña y Monegros-Cinca reciben menos de 300 mm; según nos aproximamos hacia el somontano oscense, las precipitaciones van aumentando hasta alcanzar más de 500 mm en el límite septentrional de los riegos de Bardenas, Hoya de Huesca, Monegros-Cinca y Aragón y Cataluña (todos ellos corresponden al régimen de humedad de Papadakis Mediterráneo seco, MAPA, 1976, 1987). Se observa, por otro lado, que las áreas que mayor volumen de precipitación reciben coinciden con las de fuertes pendientes o suelos forestales. Hay que destacar, por otro lado, el mayor volumen de precipitaciones que se recogen en la margen izquierda del Ebro frente a la derecha, lo que explica la diferencia de caudales de los ríos de ambas márgenes y en consecuencia la mayor disponibilidad de agua para posibles transformaciones en regadío en la margen izquierda frente a la escasez de la derecha. La distribución de los regadíos entre ambas márgenes (mapas 18.1-18.5) deja patente la influencia de este factor.

A esta escasez de precipitaciones se suma la gran irregularidad interanual con períodos de sequías muy marcados, especialmente en el sector central de la Depresión del Ebro (Ascaso y Casals, 1981). Esta variabilidad interanual está en estrecha relación con los rendimientos irregulares de los cultivos de secano (Cuadrat, 1986). En segundo lugar, destaca la marcada irregularidad en la distribución anual de estas precipitaciones, como puede observarse en los tres ejemplos de estaciones seleccionadas representativas de las distintas áreas regadas: Zaragoza (240 m) del sector más seco del centro de la Depresión del Ebro, Huesca (436 m) del somontano oscense más húmedo y Calatayud (534 m) de la margen derecha como modelo de los regadíos con precipitaciones medias (gráficos 18.1-18.3).

También existen contrastes importantes en cuanto a los rasgos térmicos y ello es patente en el mapa 18.3 en el que se diferencian bien los

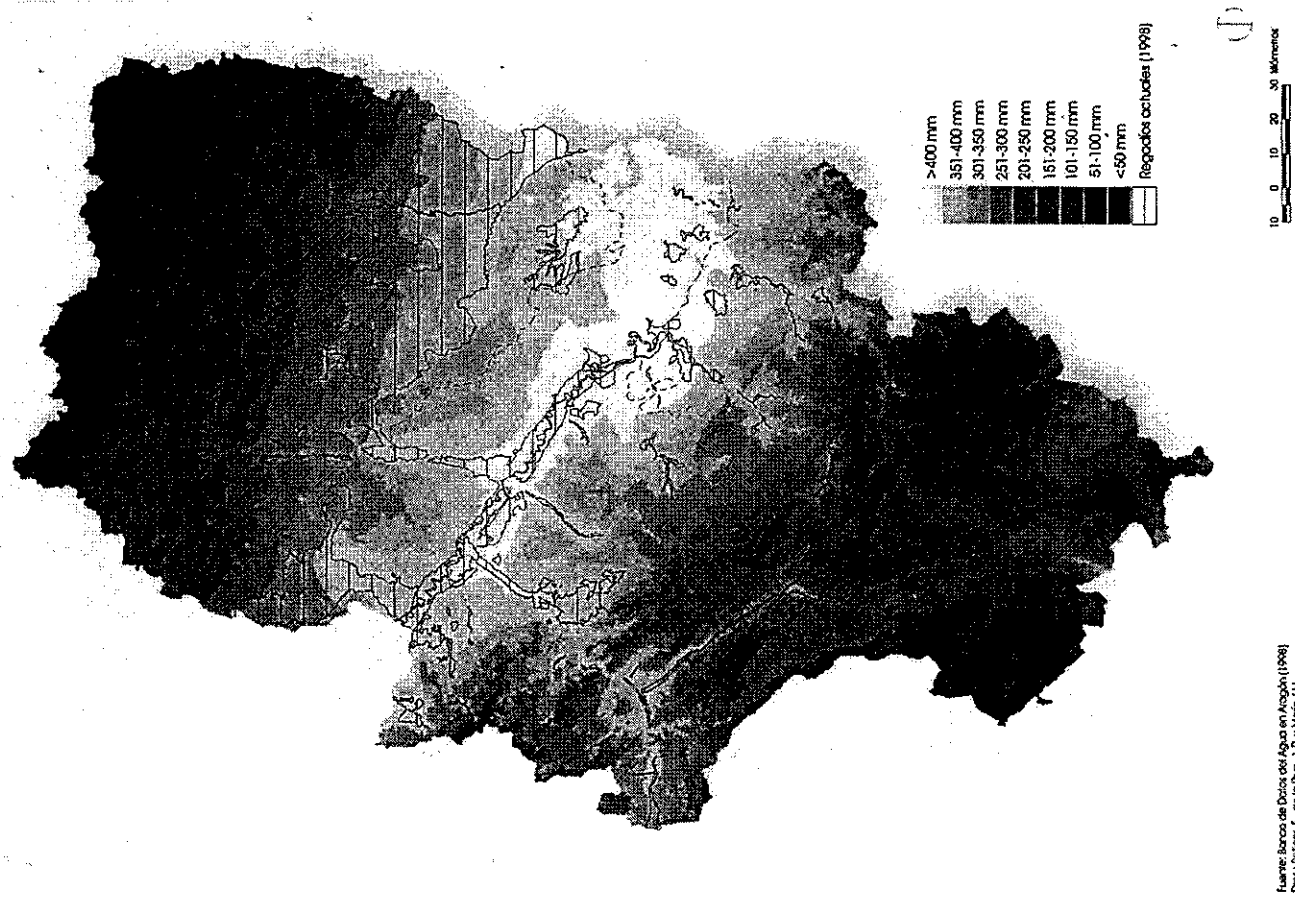
Mapa 18.1

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA ANUAL



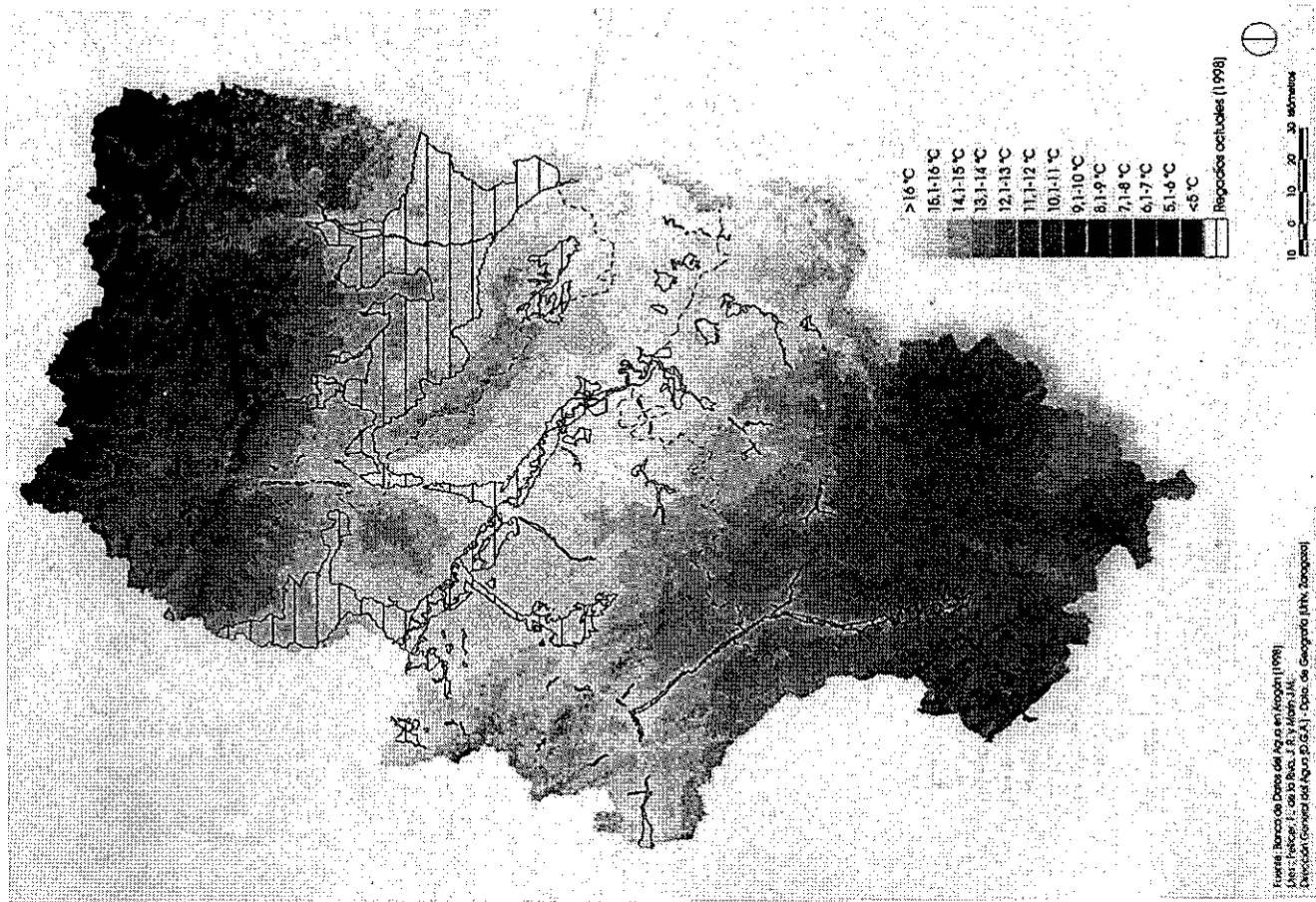
Mapa 18.2

DÉFICIT ANUAL



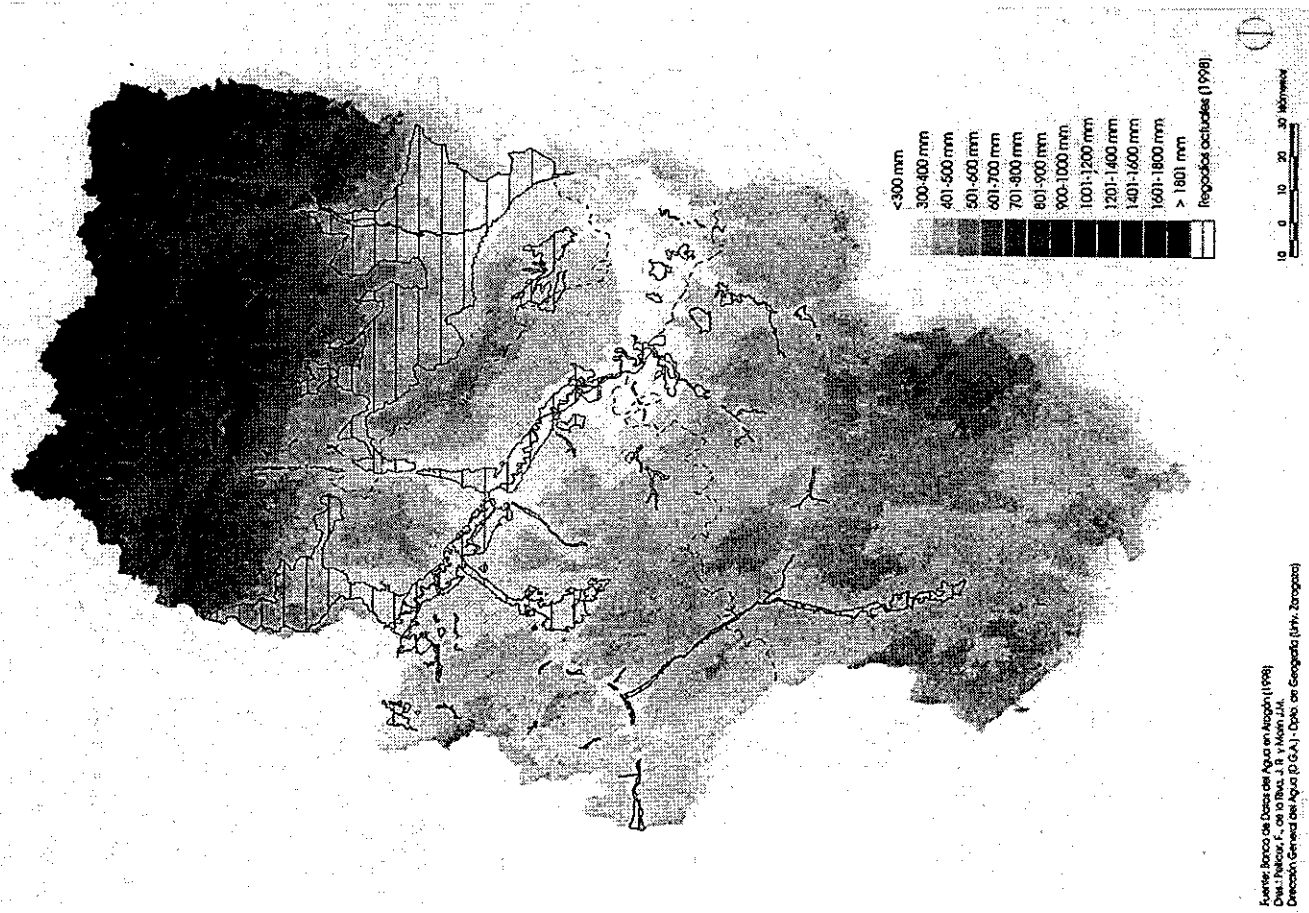
Mapa 18.3

TEMPERATURA MEDIA ANUAL

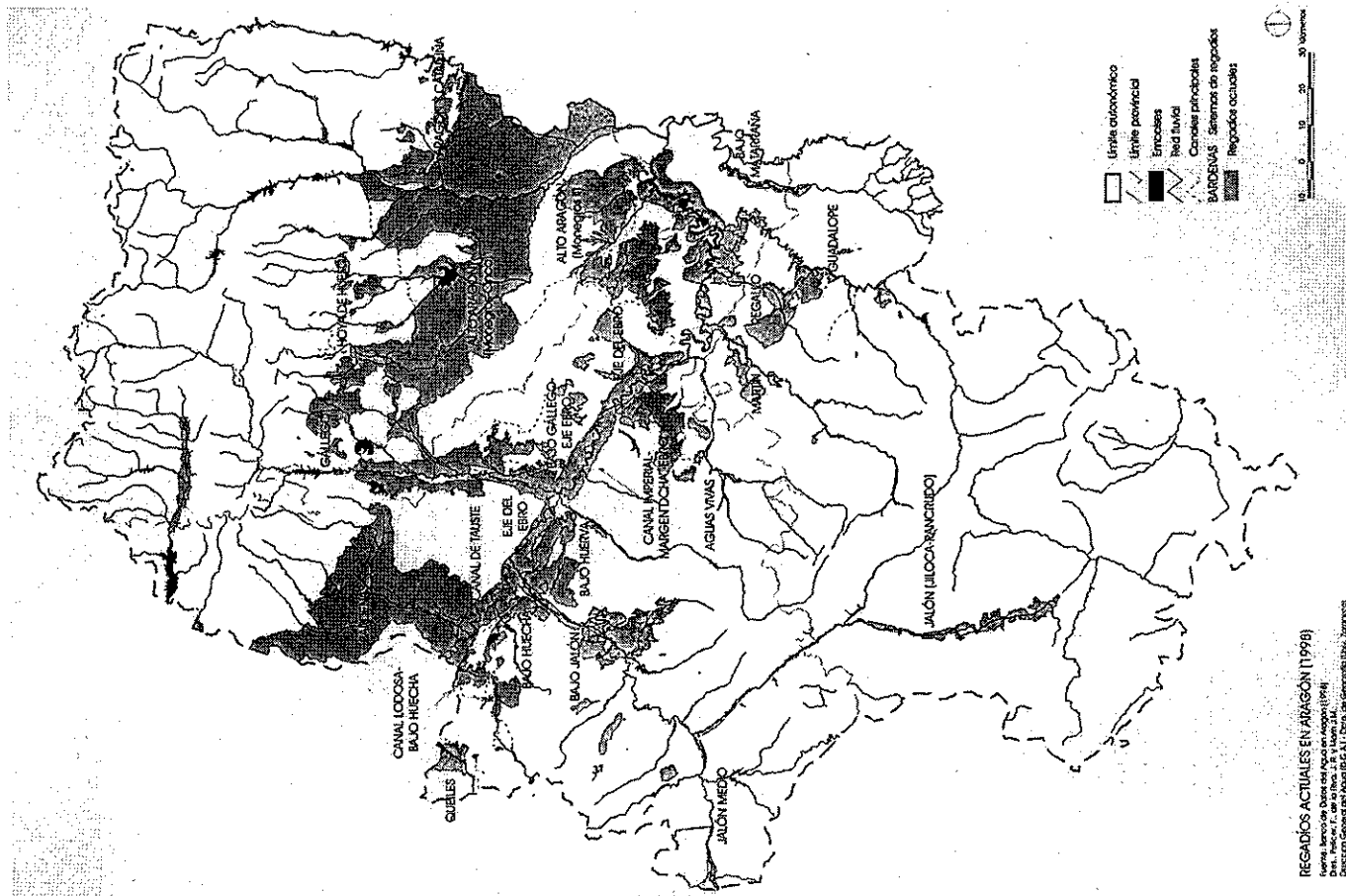


Mapa 18.4

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL



REGADÍOS ACTUALES EN ARAGÓN (1998)



REGADÍOS ACTUALES EN ARAGÓN (1998)
Fuente: Datos del Mapa de Aragón (1998).
Dirección General de Aguas de Aragón.

ambientes montañosos más frescos de los Pirineos e Ibérica frente los ambientes progresivamente más cálidos que se encuentran hacia el centro del Valle del Ebro y hacia el Este. Así, los regadíos del Eje del Ebro, Martín, Regallo, Guadaloque, Bajo Matarraña y Monegros II alcanzan temperaturas medias por encima de los 16°. En el extremo opuesto, se localizan los riegos de depresiones intraibéricas (Jiloca-Pancrudo) con medias en torno a 13° y los más septentrionales (Hoya de Huesca, Gállego...) con medias por debajo de 15°. Es un hecho que en amplias zonas de Aragón y en todas en las que se localizan los regadíos existe una eficacia térmica suficiente para una amplia gama de cultivos (Frutos, 1993).

Sin embargo, una variable térmica que es un factor limitante de importancia es la temperatura mínima reflejada en el cuadro 18.2 para las tres estaciones seleccionadas. Sin ser zonas elevadas, en todos los casos se alcanzan temperaturas por debajo de cero, de manera que se comprende que las zonas de mayor altura de Aragón, que son las que reciben mayor volumen de precipitaciones, presentan riesgos evidentes de heladas y un amplio período con temperaturas mínimas no adecuadas para muchos cultivos.

Cuadro 18.2

TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS MENSUALES

	E	F	M	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Zaragoza	-2,9	-1,8	-0,7	3,4	6,0	10,3	13,0	13,1	9,6	4,9	-0,1	-2,6
Huesca	-6,0	-4,9	-2,1	0,7	3,2	7,2	9,6	10,1	7,7	3,2	-1,3	-4,4
Calatayud	-6,2	-4,2	-1,9	1,7	3,8	7,6	10,2	10,2	7,0	2,5	-2,0	-4,6

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1987, 1976).

El mapa 18.1 de evapotranspiración potencial (calculada según el método de Thornthwaite) media anual refleja igualmente la elevadísima ETP (superior a 800 mm) del sector central-oriental, la más moderada de los regadíos más septentrionales (por debajo de 750 mm) y especialmente de los de Jiloca-Pancrudo en la margen derecha (por debajo de 700 mm).

Por último y a modo de síntesis, se presenta el mapa 18.2 de déficit hídrico en el que se observa el fuerte déficit (superior a 400 mm anuales) del sector central-oriental que afecta a los riegos del Eje del Ebro, Martín, Regallo, Guadaloque, Bajo Matarraña y un sector de Monegros II y Aragón y Cataluña. Las áreas regadas con déficit inferior (entre 200 y 300) son las del somontano pirenaico (Hoya de Huesca, Gállego, Norte de Bardenas y de Monegros-Cinca y Aragón y Cataluña) así como el Jiloca-

Pancrudo. Entre 300 y 400 mm de déficit anual se encuentran el resto de los sistemas de riegos. Es evidente, por tanto, la necesidad de aportes hídricos añadidos de estas zonas, necesidad que es todavía más patente analizando la distribución anual de este déficit (gráficos 18.1-18.3). En efecto, en estos gráficos se representan las fichas hídricas siguiendo el método de Thorthwaite (Fernández, 1995) de las estaciones seleccionadas y se observa cómo el período de déficit hídrico comprende siempre los meses de verano e incluye también parte de la primavera y otoño, momento crucial del crecimiento de los cultivos que más importancia tienen y han tenido en Aragón. En Zaragoza abarca 6 meses, en Huesca únicamente 4 y 5 en Calatayud.

Los efectos del regadío se ponen de manifiesto en el contraste de potencialidad agrícola entre el secano y el regadío en las diferentes zonas cultivables de Aragón expresado mediante los índices de Turc. Así, el índice anual para Zaragoza es de 6,5 en secano y 46,2 en regadío; para Huesca de 12,52 en secano y de 48,9 en regadío; para Calatayud de 8 en secano y 42,8 en regadío. Los índices mensuales se recogen en el cuadro 18.3 y puede observarse cómo son los meses de verano y primavera los que presentan mayores contrastes debido a los aportes hídricos adicionales que reciben en estos meses, precisamente los que tienen déficit hídrico como hemos visto.

Cuadro 18.3

ÍNDICES DE TURC MENSUALES

	E	F	M	Ab	Mj	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Zaragoza/secano	0,20	0,70	1,60	1,20	1,40			0,30	0,90	0,10		
Zaragoza/regadío	0,20	1,00	3,20	4,60	6,20	7,50	7,60	6,60	5,20	3,10	1,00	0,10
Huesca/secano		0,20	2,90	3,70	2,00			0,02	2,60	1,10	0,03	
Huesca/regadío		0,20	2,90	5,50	7,10	8,10	7,90	6,90	5,60	3,60	1,10	0,03
Calatayud/secano		0,10	1,70	1,60	2,10	0,10				2,00	0,90	0,10
Calatayud/regadío		0,10	2,10	4,30	6,00	7,30	7,40	6,50	5,10	3,30	0,80	

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1976, 1987).

En síntesis, el fuerte déficit hídrico es el factor limitante más destacado para la agricultura de las amplias zonas de Aragón que por pendientes y rasgos térmicos serían susceptibles de obtener un buen rendimiento (fundamentalmente la Depresión del Ebro y somontanos). La puesta en riego y el consiguiente aporte de agua en cantidad y momentos adecuados soluciona esta limitación y ello se traduce en un incremento de la potenciali-

Gráfico 18.1

FICHA HÍDRICA DE ZARAGOZA

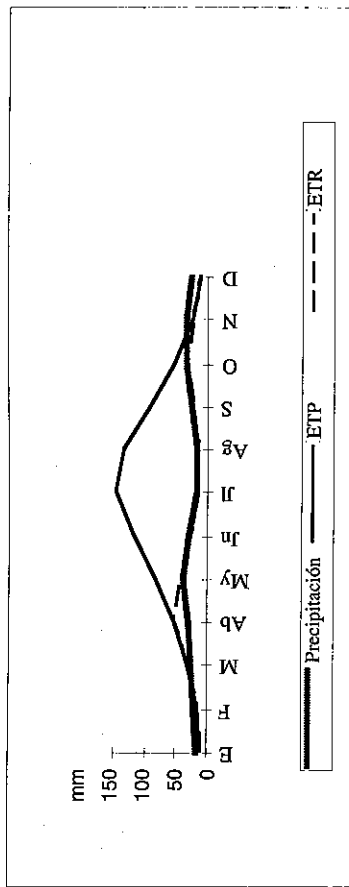


Gráfico 18.2

FICHA HÍDRICA DE HUESCA

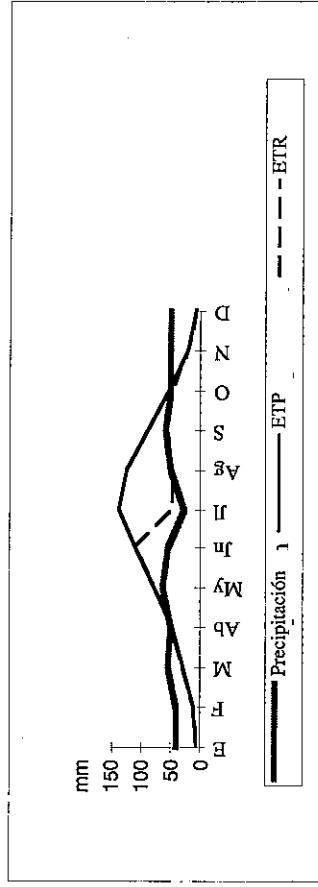
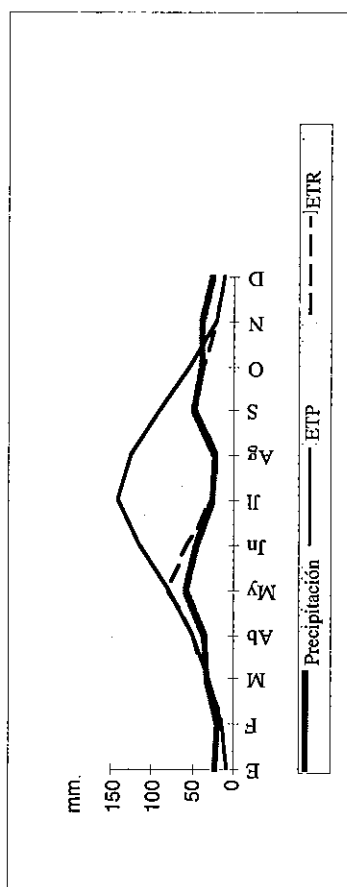


Gráfico 18.3

FICHA HÍDRICA DE CALATAYUD



Leyenda: ETP, evapotranspiración potencial; ETR, evapotranspiración real.

dad agrícola y, como veremos en los siguientes apartados, en unos cambios en la producción agrícola, en los usos del suelo y en las rentas agrarias. Sin embargo, el déficit hídrico no es el único factor limitante de importancia puesto que el factor edáfico en general y los problemas derivados de la salinización en particular restringen la puesta en riego de muchas áreas, desaconsejan determinados sistemas de riego y exigen un conocimiento detallado de los procesos edáficos que pueden desencadenarse en las áreas regadas y de otros impactos tanto socioeconómicos como medioambientales derivados de ellos.

2. La política hidráulica y la evolución de la superficie regada

Si en el epígrafe anterior hemos puesto de relieve la gran potencialidad agrícola que existía en algunas zonas de Aragón para su transformación en regadío, trataremos ahora de explicar el desarrollo histórico de las obras de infraestructura hidráulica, teniendo además en cuenta variables económicas imprescindibles de considerar para seguir ese proceso. Además, deberíamos ver si en cada momento histórico existían las condiciones institucionales y sociales que incentivarían el desarrollo de dichos trabajos.

No cabe ninguna duda de que las limitaciones que el medio natural imponía a las actividades agrícolas eran sentidas y claramente percibidas por quienes participaban en ellas. Particularmente la trascendencia que la escasez de las lluvias, su irregularidad, y sobre todo los déficit hídricos que se producían en momentos cruciales para el crecimiento de los cultivos, impulsó históricamente considerables esfuerzos en la dirección de tratar de buscar vías alternativas de suministro de agua a los cultivos a la propia pluviometría. Por ello no es de extrañar que con la tecnología propia de cada época se hayan desarrollado obras hidráulicas de carácter muy diverso que tenían como finalidad aprovechar el importante caudal hídrico que atravesaba el territorio. Algunas, como el Canal Imperial de Aragón, tuvieron un impacto notable en algunas comarcas, y en su conjunto hicieron que la superficie agrícola que con mayor o menor regularidad se beneficiaba del conjunto de trabajos de irrigación existentes, fuera a finales del siglo XVIII muy importante. Las tierras que aprovechaban esta circunstancia, se localizaban a lo largo de algunos importantes afluentes del Ebro, como el Jiloca, Jalón o Gállego, y, en el propio curso de aquél, gracias a la construcción del mencionado Canal Imperial. Eran tierras que, como hemos visto anteriormente, tanto desde el punto de vista del tipo de suelos disponibles, como de sus reducidas pendientes o gran elevación de los rendimientos al recibir el agua en los meses de primavera o verano, en los que podían tener lugar importantes estrés hídricos, tenían condiciones muy adecuadas para dicha transformación. El que se hicieran primero en esas zonas se puede

explicar por la elevada densidad de población existente en las vegas de los ríos (donde, además, estaban los núcleos de población mayores), que presionaba en consecuencia para la obtención de alimentos (más que por incrementar la cantidad por elevar la seguridad en el suministro, dependiendo menos de las condiciones atmosféricas), el reducido coste, en términos relativos, de buena parte de estas obras (la principal excepción sería el Canal Imperial), y la no excesiva complejidad técnica que exigía su construcción¹.

En la mayor parte del siglo XIX fueron muy escasas las realizaciones en materia de regadío, como pone de relieve la leve ampliación de la superficie regada y el que no se llevaran a cabo obras hidráulicas de importancia. Pensamos que, para explicar esta parálisis, es importante tener en cuenta el hecho de que las obras necesarias para continuar la expansión del regadío eran progresivamente de mayor envergadura, y por lo tanto exigían largos períodos de amortización y alta inversión inicial, lo que hizo que la iniciativa privada se retrayera. De esta forma, aunque se plantearon numerosos proyectos de regadío, que ponen de relieve la significación que se les daba para la transformación de la agricultura, éstos no condujeron a resultados importantes. La enorme inhibición del Estado en lo relativo a la política hidráulica es perfectamente coherente con lo que se puede denominar el modelo de política agraria liberal, más preocupado por dirigir el cambio institucional en un sentido favorable al establecimiento de unas condiciones adecuadas para el desarrollo de la producción, en un contexto de respeto a la propiedad privada y funcionamiento del mercado como asignador de recursos (Garrahou, 1997: 42). Si en el caso de la tierra, la reforma agraria liberal proveyó las condiciones necesarias para una expansión de la producción, en el caso del agua, su despatrimonialización no generó efectos similares por los problemas antes mencionados.

Teniendo en cuenta las condiciones medioambientales descritas y el que se desaprovechara la posibilidad de utilizar el regadío como una vía para incrementar la productividad agrícola, no es de extrañar la fuerza que tuvo el regeneracionismo hidráulico en Aragón en el último cuarto del siglo XIX, con Joaquín Costa como su figura más destacada (Fernández Clemente, 1989). Ya que la iniciativa privada no había sido capaz de aprovechar las posibilidades abiertas por la despatrimonialización del agua, pedían los regeneracionistas abiertamente la intervención estatal para suplir a aquélla y se veía al regadío como la panacea para los graves problemas de las zonas rurales aragonesas. Esta petición de intervención fue recibida en un contexto novedoso, en buena medida como consecuencia de la crisis agraria finisecular: por un lado, mucho más favorable a una mayor

¹ Una buena síntesis sobre el regadío aragonés en época moderna en PÉREZ SARRIÓN, G. (1990).

participación del Estado en acciones que facilitasen el desarrollo agrario y, por otro, dentro de un paradigma de cambio que optaba por «romper las limitaciones de los ciclos de energía y nutrientes propias de un sistema orgánico» (Garrahou, 1997: 144).

El cambio en las condiciones internacionales en las que se desarrollaba la agricultura, el giro en la política agraria y la potencialidad agrícola que hemos visto en la primera parte de algunas zonas una vez transformadas en regadío, y su adecuación, en general, para esta transformación (pendientes, suelos...) harían que el Valle del Ebro en general, y Aragón en particular, se convirtieran muy rápidamente en zonas pioneras para la nueva política hidráulica y también en un espacio clave para el regadío español.

En 1896 asumió ya el Estado la finalización de las obras en curso del Canal de Aragón y Cataluña, lo que suponía comenzar a aceptar el fracaso de las medidas liberales de fomento de las obras hidráulicas, y el comienzo de su realización, casi exclusiva hasta nuestros días, por parte del Estado. La continuidad de esta política se reafirmó con la asunción por el poder público del plan de riegos del Alto Aragón en 1915, que había sido diseñado por parte de la iniciativa privada en 1913 e implicaba una inversión de gran cuantía. Un tercer hecho de gran trascendencia también tuvo su epicentro en Aragón: en 1926 se constituía la primera de las confederaciones hidrográficas que en el futuro se fueron creando: la Confederación Hidrográfica del Ebro (Frutos, 1995; Fernández Clemente, 1997). Ésta suponía un intento temprano de gestión integral de la Cuenca, luego extendido al conjunto de España, que incluía no sólo la realización de los planes de riego, sino también la gestión, o control, de otros usos del agua, como el abastecimiento urbano o los aprovechamientos hidroeléctricos. La CHE rubrica y consolida de forma definitiva el principio de intervención pública en el desarrollo de las infraestructuras de regadío².

Hasta 1936 el incremento de la superficie regada se concentró en Aragón básicamente en la provincia de Huesca, duplicándose aquélla con creces, siendo especialmente responsable de esta ampliación la culminación de las obras del Canal de Aragón y Cataluña y en muy pequeña medida la terminación ya en la década de los treinta de algunas de las primeras correspondientes al Plan de Riegos del Alto Aragón. En Teruel y Zaragoza, la ampliación del regadío tuvo muy poca importancia (ver cuadro 18.4). Además, se llevaron a cabo obras hidráulicas de muy diverso tamaño, cuyo objeto no era la ampliación del regadío, sino asegurar y mejorar el existente hasta aquel momento. Algunas de estas obras supusieron para Zaragoza y Teruel una considerable mejora del regadío disponible (ver cuadro 18.5).

² La mayor intervención pública implicó un incremento de la inversión con este fin. Su porcentaje sobre el gasto público creció significativamente desde 1904, *vid.* VILLANUEVA, G. (1991), pp. 246-248.

EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE CULTIVADA EN REGADÍO EN ARAGÓN, 1900-1990*

	Regadío total				Regadío sin barbecho			
	Huesca	Teruel	Zarag.	Aragón	Huesca	Teruel	Zarag.	Aragón
1900	36.770	43.261	114.770	194.801	31.243	38.418	98.579	168.239
1905	38.133	45.588	111.839	195.560	32.665	40.484	96.510	169.658
1910	40.470	48.240	116.257	204.968	34.882	42.839	100.269	177.990
1915	69.343	49.861	108.229	227.432	55.464	44.278	96.172	195.914
1920	72.573	53.714	115.516	241.803	57.846	47.700	102.721	208.267
1925	72.643	50.499	98.697	221.839	58.071	44.845	91.095	194.011
1930	75.690	51.408	109.413	236.511	60.284	45.653	100.826	206.762
1935	81.990	54.348	102.048	238.387	65.035	48.264	93.929	207.228
1950	69.610	33.127	105.240	207.977	47.650	29.418	88.576	165.644
1955	81.764	34.257	122.938	238.959	57.431	29.591	106.771	193.793
1960	89.122	35.465	158.894	283.481	78.388	29.265	132.828	240.481
1965	128.117	37.995	156.080	322.191	110.750	33.328	139.180	283.258
1970	134.516	39.206	162.708	336.430	123.650	34.006	142.675	300.331
1975	148.858	34.327	163.882	347.066	141.924	32.727	158.115	332.766
1980	162.390	35.655	166.752	364.798	150.024	32.789	158.086	340.898
1985	170.680	35.653	170.818	377.151	162.480	30.787	161.085	354.351
1990	187.680	35.261	180.196	403.137	171.129	27.625	169.803	368.556

* Las cifras son promedio del año que aparece con la anterior y posterior de cada uno de ellos.

Nota: Al no disponer de datos sobre la superficie en barbecho en Teruel hasta 1950, hemos optado por estimarlo suponiendo que su importancia relativa fue idéntica hasta aquel año. Las dudas que plantea la calidad de las cifras de barbecho nos ha llevado a presentar también la superficie en regadío sin tener en cuenta a aquél.

Fuente: 1900-1935: elaboración propia a partir de Pinilla (1991). 1950-1990: elaboración propia con base en los Anuarios de Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura.

Debe destacarse, también, que la relativa importancia que a comienzos del siglo tenían las obras hidráulicas desarrolladas por particulares (básicamente comunidades de regantes) es completamente eclipsada por la labor constructora del Estado, que finalmente es el que casi en exclusiva realiza esta tarea (ver cuadro 18.6). No hay que olvidar, sin embargo, que una parte sustancial del coste de la transformación del secano en regadío recaía en los propios propietarios de las tierras, aun cuando las grandes infraestructuras fueran financiadas por la Administración.

En el primer tercio del siglo XX es importante tener en cuenta el grado de desarrollo tecnológico alcanzado, ya que tuvo importantes consecuencias desde el punto de vista de incrementar las posibilidades de construir obras hidráulicas de mayor tamaño, con técnicas nuevas. Desde este punto

Cuadro 18.5

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA SUPERFICIE DE REGADÍO ENTRE EL DE CARÁCTER EVENTUAL Y PERMANENTE

		1904	1916	1962	1972	1989
Huesca	Eventual	41,6	78,0	18,3	17,1	19,2
	Permanente	58,4	22,0	81,7	82,9	80,8
Teruel	Eventual	19,8	6,9	29,9	32,6	15,9
	Permanente	80,2	93,1	70,1	67,4	84,1
Zaragoza	Eventual	49,4	19,1	20,8	21,0	12,9
	Permanente	50,6	80,9	79,2	79,0	87,1

Fuente: V. Pinilla (1996).

Cuadro 18.6

CAPACIDAD DE LOS EMBALSES DE ARAGÓN DESTINADOS A REGADÍO

	Hm cúbicos	Acumulado	% propiedad estatal
h. 1850	2,7	2,7	0,0
1850-99	10,8	13,5	18,5
1900-09	4,9	18,4	20,3
1910-19	27,5	45,9	9,1
1920-29	62,3	108,2	83,9
1930-39	175,2	283,4	100,0
1940-49	20,8	304,2	84,2
1950-59	0,3	304,6	37,5
1960-69	1.354,6	1.659,1	100,0
1970-79	559,7	2.258,8	100,0
1980-89	141,1	2.399,9	100,0

Fuente: V. Pinilla (1996) y Dirección General de Obras Hidráulicas (1992).

de vista serían importantes tanto la adopción de nuevas técnicas en la construcción de presas como la utilización de nuevos materiales como el cemento armado.

Durante la dictadura franquista, la política hidráulica va a ocupar un lugar relevante en las actuaciones del régimen en el sector agrario. En Aragón, las obras hidráulicas con fines de regadío tuvieron un pobre arranque en la década de los cuarenta, debiendo destacarse la escasa capacidad de los

únicos embalses finalizados y la lentitud con que se reanudaron las obras en curso antes de la guerra correspondientes al plan de riegos del Alto Aragón³ (ver cuadro 18.6). Fue en los años posteriores, en los cincuenta y sesenta, cuando la política hidráulica va a producir resultados más espectaculares. Un hecho fundamental fue la decisión estatal de acometer directamente todas las obras necesarias, profundizándose por lo tanto una política, que como hemos visto estaba ya presente desde comienzos del siglo, y que supuso ahora un incremento sustancial de las dotaciones presupuestarias para este fin.

De esta forma, la extensión del regadío se lleva a cabo fundamentalmente a través del desarrollo de los planes de regadío ya en marcha antes de la guerra, como era el caso del plan de riegos del Alto Aragón, o diseñados aunque no comenzados como el Plan de Bardenas. A ello habría que añadir algunas actuaciones importantes en el sistema del Canal de Aragón y Cataluña, ya en explotación antes de la guerra, y otras de carácter más local. Estos tres grandes sistemas de riego reunían dos características trascendentales para su viabilidad: por un lado, y de acuerdo con la caracterización realizada en la primera parte, la mayor parte de las tierras a ellos correspondientes que se iban a transformar, tenían muy buenas condiciones desde el punto de vista de pendientes, temperaturas, potencialidad agrícola y en grado variable en el caso de los suelos; en segundo lugar, estaban situados relativamente cerca de la potencial gran reserva de agua constituida en el sistema pirenaico, lo que hacía económicamente abordable las obras de transformación, frente a otras alternativas mucho más alejadas de ellas.

La política hidráulica se va a canalizar además a través de la realización de grandes planes destinados a transformar determinadas zonas a través de lo que se ha denominado la colonización integral, que además de la mera puesta en regadío supone también en algunas zonas el asentamiento de colonos, que iban a recibir del Instituto Nacional de Colonización (entidad creada expresamente con esa finalidad) una parte de las nuevas tierras puestas en regadío, y la creación de nuevos núcleos de población. Esta política de colonización integral no sería abandonada hasta mediados de los años sesenta. En Aragón fue muy significativa esta parte del programa de colonización. Fueron construidos 31 nuevos poblados en los que a principios de la década de los ochenta estaban instalados 5.507 concesionarios con sus familias, la mayor parte de éstos en el regadío. Se habían adjudicado por este procedimiento en Aragón casi 43.000 hectáreas de regadío y 28.000 de secano, lo que representaba, respectivamente, un 25 y un 16,5% del total de España. Huesca y Zaragoza eran las provincias en

³ Para el caso de Huesca, ver SABIDO, A. (1994). Sobre el fracaso en la política de regadío en los años cuarenta, ver las posiciones antagonistas de BARCELONA (1997) y SUMPSI (1997).

las que estas acciones habían tenido gran importancia, a diferencia de su escasa incidencia en Teruel (Villanueva y Leal, 1990).

Si analizamos la construcción de embalses durante las décadas de los cincuenta y sesenta (finalizados en los sesenta y setenta), destaca su gran capacidad reguladora (ver cuadro 18.6), ya que ésta no tiene parangón con las obras llevadas a cabo hasta entonces, lo que permite entender perfectamente el fuerte crecimiento que de la superficie regada tuvo lugar. La realización de la red de canales principales y secundarios en los sistemas de riego más importantes tuvo un carácter más continuado, extendiéndose hasta los años noventa.

Como consecuencia de todas estas acciones, prácticamente se duplica la superficie regada en Aragón entre 1950 y 1990 (ver cuadro 18.4). Si analizamos desde un punto de vista cronológico la extensión del regadío, podríamos decir que hasta mediados de los años cincuenta tiene lugar una recuperación de tierras que habían dejado de ser cultivadas y de nuevo vuelven al circuito agrícola. Las 80.000 hectáreas de superficie cultivada en regadío en Huesca se vuelven a alcanzar hacia 1955, mientras que las algo más de 100.000 hectáreas de regadío cultivadas en Zaragoza a mediados de los años treinta se recuperan ya a principios de la misma década. A partir de entonces el crecimiento va a ser continuo, si bien el momento de más rápido crecimiento en Huesca y Zaragoza se sitúa en los años que van de 1960 a 1965. La entrada en servicio de la presa de Yesa, con destino a la regulación de las aguas para el sistema de Bardenas, y el Canal de Bardenas determinan un enorme salto para esta provincia, que tenderá a crecer posteriormente a un ritmo muy pausado. En la provincia de Huesca el primer gran salto tiene que ver con el Canal de Monegros, pero la continuación de las obras ligadas al plan de riegos del Alto Aragón, con el canal del Flumen, y el recrecimiento de la Sotonera para estos dos canales, y con el pantano de El Grado a finales ya de los sesenta para el canal del Cinca, condujo simultáneamente, determinan que el crecimiento siga a un ritmo apreciable posteriormente. Simultáneamente, el rasgo más llamativo de la evolución del regadío en la provincia de Teruel es su estancamiento. La penuria de obras hidráulicas en esta provincia mantiene básicamente la superficie regada en cifras muy estables. Puede entenderse esta situación por cuanto gran parte de las tierras agrícolas turolenses de secano no tenían condiciones adecuadas para su transformación en regadío.

A finales de la década de los ochenta tanto Huesca como Zaragoza superaban las 180.000 hectáreas de regadío, mientras que la provincia de Teruel se situaba en 35.000.

Hubo también una mejora en el tipo de regadío desde 1950, de tal forma que tuvo lugar en las dos provincias con mayor crecimiento del regadío, bien un mantenimiento del porcentaje de regadío permanente en valores muy elevados (Zaragoza) o un sustancial incremento de dicho por-

centaje (Huesca) (ver cuadro 18.5). Este hecho debe considerarse como mínimo de tanta importancia como la extensión del regadío, ya que implicaba la posibilidad de que tuvieran lugar cambios en el uso del suelo hacia cultivos más intensivos, imposibles de desarrollar sin la seguridad en el suministro de agua.

3. La evolución del uso del suelo en regadío

Los cambios en los usos de la superficie regada en Aragón han estado ligados a diversos factores, debiendo destacarse entre ellos las posibilidades agroclimáticas para el desarrollo de los diferentes cultivos⁴, la suficiencia de agua con el mismo fin, las prácticas de fertilización desarrolladas, las distintas rentabilidades generadas por las alternativas de cultivos y la existencia de incentivos desde fuera del sector para orientar la tierra en variadas direcciones (incentivos institucionales o mercantiles). Desde 1900 han tenido lugar cambios en el uso del suelo hacia una mayor presencia de cultivos de carácter más intensivo. Esta tendencia no se ha seguido de la misma forma en las diferentes provincias y además ha habido diferencias en sus ritmos cronológicos todavía más importantes.

Hasta 1935 se aprecia una clara divergencia en la evolución del uso del suelo regado en Aragón. En buena parte del regadío zaragozano se produjo un abandono progresivo de lo que eran los cultivos tradicionales del regadío —cereales de invierno, viñedo y olivar—, que pasaron de representar un 85% de la superficie de regadío hacia 1890 a sólo un 45,5% en 1925, para ser reemplazados por cultivos más intensivos, como sobre todo la remolacha azucarera o las plantas forrajeras (ver cuadro 18.7). Teniendo en cuenta que en esta provincia se mejoró el tipo de regadío pero no su extensión, más de 25.000 hectáreas pasaron a ser ocupadas por cultivos más intensivos, y Zaragoza se convirtió en la principal provincia española productora de remolacha azucarera. Este cambio puede entenderse como una reacción frente a los problemas con que se encontraban algunos cultivos tradicionales como consecuencia de la crisis finisecular, y directamente inducido por la demanda de materia prima realizada por las fábricas azucareras.

Por otro, en la mayor parte de los regadíos de Huesca y Teruel, lo más significativo fue la permanencia de la estructura de cultivos tradicional. En Huesca, el gran incremento de la superficie regada se tradujo en uno muy similar de la superficie dedicada a cereales de invierno y barbecho, y en menor medida viñedos y olivares. La explicación no es difícil y reside en la insuficiencia de agua, o falta de seguridad en su suministro, para desarrollar

⁴ En PINILLA, V. (1995), p. 35, hay una valoración agronómica de una treintena de cultivos por zonas agroclimáticas.

USO DEL SUELO EN REGADÍO POR TIPOS DE CULTIVOS
(EN %), 1900-1990

	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Huesca	Barbechos	15,0	14,3	13,8	20,0	20,3	20,1	20,4	20,7	31,5	29,8	12,0	13,6	8,1	4,7	7,6	4,8
	2	38,6	39,1	41,2	53,2	54,9	54,1	52,7	42,6	40,2	46,3	59,2	60,6	54,6	47,6	50,4	45,5
	3								20,3	23,9	35,3	21,5	24,2	30,3	36,0	34,5	35,9
	4								5,6	6,2	6,3	5,8	7,2	10,5	8,9	10,3	9,8
	1+2	53,7	53,4	55,0	73,2	75,2	74,2	73,1	74,0	69,9	58,4	72,7	68,6	59,3	55,2	54,4	54,4
	Cult. de sec. y reg.	46,3	46,6	45,0	26,8	24,8	25,8	26,9	25,8	30,1	41,6	27,3	31,4	40,7	44,8	44,8	45,6
	Cult. carac. regadío	46,3	46,6	45,0	26,8	24,8	25,8	26,9	25,8	30,1	41,6	27,3	31,4	40,7	44,8	44,8	45,6
	TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Teruel	Barbechos	11,2	13,6	17,5	12,3	13,3	4,7	8,0	21,7	13,6	21,7	27,7	31,6	37,5	42,5	41,4	38,0
	2	59,8	58,7	57,7	59,4	60,7	57,4	57,6	59,5	54,7	44,3	29,8	34,4	29,7	28,1	37,5	27,7
	3									30,4	36,7	46,4	42,0	41,8	51,4	42,5	41,4
	4									3,7	5,3	6,3	11,3	15,2	15,9	13,4	12,7
	1+2	40,2	41,3	42,3	40,6	39,3	42,6	42,4	40,5	34,1	42,0	52,7	53,3	57,0	67,3	54,4	50,7
	Cult. de sec. y reg.	40,2	41,3	42,3	40,6	39,3	42,6	42,4	40,5	34,1	42,0	52,7	53,3	57,0	67,3	54,4	50,7
	Cult. carac. regadío	40,2	41,3	42,3	40,6	39,3	42,6	42,4	40,5	34,1	42,0	52,7	53,3	57,0	67,3	54,4	50,7
	TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Zaragoza	Barbechos	14,1	13,7	13,8	11,1	11,1	7,7	7,8	8,0	15,8	13,2	16,4	10,8	12,3	3,5	5,2	5,8
	2	64,4	56,5	51,6	44,8	39,5	38,2	42,3	45,0	46,8	48,3	40,3	46,1	33,3	30,4	36,3	32,4
	3									34,1	33,7	37,6	35,4	43,2	46,5	43,2	43,2
	4									3,3	4,8	5,7	7,7	11,2	15,8	15,9	16,8
	1+2	78,5	70,2	65,3	55,9	50,5	45,9	50,1	52,9	62,7	61,5	56,7	56,9	45,6	33,9	41,5	38,5
	Cult. de sec. y reg.	78,5	70,2	65,3	55,9	50,5	45,9	50,1	52,9	62,7	61,5	56,7	56,9	45,6	33,9	41,5	38,5
	Cult. carac. regadío	21,5	29,8	34,7	44,1	49,5	54,1	49,9	47,1	37,3	38,5	43,3	43,1	54,4	66,1	58,5	61,8
	TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: 1900-1935: Elaboración propia a partir de V. Pimilla (1991); 1950-1990: elaboración propia a partir de los Anuarios de Estadística Agraria. Nota: Los datos de cada año son promedio del mismo con el inmediatamente anterior y posterior.

en una buena parte de los nuevos regadíos cultivos más intensivos, lo que determinó que tuviera lugar una permanente reducción del porcentaje dedicado a estos últimos. Así, si en 1900 en torno a un 46% de la superficie de regadío estaba dedicada a sus cultivos más intensivos, en 1935 este porcentaje se había reducido a sólo un 26% (ver cuadro 18.7). Tanto en Huesca como en Teruel, en algunas comarcas con suficiente agua y aptitudes agroclimáticas adecuadas también hubo un cambio similar al de Zaragoza.

Desde 1950 se aprecia una menor divergencia en la evolución del uso del suelo en las dos provincias donde éste tenía una importancia significativa. Sería, por un lado, importante destacar cómo a pesar de algunos retrocesos momentáneos, debido a la entrada en producción de superficies transformadas, a largo plazo predomina la tendencia al desarrollo de cultivos más intensivos, aunque a comienzos de los años noventa el contrario lo pone la todavía porcentualmente alta superficie dedicada a cultivos no específicos del regadío, sobre todo cereales de invierno. También es importante destacar que dentro de los cultivos característicos del regadío, la parte ocupada por los más intensivos ha sido relativamente pequeña. Ello podría explicarse por varias razones: la debilidad de la agroindustria aragonesa, que en consecuencia no ha generado incentivos suficientes para que los agricultores dedicasen sus tierras a productos muy intensivos, a diferencia de lo que ha ocurrido en zonas próximas, como sobre todo La Rioja⁵; la insuficiencia hídrica en algunos polígonos de riego (Omedas, 1994: 53), en parte por la baja capacidad de canales finalizados en las primeras etapas de desarrollo de los grandes planes⁶; la adecuación de algunos cultivos como la cebada a suelos con problemas de salinización; o, por último, la diferente dotación de factores productivos de pequeñas y grandes explotaciones.

En Huesca, los cultivos propios del regadío pasaron a ocupar en la provincia oscense de un 25,8% de aquél en 1950 a un 45,6% en 1990 (en 1994 se alcanzó el 61,9%). Esta tendencia tuvo varias oscilaciones, estando asociados los retrocesos a la ampliación del regadío. Sin embargo,

⁵ El cierre progresivo de las azucareras dejó huérfana a la agricultura de regadío de la principal agroindustria que había orientado en ella los cambios en los usos del suelo más importantes. Ver sobre los problemas de la remolacha, ASIN, F., *et al.* (1981). Sobre la debilidad de la agroindustria aragonesa ver PÉREZ, L. y J. M. GIL (1991) y una comparación, desfavorable para Aragón, con La Rioja y Navarra en RAPÚN, M. y L. PÉREZ (1992).

⁶ Según SÁNCHEZ, A. (1998) las primeras obras del Plan de Riegos del Alto Aragón se habían hecho pensando en que el destino de las tierras transformadas iba a ser el cultivo de cereales de invierno. En el mismo sentido se manifiesta SABIO, A. (1994), p. 231, al señalar que en los cincuenta y sesenta «con los riegos en marcha, se aspiraba a convertir Huesca en una de las provincias reguladoras de la producción cerealística nacional, en un silo que contara anualmente con una cantidad casi fija de toneladas de grano seguras. En conclusión: con frecuencia se introdujo el regadío para asegurar el cereal, sin cambiar ostensiblemente los usos del suelo».

la parte ocupada por los cultivos intensivos, aunque ha crecido también en el período, pasando de un 5,6% en 1950 del regadío al 9,8% en 1990, ha supuesto una parte pequeña de la superficie regada de la provincia (ver cuadro 18.7).

En Zaragoza, también podemos constatar la tendencia al incremento de la parte del regadío dedicada a cultivos más intensivos. Si los cultivos característicos del regadío eran en 1950 un 37,3% de éste, en 1990 llegan a un 61,8%. En esta provincia el crecimiento de los cultivos más intensivos es especialmente notable, ya que pasan de ser un 3,3% del regadío en 1950 a un 18,5% en 1990. Además, desde 1975 éstos han supuesto siempre más de un 15% de la superficie regada. Su importancia en Zaragoza duplica por lo tanto a la alcanzada en la provincia de Huesca.

Por último, en Teruel el incremento del porcentaje que han supuesto los cultivos característicos del regadío es el menor, de un 34,1% en 1950 a un 50,7% en 1990. Aquí, los cultivos más intensivos han seguido también la pauta general en el sentido de su fuerte crecimiento, ya que si en 1950 eran el 3,7% del regadío turolense, en 1994 eran ya el 12,7%.

4. La producción agrícola en el regadío aragonés y sus cambios

Las consecuencias de las distintas opciones que se llevaron a cabo en torno al uso del suelo en regadío hasta 1935 no fueron nimias, y destaca con claridad el caso de la provincia de Zaragoza con su clara orientación hacia la remolacha azucarera por la capacidad de transformación que generó, tanto en la agricultura como en el conjunto de la economía.

La expansión de este cultivo exigió un elevado grado de cambio técnico, sin el que no hubiera sido posible aquella. En primer lugar, fue necesario asegurar el riego permanente a estas tierras. Además, fue imprescindible adoptar nuevos aperos agrícolas, recurrir a los abonos inorgánicos para abonar más, pues por tratarse de cultivos muy esquilmanes agotaban la tierra, y llevar a cabo nuevas prácticas agrícolas (Pinilla, 1995a). En definitiva, se produjeron cambios importantes que iniciaban un proceso de ruptura con la agricultura «tradicional».

Por otro lado, el posible obstáculo que pudiera haber supuesto las mayores necesidades de capital que exigían los nuevos cultivos, fue solucionado gracias a los adelantos que hacían las fábricas, en metálico o en semillas y abonos, y a la elevada rentabilidad del cultivo, lo que permitía recuperar en un corto espacio de tiempo la inversión realizada, mejorándose por tanto notablemente las rentas de quienes pudieron optar por esta vía.

Las consecuencias generadas por este importante cambio agrícola trascendieron al propio sector, ya que el cultivo de la remolacha no era

Cuadro 18.8

PRODUCCIÓN TOTAL AGRÍCOLA EN ARAGÓN, 1950-1990 (CALCULADA A PRECIOS DE 1975)

	Producción en miles de pesetas		Distribución en %	Producto total por hectárea (pesetas)			
	Secano	Regadío		Secano	Regadío		
Huesca							
1950	1.445.386	1.843.368	43,9	56,1	5.139	26.481	9.373
1955	1.921.418	2.608.778	42,4	57,6	6.509	31.906	12.018
1960	2.157.635	4.162.925	34,1	65,9	7.513	46.711	16.797
1965	2.251.714	4.026.653	35,9	64,1	6.928	31.430	13.855
1970	2.925.783	4.627.210	38,7	61,3	8.197	34.399	15.369
1975	3.940.580	7.583.001	34,2	65,8	10.864	50.941	22.526
1980	4.692.291	9.443.942	33,2	66,8	12.779	58.156	26.694
1985	5.657.366	10.332.977	35,4	64,6	15.432	60.540	29.761
1990	4.328.489	11.499.527	27,3	72,7	12.201	61.272	29.179
Teruel							
1950	1.675.448	1.114.066	60,1	39,9	5.488	33.630	8.242
1955	1.747.937	1.417.298	55,2	44,8	5.034	41.372	8.297
1960	2.253.485	1.667.638	57,5	42,5	5.559	47.002	8.895
1965	2.431.580	2.047.458	54,3	45,7	6.206	53.888	10.420
1970	3.143.351	2.586.187	54,9	45,1	7.639	65.964	12.713
1975	3.865.978	2.835.226	57,7	42,3	9.586	82.595	15.313
1980	3.356.166	2.352.719	58,8	41,2	8.011	65.985	12.558
1985	3.574.866	1.927.851	65,0	35,0	8.472	54.072	12.024
1990	4.277.006	2.382.647	64,2	35,8	10.143	67.572	14.574
Zaragoza							
1950	2.384.560	3.694.247	39,2	60,8	4.840	35.103	10.167
1955	3.001.934	4.576.376	39,6	60,4	5.763	37.225	11.771
1960	3.358.759	6.376.626	34,5	65,5	5.490	40.131	12.632
1965	4.883.712	6.398.064	43,3	56,7	7.725	40.992	14.311
1970	5.357.607	7.748.285	40,9	59,1	7.771	47.621	15.379
1975	6.976.585	11.926.146	36,9	63,1	9.484	72.773	21.015
1980	6.706.338	12.287.363	35,3	64,7	8.928	73.686	20.693
1985	6.778.967	14.137.101	32,4	67,6	9.185	82.761	23.014
1990	6.371.523	14.302.734	30,8	69,2	9.338	79.373	23.969

PRODUCCIÓN TOTAL AGRÍCOLA EN ARAGÓN, 1950-1990
(CALCULADA A PRECIOS DE 1975)

	Producción en miles de pesetas		Distribución en %		Producto total por hectárea (pesetas)	
	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío
Aragón						
1950	5.505.394	6.651.681	45,3	54,7	5.101	31.983
1955	6.671.289	8.602.452	43,7	56,3	5.735	36.000
1960	7.769.879	12.207.189	38,9	61,1	5.957	43.062
1965	9.567.007	12.472.175	43,4	56,6	7.091	38.711
1970	11.426.741	14.961.682	43,3	56,7	7.838	44.472
1975	14.783.144	22.344.373	39,8	60,2	9.845	64.381
1980	14.754.796	24.084.023	38,0	62,0	9.598	66.020
1985	16.011.198	26.397.929	37,8	62,2	10.488	69.993
1990	14.977.018	28.184.909	34,7	65,3	10.267	69.914

Fuente: Elaboración propia con base en los Anuarios de Estadística Agraria.

Nota: La producción de cada año de referencia es el resultado del promedio de ese mismo año con el inmediatamente anterior e inmediatamente posterior.

posible si no se instalaban fábricas azucareras en las proximidades de los campos de cultivo. Ello impulsó en consecuencia el desarrollo de la industria ligada a la propia transformación de la remolacha, fundándose 16 fábricas entre 1894 y 1925, la mayor parte de ellas en la provincia de Zaragoza. Además, el sector azucarero fue protagonista desde comienzos de siglo del proceso industrializador aragonés, por los importantes efectos de arrastre que generó: tanto hacia atrás, es decir, el impulso a la agricultura de regadío en el sentido antes explicado y a otros sectores industriales encargados de proveer de *inputs* a las nuevas azucareras, como fue, por ejemplo, el caso de la industria química para la producción de abonos, de maquinaria agrícola o de maquinaria para las propias azucareras; como hacia adelante, ya que los importantes beneficios que generó el sector azucarero tendieron a transformarse en parte en capital bancario, lo que condujo a la constitución en Aragón de un moderno sector financiero autóctono o el surgimiento de una industria alcohólica que aprovechaba subproductos del proceso de obtención del azúcar (Biescas, 1985; Germán, 1990).

En Huesca, el hecho de que las nuevas tierras regadas fueron destinadas al cultivo cereal, si bien significó una mayor producción por hectárea y

una mayor seguridad en la cosecha recogida, no implicó un modelo de agricultura distinto al del secano, sino una rentabilidad mayor. Como hemos visto en la primera parte, la productividad de cultivos tradicionales, como los cereales, se disparaba al transformarse las tierras en regadío. La clave estuvo, como se explicó anteriormente, en el carácter eventual de gran parte de la superficie de regadío ampliada en la provincia. En este caso el impulso sobre el conjunto de las actividades económicas fue muy escaso, ya que el incremento de la producción cerealista, si bien consolidó en Huesca las harineras existentes, no implicó transformaciones relevantes en el conjunto de su economía.

La producción agrícola se incrementó después de 1950, una vez superados los graves problemas que atravesó el sector en la década de los cuarenta y primeros cincuenta (Germán, 1996), a un ritmo considerablemente más rápido que en el primer tercio del siglo XX. En Huesca la producción total agrícola en regadío creció entre 1950 y 1990 a un 4,7% anual, en Zaragoza al 3,4% y en Teruel a un mucho más modesto 1,9%. El incremento de la producción en el regadío aragonés ha podido deberse a dos causas diferentes o a la interacción entre ellas. Por un lado, es posible que el simple incremento de la superficie regada haya sido el responsable del incremento paralelo de la producción; la segunda opción consiste en que tuviera también un peso relevante la variación de la producción por hectárea, bien fuera por efecto del cambio técnico o porque hubiera tenido lugar una reorientación de cultivos hacia aquellos de mayor precio relativo, lo que implica también que en nuestro cálculo agregado la producción tendiera a incrementarse. Para saber en qué medida se debió a uno u otro factor dicho incremento utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Y_n - Y_1 = P_1 (S_n - S_1) + S_1 (P_n - P_1) + (P_n - P_1) \cdot (S_n - S_1)$$

Siendo:

Y_n la producción total en regadío en el año 1990 (a precios de 1975).

Y_1 la producción total en regadío en el año 1950 (a precios de 1975).

P_1 la producción por hectárea en regadío en el año 1950 (a precios de 1975).

S_n la superficie cultivada en regadío en el año 1990.

S_1 la superficie cultivada en regadío en el año 1950.

P_n la producción por hectárea en regadío en el año 1990 (a precios de 1975).

El primer término, $P_1 (S_n - S_1)$, representaría el crecimiento en la producción efecto de variaciones de la superficie si la producción por hectárea permaneciera constante; el segundo, $S_1 (P_n - P_1)$, variaciones en la producción permaneciendo constante la superficie, y consecuencia, por tanto, de

cambios en la producción por hectárea; y el tercero, $(P_n - P_1) \cdot (S_n - S_1)$, variaciones en la producción consecuencia del crecimiento simultáneo de la superficie y la producción por hectárea.

Los datos del cuadro 18.9 ponen de relieve cómo fueron muy significativos para el conjunto de Aragón tanto el incremento de la superficie

Cuadro 18.9

CAUSAS DEL CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN
TOTAL AGRÍCOLA EN REGADÍO, 1950-1990 (EN %)

	Huesca	Teruel	Zaragoza	Aragón
$P_1 (S_n - S_1)$	32,4	5,7	24,8	29,0
$S_1 (P_n - P_1)$	25,1	88,6	43,9	36,6
$(S_n - S_1) \times (P_n - P_1)$	42,5	5,7	31,3	34,4
$Y_n - Y_1$	100,0	100,0	100,0	100,0

Nota: Ver texto para la explicación de la fórmula utilizada.

Fuente: Elaboración propia con base en los cuadros 18.3 y 18.8. Se ha calculado sobre producción a precios de 1975.

regada como la variación de la producción por hectárea (en pesetas), siendo más importante esta última. El análisis de los datos provinciales muestra, sin embargo, divergencias importantes. En primer lugar el caso de Teruel es singular, ya que allí el bajísimo incremento de la superficie regada supone que el aumento de la producción por hectárea sea la explicación del crecimiento de la producción. En Huesca y Zaragoza fueron significativos tanto los incrementos de la superficie como de la productividad de la tierra, aunque en el primer caso más la primera, y en Zaragoza mucho más la segunda. La cuantía del incremento de la producción por hectárea osciló entre el mínimo de Teruel, que duplicó su producción por hectárea regada, y las provincias de Huesca y Zaragoza que multiplicaron por 2,3 dicha producción (las tasas de crecimiento medio anual acumulativo de la producción por hectárea fueron para Huesca, Teruel y Zaragoza respectivamente el 2,1; 1,8 y 2,1). Es necesario tener en cuenta también de qué niveles se partía para comparar los crecimientos respectivos. Desde este punto de vista, durante todo el período la producción por hectárea en el regadío zaragozano superó con creces a Huesca. El hecho de que también en el secano aragonés haya tenido un incremento notable de la producción por hectárea, aunque inferior al del regadío, nos pone en la pista del importante proceso de cambio técnico que ha existido en la agricultura

aragonesa y que ha supuesto la desaparición definitiva de la agricultura «tradicional».

Pero el incremento de la producción por hectárea no sólo viene explicado por el cambio técnico. También estuvo alimentado por una reorientación de la producción hacia aquellos cultivos de precios más elevados. Si medimos la proporción de la producción de regadío generada en los cultivos más característicos de él (cuadro 18.10), que son los que tienen más alto rendimiento, a precios de 1975, tanto en Teruel como en Zaragoza tuvo lugar un incremento apreciable del peso de dichos productos y especialmente de los más intensivos, lo que explica también parcialmente el incremento del valor de la producción. En Huesca, por el contrario, disminuyó levemente su aportación al conjunto de la producción en regadío, a pesar del fuerte incremento de su porcentaje sobre el conjunto de la

Cuadro 18.10

PRODUCCIÓN TOTAL AGRÍCOLA EN REGADÍO POR TIPOS
DE CULTIVO (EN PORCENTAJES)

A precios de 1975	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Huesca									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	23,1	26,3	22,4	34,4	30,3	27,5	22,6	27,9	25,4
Cult. carac. regadío	76,9	73,7	77,6	65,6	69,7	72,5	77,4	72,1	74,6
Intensivos	48,2	37,0	39,0	35,0	40,5	43,0	36,4	33,5	32,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Teruel									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	33,9	19,5	16,9	14,8	13,4	10,0	16,8	17,3	17,1
Cult. carac. regadío	66,1	80,5	83,1	85,2	86,6	90,0	83,2	82,7	82,9
Intensivos	27,9	26,0	28,3	41,5	46,8	47,7	34,2	28,7	33,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Zaragoza									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	23,8	26,7	20,4	26,7	18,1	13,5	17,7	14,8	16,3
Cult. carac. regadío	76,2	73,3	79,6	73,3	81,9	86,5	82,3	85,2	83,7
Intensivos	31,9	28,7	26,6	27,4	33,0	42,5	39,6	42,0	47,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Aragón									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	25,3	25,4	20,6	27,2	21,1	17,8	19,5	20,1	20,1
Cult. carac. regadío	74,7	74,6	79,4	72,8	78,9	82,2	80,5	79,9	79,9
Intensivos	35,7	30,8	31,0	32,2	37,7	43,3	37,8	37,7	40,2
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

PRODUCCIÓN TOTAL AGRÍCOLA EN REGADÍO POR TIPOS DE CULTIVO (EN PORCENTAJES)

A precios corrientes	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Huesca									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	31,8	39,2	30,0	17,8	31,1	27,5	22,7	31,5	23,0
Cult. carac. regadío	68,2	60,8	70,0	82,2	68,9	72,5	77,3	68,5	77,0
Intensivos	31,4	27,7	27,9	33,4	43,5	43,0	37,9	31,1	36,7
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Teruel									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	38,7	27,1	18,7	9,1	13,5	10,0	17,3	21,9	14,8
Cult. carac. regadío	61,3	72,9	81,3	90,9	86,5	90,0	82,7	78,1	85,2
Intensivos	19,0	22,8	25,7	38,2	53,3	47,7	37,6	31,8	39,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Zaragoza									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	30,0	37,8	25,5	13,7	18,5	13,5	18,5	17,0	13,4
Cult. carac. regadío	70,0	62,2	74,5	86,3	81,5	86,5	81,5	83,0	86,6
Intensivos	22,6	22,3	20,6	26,0	37,4	42,5	40,4	39,1	55,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Aragón									
Cer.+leg.+b.+vñ.+ol.	31,9	36,6	26,1	14,2	21,6	17,8	20,0	23,0	17,2
Cult. carac. regadío	68,1	63,4	73,9	85,8	78,4	82,2	80,0	77,0	82,8
Intensivos	22,7	20,8	22,6	27,5	39,8	42,9	38,7	34,6	45,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nota: La producción de cada año de referencia es el resultado del promedio de ese mismo año con el inmediatamente anterior e inmediatamente posterior.

Fuente: Elaboración propia con base en los Anuarios de Estadística Agraria.

superficie regada, siendo especialmente notable el descenso de la participación de los cultivos más intensivos, básicamente por la disminución de la importancia de los cultivos hortícolas.

Si la estimación la realizamos a precios corrientes se mantiene lo observado en Teruel, mientras que en Zaragoza aún se refuerza más aquella tendencia, llegando a superar sólo la participación de los más intensivos la mitad de la producción en el regadío. En este caso, también en Huesca se incrementó la importancia de la producción de los cultivos característicos del regadío, y de los más intensivos, sobre el total de la producción en él. Esta tendencia en las tres provincias a la acentuación del peso de este tipo

de cultivos viene perfectamente explicado por el mejor comportamiento de sus precios entre 1950 y 1990 que el de los productos desarrollados simultáneamente en secano y regadío. Destaca en este sentido el fuerte incremento de los precios de frutales y hortalizas frente al resto.

El crecimiento de la producción de regadío, excepto en Teruel, superó con mucho a la de secano (en Huesca la de regadío se multiplicó por 6,2 frente a 3 del secano; en Zaragoza 3,9 en el regadío frente a 2,7 en el secano). Esto implica que en estas dos provincias podíamos detectar una clara tendencia a la concentración de la producción agrícola en el regadío, a pesar de ocupar éste una parte minoritaria del total de la superficie agrícola. Así, aunque tanto en Huesca como en Zaragoza la producción agrícola en el regadío representaba ya en 1950 más del 50% de la producción agrícola total de ambas provincias, su fuerte ritmo de expansión implicó que en 1990 se situara en ambos casos en valores muy próximos al 70% (73% en Huesca y 69% en Zaragoza). Si tenemos en cuenta que en esta última fecha la superficie de regadío sólo era en Huesca el 35% del total de superficie agrícola, y en Zaragoza un 21%, los resultados ponen en evidencia las grandes diferencias de productividad que en los climas mediterráneos existen entre secano y regadío, y la importancia decisiva que en la agricultura aragonesa tiene el regadío. El caso de Teruel es muy diferente ya que en esta provincia la superficie de regadío no alcanzó en todo el período más del 10% de la superficie agrícola total, aunque también supuso más de un tercio de la producción agrícola. Además, durante el período estudiado, tendieron a ampliarse las diferencias en dicha producción total por hectárea, entre el secano y el regadío. Si en 1950 la producción total por hectárea en el regadío de las tres provincias aragonesas quintuplicaba a la del secano, a partir de ese momento dichas diferencias no hicieron sino incrementarse, llegando a más que duplicarse al final del período (sólo se duplicaron en Teruel). Si a ello sumamos el mejor comportamiento de los precios de los productos de regadío todavía se refuerza más esta tendencia a ensancharse las diferencias en la producción total por hectárea entre secano y regadío a favor de este último.

Nos resta por preguntarnos cuál fue el impacto de un incremento tan formidable de la producción agrícola en el regadío sobre el conjunto del sector y en general sobre el conjunto de la economía aragonesa (Pinilla, 1997). Sin ninguna duda, el regadío ha tenido un efecto dinámico en el sector primario entre 1950 y 1990. Ello ha sido así, tanto por la tendencia a la concentración en él de un porcentaje abrumador de la producción agrícola, como por su impulso sobre otras actividades primarias como la ganadería. Sin embargo, cuando tratamos de poner en relación la agricultura de regadío con el conjunto de la actividad económica, su potencial transformador ha sido notablemente inferior. Podemos barajar la hipótesis de que los efectos de impulso que la agricultura ha podido generar sobre otros sectores no han

sido demasiado aprovechados, especialmente en el caso de la agroindustria que no se ha desarrollado suficientemente, desaprovechándose un potencial de crecimiento notable⁷. Ha sido sobre todo la concentración de actividades industriales y de servicios, no demasiado ligadas al sector agrario, en la ciudad de Zaragoza y en algunos otros núcleos la que en mayor medida explica el crecimiento económico y las diferencias interterritoriales. Ello no es sorprendente en un territorio que completa su proceso de industrialización, lo que, como sabemos, implica un crecimiento muy rápido de este sector y una caída notable tanto de la participación del sector agrario sobre el conjunto de la producción, como de la población activa en él empleada.

Desde el punto de vista demográfico puede señalarse que el comportamiento de las comarcas en las que más importancia ha tenido el regadío ha sido comparativamente mejor que el de aquellas donde éste ha sido muy marginal, desde el punto de vista de una mayor estabilización de su población, aunque no ha podido evitar que sufriera también procesos migratorios, aunque de importancia relativa mucho menor que en las segundas (Diputación General de Aragón, 1986; Ureña, 1978; Pinilla, 1996).

Pero el crecimiento de la producción agrícola en el regadío no sólo ha tenido efectos impulsores, en mayor o menor grado, del desarrollo económico. Desde un punto de vista territorial, algunas zonas en las que se han localizado las grandes obras de regulación, sin beneficiarse de sus efectos positivos, se han visto claramente perjudicadas como resultado de las políticas desarrolladas y sin que hayan existido políticas compensatorias con suficiente impacto (Herranz, 1995; Pinilla, 1995b). La intensidad de la transformación de la agricultura, desde luego no sólo la de regadío, hacia una agricultura básicamente dependiente de fuentes de energía inorgánica, ha tendido también a afectar al medio natural. Ha sido ya suficientemente señalado el carácter ineficiente, desde el punto de vista energético de la agricultura moderna y los problemas que a medio plazo puede ello plantear (Naredo y Campos, 1980). Además, la contribución de esta agricultura al deterioro medioambiental es también relevante desde el punto de vista del vertido de residuos generados por el intenso abonado que se realiza o por los productos fitosanitarios empleados (Duarte y Sánchez, 1997). En el caso específico del regadío se ha analizado para el caso de Aragón el grave problema de la salinización de zonas regadas (Arrojo, 1987) y el efecto de ésta sobre la calidad de las aguas (Omedas, 1995: 92-93; Bielsa, 1997) y en

⁷ SANCHEZ, J. (1998) ha puesto de relieve cómo la agricultura tiene en Aragón un fuerte efecto de impulso sobre otras actividades, especialmente sobre la propia agricultura, ganadería, industrias agroalimentarias y servicios, pero que este efecto para producir un fuerte empuje exige el crecimiento de estos sectores para utilizar los *inputs* que provee la agricultura. Los efectos arrastre de la agricultura, es decir, su capacidad para tirar de otros sectores serían relativamente débiles.

la degradación del propio suelo (Astorquiza, 1994; Herrero *et al.*, 1986) o los impactos medioambientales generados por las obras de regulación (Arrojo, 1998).

Todos estos aspectos han de ser tenidos en cuenta de cara a la sostenibilidad a medio y largo plazo del regadío y al logro del ansiado equilibrio entre explotación del territorio y adecuada conservación de los recursos y, sin duda, en la evaluación macroeconómica del crecimiento agrícola realizada, estos impactos, que requieren una escala de estudio mucho más detallada, quedan enmascarados y ello relativiza los resultados obtenidos.

Bibliografía

- ALBERTO, F. *et al.* (1983a), «Razones y distribución espacial de la salinidad de los suelos y las aguas superficiales de la cuenca del Ebro», Seminario *El Sistema integrado del Ebro*, Barcelona.
- ALBERTO, F., J. L. ARRÚE, J. MACHÍN, M. CAMBRA y J. HERRERO (1983b), «Los suelos pardos de costra caliza de la depresión media del Ebro. Relaciones entre la profundidad del suelo y el crecimiento y producción de frutales», *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*, 16 (1-4): 111-130.
- ALBERTO, F., M. GUTIÉRREZ, M. J. IBÁÑES, J. MACHÍN, J. L. PEÑA, A. POCOVÍ y J. RODRÍGUEZ (1984), *El cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes*, Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Estación Experimental de Aula Dei.
- ARROJO, P. (1998), «Un nuevo enfoque para valorar nuestros recursos hídricos en Aragón», *Situación*, monográfico sobre la economía aragonesa.
- ARROJO, P. y E. BERNAL (1997), «El regadío en el Valle del Ebro», en J. López-Gálvez y J. M. Naredo, *La gestión del agua de riego*, Madrid: Fundación Argentaria, pp. 139-183.
- ASCASO, A. y M. CASALS (1981), «Períodos secos y sequías en la Depresión del Ebro», *Geographica*, 11-12: 55-72.
- ASÍN, F. *et al.* (1981), *El cultivo de la remolacha y la industria azucarera en la economía aragonesa*, Zaragoza: Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja.
- ASTORQUIZA, I. (1994), «Transformaciones en regadío de zonas con condiciones naturales limitantes. Evaluación de la sostenibilidad de Monegros II», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 167: 209-227.
- BADÍA, D. (1989), *Los suelos de Fraga. Cartografía y evaluación*, Huesca: Instituto de Estudios Altoaragoneses.

BARCIELA, C. (1997), «La modernización de la agricultura y la política agraria», *Papeles de Economía Española*, 73, pp. 112-133.

BIELSA, J. (1997), «El agua como recurso no homogéneo: consecuencias de la consideración de la calidad en su asignación», en *Comunicaciones a la XXIII Reunión de Estudios Regionales*, Valencia: Asociación Española de Ciencia Regional, vol. 2, pp. 67-74.

BIESCAS, J. A. (1985), *El proceso de industrialización en la Región Aragonesa en el período 1900-1920*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico.

Commission of the European Communities (1985), *Soil Map of European Communities*, 1:1.000.000, Luxembourg: Office Publications of the EC.

CUADRAT, J. M. (1986), «La agroclimatología aragonesa: aspectos condicionantes del secano y del regadío», en *El sistema agrario aragonés, Zaragoza*, Institución Fernando el Católico, pp. 11-33.

Diputación General de Aragón (1986), *Informe sobre los riegos en Aragón*, Zaragoza: Departamentos de Urbanismo, Obras Públicas y Transportes, y Agricultura, Ganadería y Montes.

Dirección General de Obras Hidráulicas (1992), *Inventario de presas españolas*, Madrid: Ministerio de Obras Públicas.

DUARTE, R. y J. SÁNCHEZ (1997), «Impacto de la estructura productiva en la calidad del agua: aplicación al Valle del Ebro», en *Comunicaciones a la XXIII Reunión de Estudios Regionales*, Valencia: Asociación Española de Ciencia Regional, vol. 2, pp. 89-94.

FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. (1989), *Estudios sobre Joaquín Costa*, Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. (1997), *Gente de orden. Aragón durante la Dictadura de Primo de Rivera (1923-1930)*, tomo 3, *La economía*, Zaragoza: Ibercaja.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1995), *Manual de Climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación*, Madrid: Síntesis.

FRUTOS, L. M. (1993), «Los cambios en la agricultura de regadío aragonesa (1950-1990)», en A. Gil Olcina y A. Morales Gil (eds.), *Medio siglo de cambios agrarios en España*, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Diputación Provincial de Alicante, 771: 803.

FRUTOS, L. M. (1995), «Las confederaciones sindicales hidrográficas», en A. Gil y A. Morales (eds.), *Planificación hidráulica en España*, Murcia: Fundación Caja del Mediterráneo, pp. 181-256.

GARRABOU, R. (1997), «Políticas agrarias y desarrollo de la agricultura española contemporánea: unos apuntes», *Papeles de Economía Española*, 73, pp. 141-148.

GERMÁN, L. (1990), «La industrialización de Aragón: atraso y dualismo interno», en J. Nadal y A. Carreras (eds.), *Pautas regionales de la industrialización española (siglos XIX y XX)*, Barcelona: Ariel, pp. 185-218.

GERMÁN, L. (1996), «Pertinaz sequía. La economía aragonesa entre 1940-1960», *Zaragoza, 1940-1960. Cultura, economía y sociedad*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico, pp. 55-73.

GUERRA, A., F. MONTURIOL et al. (1970), *Mapas de suelos de las provincias de Zaragoza, Huesca y Logroño*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

HERRANZ, A. (1995), «La construcción de pantanos y su impacto sobre la economía y población del Pirineo Aragonés», en J. L. Acín y V. Pinilla (coordinadores), *Pueblos abandonados: ¿un mundo perdido?*, Zaragoza: Rolde de Estudios Aragoneses, pp. 79-102.

HERRERO, J. (1982), *Salinidad del suelo en salobres de Monegros y Somontano oscense como condicionante de la vegetación*, Diputación Provincial de Zaragoza.

HERRERO, J. et al. (1986), *Salinidad de los suelos: aspectos de su incidencia en los regadíos de Huesca*, Zaragoza: Diputación General de Aragón.

IBARRA, P. (1998), «Mapa de suelos de Aragón», en S. Escolano (coord.), *Atlas Multimedia de Geografía de Aragón*, Zaragoza: Universidad de Zaragoza, Caja de Ahorros de la Inmaculada e Institución Fernando el Católico.

MACHÍN, J. y A. NAVAS (1991), «Clasificación para riego de los suelos de la margen derecha del valle del Ebro», *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*, 20 (3-4): 75-92.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1976), *Caracterización agroclimática de la provincia de Huesca*, Madrid.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1985), *Caracterización agroclimática de la provincia de Teruel*, Madrid.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1987), *Caracterización agroclimática de la provincia de Zaragoza*, Madrid.

NAREDO, J. M. y P. CAMPOS (1980), «Los balances energéticos de la agricultura española», *Agricultura y Sociedad*, núm. 15.

OMEDAS, M. (1994), *El agua en el desarrollo económico, social y medioambiental de Aragón*, Zaragoza: Ibercaja.

PELLICER, E., J. DE LA RIVA y J. M. MARÍN (dirs.) (1998), *Banco de datos del agua en Aragón. Dirección General del Agua (DGA)-Dpt. de Geografía y Ordenación del Territorio (Univ. de Zaragoza)*.

PÉREZ, L. y J. M. GIL (1991), «Industria y comercialización en el sector agroalimentario», *Papeles de Economía Española*, Aragón: Economía de las Comunidades Autónomas, pp. 229-243.

PÉREZ SARRIÓN, G. (1990), «Regadíos, política hidráulica y cambio social en Aragón, siglos XV-XVIII», en M. T. Pérez Picazo y G. Lemeunier (eds.), *Agua y modo de producción*, Barcelona: Crítica, pp. 212-270.

PINILLA, V. (1991), *La producción agraria en Aragón, 1850-1935*, Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

PINILLA, V. (1995a), *Entre la inercia y el cambio. El sector agrario aragonés, 1850-1935*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

PINILLA, V. (1995b), «Crisis, declive y adaptación de las economías de montaña: una interpretación sobre la despoblación en Aragón», en J. L. Acín y V. Pinilla (coordinadores), *Pueblos abandonados: ¿un mundo perdido?*, Zaragoza: Rolde de Estudios Aragoneses, pp. 55-78.

PINILLA, V. (1996), *Evolución histórica del regadío en Aragón en el siglo XX*, trabajo inédito.

PINILLA, V. (1997), «Regadío y desarrollo económico en Aragón», *Rolde*, núms. 79-80, pp. 150-157.

PORTA, J., J. HERRERO y S. LATORRE (1986), «Evaluación de suelos para riego: Criterios y problemática en los regadíos de Huesca», en J. Herrero et al. (1986), *Salinidad de los suelos: aspectos de su incidencia en los regadíos de Huesca*, Zaragoza: Diputación General de Aragón, pp. 119-146.

RAPÚN, M. y L. PÉREZ (1992), «Agricultura e industrias agroalimentarias», en J. M. Serrano (dir.), *Estructura económica del valle del Ebro*, Madrid: Espasa-Calpe, pp. 197-230.

SABIO, A. (1994), «Herencia de guerra, fachada de postguerra: regadío y obras públicas en Huesca, 1938-1960», en C. Laliena (coord.), *Agua y progreso social. Siete estudios sobre el regadío en Huesca, siglos XII-XX*, Huesca: Instituto de Estudios Altoaragoneses, pp. 215-250.

SÁNCHEZ, J. (1998), «Algunos efectos económicos de los planes de regadío. Aplicación a los Riegos del Alto Aragón», *Situación*, monográfico sobre la economía aragonesa.

SUMPSI, J. M. (1997), «La modernización de la agricultura y el desarrollo económico», *Papeles de Economía Española*, 73, pp. 149-161.

UREÑA FRANCÉS, J. M. (1978), «La gestión de la planificación territorial. Análisis del caso de los regadíos del Alto Aragón», Santander: tesis doctoral inédita leída en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

VILLANUEVA, A. y J. LEAL (1990), *La planificación del regadío y los pueblos de colonización. Historia y evolución de la colonización agraria en España*. Volumen III, Madrid: MAP/MAPI/MOPT.

VILLANUEVA LARRAYA, G. (1991), *La política hidráulica durante la Restauración (1874-1923)*, Madrid: UNED.

CAPÍTULO 19

EVOLUCIÓN DE TÉCNICAS DE RIEGO EN EL SUDESTE DE ESPAÑA

José López-Gálvez
Universidad de Almería

Alberto Losada Villasante
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

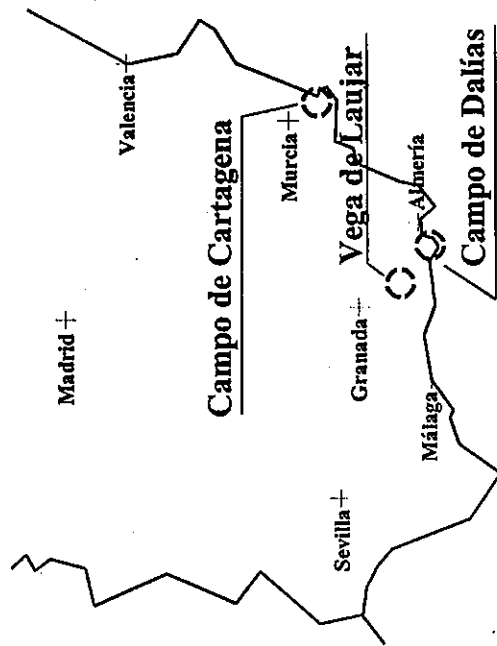
El trabajo que sigue estudia cómo el hombre mediterráneo ha sabido afrontar agresivas circunstancias hidrológicas con técnicas hidráulicas adecuadas a las condiciones de aridez de su región. Se inicia con una descripción del medio geográfico próximo a la costa suroccidental de la Península Ibérica, cuyo régimen hidrográfico natural impone limitaciones serias a los cultivos de secano, pero sin dejar de ofrecer recursos hídricos suficientes para que, con imaginación, se hayan podido acometer diversas empresas para aprovecharlos e impulsar formas interesantes de regadío. La información recogida de diversas fuentes sirve de base para fundamentar la cultura hídrica actual en raíces casi perdidas entre los vestigios más antiguos de la civilización mediterránea occidental. El milenario «riego con aguas turbias» (de escorrentías), el centenario «riego de abajo» y el reciente riego por goteo van discutiendo como sucesivas muestras del éxito de la lucha que se ha mantenido frente a las adversas condiciones propias de la geografía física de la región.

Introducción

Las líneas que siguen tratan sobre técnicas de riego que se han desarrollado o han tenido significación notable en el sudeste español. En particular, se centran en los regadíos de la vega de Laujar y del Campo de Dalías, en la provincia de Almería, y del Campo de Cartagena, en la provincia de Murcia. La situación de las zonas mencionadas se indica en la figura 19.1.

Figura 19-1

SITUACIÓN DE LOS REGADÍOS DE LA VEGA DE LAUJAR Y DE LOS CAMPOS DE DALÍAS Y DE CARTAGENA



1. El medio natural

1.1. Geomorfología

La pequeña extensión del regadío de Laujar, entre límites que no llegan a abarcar las 500 ha, se localiza en Las Alpujarras, en la cuenca alta del río Andarax, a la cota de unos 900 m. Su caracterización fisiográfica es la típica de un valle de montaña cuyo microrrelieve ha sido alterado por trabajos de abancalamiento acumulados a lo largo de muchos siglos. En cuanto Campo de Dalías, ocupa parte de una plataforma costera con una superficie de unos 300 km² y que es la continuación natural del piedemonte al sur de la sierra de Gádor, cuyo relieve, que culmina a 2.240 m, descende con fuertes pendientes. Un efecto de esta posición fisiográfica es su excelente insolación, pero otro es el de correr el riesgo de ser arrasada por intensas, aunque esporádicas, avenidas. Finalmente, el Campo de Cartagena ocupa una superficie cercana a los 1.200 km² que se extiende desde la vertiente sudeste de la sierra de Carrasoy hacia el Mediterráneo, con cotas que van descendiendo hasta llegar a las tierras llanas que hay en su parte oriental, limitadas por el mar Menor y el Mediterráneo, mientras que por el sur, son accidentes geográficos de importancia las sierras litorales de Mazarrón y Cartagena.

1.2. Clima

La lluvia escasa e irregular es un rasgo propio de la zona considerada. Aunque las cifras de cabo de Gata y desierto de Tabernas no deben generalizarse a toda Almería, es significativo que en dichos puntos puedan no sobrepasarse los 100 mm. anuales. En cuanto a la región costera, donde se halla el Campo de Dalías, la irregularidad interanual queda ilustrada con diferencias pluviométricas importantes entre años secos y lluviosos, que llegan a superar al 100% (ver cuadro 19.1). A su irregularidad temporal, con el otoño como estación más lluviosa, hay que añadir el carácter torrencial con que a veces se produce.

Cuadro 19.1

VARIABILIDAD PLUVIOMÉTRICA EN EL CAMPO DE DALÍAS

Campañas	Lluvia anual (mm)	Intensidad máxima (mm/día)	N.º de días con lluvia
76/77 a 90/91	226	52	47
84/85*	109	14	42

* Campaña de menor lluvia en el período considerado.

Por lo que respecta al régimen de lluvias en el Campo de Cartagena, tiene características similares a las descritas: la escasez de precipitaciones significa que difícilmente se alcanzan los 300 mm/año, descendiendo algunos años a menos de 100.

1.3. Suelos

La escasez de suelo fértil y su poca capacidad de retención es una característica de amplias zonas del sudeste español. Resultan unas condiciones edafológicas poco apropiadas no sólo para el cultivo en secano, sino también para el regadío convencional. La formación de terrazas artificiales ha podido suavizar esas condiciones en la vega de Laujar, pero la formación de costra superficial en el marco particular del Campo de Dalías obliga a importantes trabajos de subsolado y a la formación de suelos con tierras de préstamo.

La riqueza de las tierras del Campo de Cartagena plantea un panorama diferente, pues se trata de suelos profundos y fértiles. Su potencial, si pudieran regarse, ya fue puesto de manifiesto, en el siglo IX de nuestra era, por el musulmán Al-Edrisi, en su descripción del Levante español; pero, bajo las condiciones naturales, debido a la problemática de la lluvia, el valor agrícola real queda disminuido.

1.4. Rasgos hidrologicos

El régimen de lluvias descrito hace que las ramblas, una manifestación extrema de ríos con caudales escasos e irregulares, constituyan el sello característico de la red hidrográfica superficial de la región costera. Su régimen fluctúa entre largos períodos de tiempo sin llevar agua hasta cortos episodios de avenidas. De la virulencia de estos últimos, es muestra la formación deltaica del río Andarax; sin embargo, aguas arriba de este río, a su paso por la vega de Laujar, su régimen es más regular, gracias al deshielo de Sierra Nevada.

La presencia de potentes mantos permeables condiciona el carácter hidrográfico de la zona. A este respecto, es interesante considerar que, gracias a esas formaciones, se produce una alimentación de acuíferos desde los cursos de agua superficiales y una regulación natural de los recursos correspondientes. En todo caso, la recarga natural se ha mostrado ya insuficiente para sostener la explotación a que se ven sometidos los acuíferos en los campos de Dalias y, sobre todo, de Cartagena.

2. Captación, transporte y regulación de agua

A lo largo de la historia, el hombre ha tratado de aprovechar las circunstancias propias de rasgos hidrográficos como los arriba apuntados, mediante técnicas adecuadas a sus condiciones de aridez. Del éxito de diversas empresas, hay buenos ejemplos en obras enraizadas en la prehistoria¹.

En primer lugar, las características de las ramblas son apropiadas para la captación de corrientes efímeras, y la cultura tal vez prehistórica de las *boqueras de cañón* es un ejemplo de ello². Por tratarse de obras de interés agrícola, el estudio detallado de las mismas se hará más adelante, en el apartado sobre agricultura del regadío.

El encauzamiento de escorrentías locales ha servido de base para asegurar una pequeña provisión de recursos hídricos, y las numerosas *cisternas* (o *aljibes*) han sido un ejemplo vivo de ello hasta tiempos muy recientes³, sin embargo, su potencial para asegurar una captación de agua regular y a gran escala es excesivamente limitado.

¹ GILMAN, A., J. B. THORNES (1985), *Land Use and Prehistory in South East Spain*, Londres: G. Allen and Unwin.

² GONZÁLEZ, J. V., J. ROLDÁN y J. LOPEZ-SEGURA (1988), «Water Harvesting Strategies in the Semiarid Climate of Southeastern Spain», *Agricultural Water Management*, 14: 253-263.

³ Sobre medios de aprovechamiento de aguas por los romanos, consultar MAILLIARD, A. (1984), «Les romains et l'eau», *Realia*, Les Belles Lettres, y por los árabes, consultar PAVÓN, B. (1990), *Tratado de arquitectura hispano-musulmana*, Madrid: CSIC.

Aunque realizados más recientemente, otros esfuerzos para aumentar las reservas superficiales de algunas cuencas no han dado el resultado esperado. Así lo mostraría el aterramiento del pantano de Níjar, prontamente fuera de uso tras su inauguración en 1850. Dificultades de otro tipo han llevado a que el embalse de Benínar, construido ya en los años ochenta, también tenga problemas de almacenamiento; pero éstos son aquí debidos a que la permeabilidad de su vaso no fue prevista en proyecto.

Los problemas derivados de una aportación escasa e irregular de los cursos de agua superficiales han impulsado, también desde tiempos remotos, la explotación de los recursos hídricos de acuíferos subterráneos. Ésta se hace viable gracias a la permeabilidad de mantos superficiales y profundos. Ahora bien, dadas las características geográficas de las zonas consideradas, es lógico, por una parte, que las aguas subterráneas no hayan llegado a significar (al menos en tiempos recientes) la presencia de acuíferos aprovechables tan superficiales como los que, hasta hace pocas décadas, existían en áreas geográficas vecinas. A este respecto, por su interés como curiosidad, puede recordarse cómo en tierras bajas de la comunidad valenciana, el manto freático era a veces tan somero que hacía posible la práctica del «riego de abajo», por ascenso capilar, y a brazo, con recipientes apropiados (*rec a carabassí*) o con la *taona* (ver figura 19.2). Pero, por otra parte, también explican la existencia de algunas fuentes que han venido sustentando un regadío de extensión reducida que se compone de pequeñas manchas de zonas regadas. En todo caso, los manantiales naturales son raros, por lo que un tipo de alumbramiento de aguas, aún en uso, es el de galerías (minas) que buscan horizontalmente los acuíferos. La explotación de éstos es de tradición muy antigua, se remonta a la cultura de *cimbras y kenats*⁴.

En ocasiones, entre los lugares de alumbramiento y de explotación se interponen distancias y accidentes topográficos importantes que son salvados por interesantes acueductos. No es seguro que el acueducto de Carcauz sea de la antigüedad que algunos le han supuesto, pero su estilo primitivo tiene cierto atractivo que lleva la imaginación a tiempos lejanos⁵.

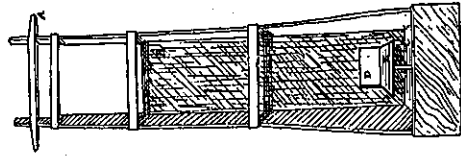
Para capas freáticas no muy profundas, la noria (en sus versiones *de sangre*, o *de tiro*, y *de viento*) fue durante siglos la máquina más eficaz. En particular, las norias «cartageneras», de arcaduces o cangilones, accionadas por el viento, extraían el agua de una profundidad que oscilaba entre los 5 y 10 m (ver figura 19.3). Han funcionado hasta mediados del siglo XX,

⁴ BERTRAND, M. y P. CRESSIER (1985), «Irrigation et aménagement du terroir dans la vallée de l'Andarax (Almería): les réseaux anciens de Ragol», *Mélanges de la casa de Velázquez*, tomo XXI, París.

⁵ GIL ALBARRACÍN (1983), *Construcciones romanas de Almería*, Almería: Cajal.

Figura 19.2

TAONA PARA REGAR



Nota: Al hacerla bascular, desde el cemo de un azarbe, el agua entra en el cajón, por abrirse la portezuela, mientras que, al alzar, ésta se cierra y el agua escurre hacia el cantero.

Fuente: Según Alcover y Moll, citado por A. López Gómez (1989), *Estudios sobre regadíos valencianos*, Universitat de València.

como ejemplo de técnica cuyo respeto a la naturaleza no ha sido mantenido por otras técnicas más modernas⁶.

En todo caso, cuando el gasto captado era diferente al necesario, el agua se acumulaba durante un periodo de tiempo en *balsas* o *albercas*. Depósitos de este tipo eran indispensables para regular el gasto alumbrado, cuando éste resultaba insuficiente para su aplicación directa en el riego.

Conviene mencionar que el potencial de las norias para ampliar el espacio hidráulico dominado por un sistema de distribución fue hábilmente aprovechado por los árabes, y con ese fin fueron usadas, desde tiempos que se pierden en el pasado, tanto las arriba mencionadas como las *hidráulicas*, accionadas por una corriente de agua (caso de la *ñora* de Murcia, representada en la figura 19.4). Otro ejemplo significativo en una región próxima a la que aquí tratamos es el de la noria de tiro que alimentaba *los albercones* de La Alhambra⁷. También, el de la *Albolafia*, cuyo funcionamiento no sigue manteniendo la corriente del Guadalquivir, a su paso por Córdoba, desde que, en 1485, quedara fuera de servicio porque, según parece, lo que a los oídos de algún poeta del siglo XI sonaba a melo-

⁶ Ya en los tiempos actuales, con el apoyo de sistemas potentes tanto de perforación como de elevación por bombas, la intensificación de los alumbamientos ha podido impulsar cambios que hacen arriesgar la permanencia de la exploración.

⁷ AA VV (1995), *El agua en la agricultura de Al-Andalus*, Madrid: Lunwerg.

Figura 19.3

NORIA DE VIENTO

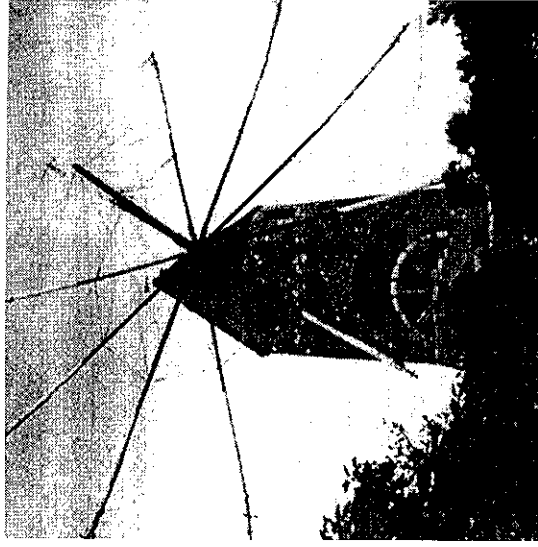
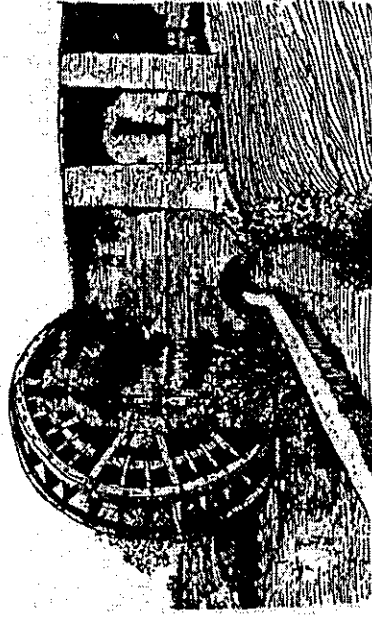


Figura 19.4

LA «ÑORA» DE MURCIA, DESTRUIDA EN 1936



Fuente: J. Caro Baroja (1988), *Tecnología popular española*, Madrid: Mondadori, Col. Questio.

día fueron chirridos para los de la reina Isabel, sólo de paso por la ciudad aquel año⁸. La imaginación queda libre para explicar el nombre *torre de la noria*, dentro de la alcazaba de Almería.

⁸ ABDERRAHMAN, Ch. y M. LÓPEZ (1994), *El enigma del agua en Al-Andalus*, Madrid: Lunwerg.

3. Agricultura del regadío

3.1. Introducción

Por razones obvias, los restos arqueológicos correspondientes a obras para captar y explotar recursos hídricos subterráneos han sido detectados con más frecuencia y en mejores condiciones de conservación que los relativos a captación y uso de aguas superficiales; pero este hecho no contradice la hipótesis de mayor antigüedad en la práctica del riego en la Península Ibérica, que le ha sido reconocida a un vestigio de acequia del poblado argárico de Granada⁹. En todo caso, más que en la reseña de ése u otros ejemplos específicos de los que conocemos muy poco, nuestro interés se centra ahora en el estudio de técnicas que han venido a significar una fase de desarrollo hacia la agricultura local actual.

En correspondencia con sus condiciones de suelo, clima e hidrología local, la agricultura más antigua de las zonas costeras consideradas debió basarse en el cultivo de secanos marginales; no obstante, se aplicaron técnicas que han contribuido a superar sus importantes limitaciones. Por su importancia histórica, recibirán una primera atención, la de las boqueras, junto a las de riego de paratas, tal como aún se da en las Alpujarras. Técnicas actuales como las de formación de suelos enarenados serán tratadas más adelante, en el apartado sobre cultivos intensivos.

3.2. Desarrollo de técnicas para el uso de aguas y suelos

Entre las técnicas para el aprovechamiento de suelos y aguas, las *paratas* son, en esencia, el resultado de un aterrazamiento del suelo, mediante la construcción de *albarradas*. Éstas son paredes de piedra seca que sostienen los bancales pequeños y estrechos que forman y aseguran la conservación de las paratas¹⁰. Al paliarse la erosión que de otra forma tendría lugar, debido a la pendiente del terreno natural y al carácter torrencial de las lluvias, se controlan las aguas de escorrentía así producidas y se racionaliza su aprovechamiento. Las aguas descienden por las laderas con el necesario control, dando lugar a la fertilización del suelo abancalado. Pequeñas paratas plantadas de olivos, higueras o almendros se pueden observar aún hoy en numerosos barrancos.

También los secanos en numerosas ramblas han venido siendo mejorados con el apoyo de una cultura hidráulica cuyo origen se pierde en épocas

remotas, consistente en interceptar parcialmente el agua superficial de las avenidas que discurren temporalmente por un río. Esto se consigue con diques en tierra que penetran en su cauce y cuyos extremos de cabeza conforman sendas boqueras de toma de las zanjás o cañones que resultan (ver figura 19.5). Parte del caudal se desvía del río y, en tanto no se produce su agotamiento, da un riego a campos de cultivo escalonados según franjas alargadas, como paratas, aterrazadas en el sentido aguas abajo. La capacidad de derivación, tanto de la boquera como del cañón, no debe ser superada por el caudal desviado del curso de agua. En caso contrario, la avenida arrastra el dique y no entra más agua. Los campos de cultivo que se desarrollan desde el mismo dique de cabeza quedan entonces protegidos.

Tras fertilizar un primer campo de destino, si hay exceso, el agua puede pasar a campos sucesivos: a través de una abertura o sangrados protegido por piedra, a modo de vertedero, éste abre paso al agua sobrante, hacia el campo de cota inferior, cuando el de arriba está lleno. Así se consigue un aprovechamiento notable del agua de avenidas, además de la formación de un fértil suelo junto a las vegas bajas de los ríos principales, por acumulación de depósitos sucesivos de sedimentos renovadamente enriquecidos por tarquín. Muy posteriormente, con fuentes de agua más seguras, los suelos profundos en las estrechas fajas aluviales resultantes servirían de base a un regadío más estable.

La técnica de las boqueras bien pudo significar la génesis de la interesante cultura de los riegos andaluses, pues los *azudes* son sólo una variante de la anterior. En particular, los azudes en el valle del Andarax están formados casi siempre por pequeños diques de piedras y arena, y el agua que retienen en el mismo cauce es oportunamente reconducida, conservando su cota, para ser distribuida aguas abajo a una serie de campos de cultivo, de manera más continuada, mientras exista caudal o volumen almacenado¹¹. Nunca son estables en el tiempo, de forma que, como las boqueras de cañón, son arrastrados por las aguas cuando aumenta el caudal del río en otoño y se vuelven a reconstruir al principio de cada campaña de riego. Entre el azud y el regadío dominado por la cota de su coronación existe la acequia madre para conducir el agua a los *partidores*, impuestos por la necesidad de repartir agua entre las acequias y, desde aquí, distribuirla a los campos de cultivo. La técnica del reparto proporcional mediante sistemas de control (con régimen crítico) ya era conocida por los regantes andalusíes, como lo demuestra la existencia de pequeños saltos partidores. Además de los partidores, son obras de interés en sus sistemas de riego los *sifones*, para salvar obstáculos, los *aliviaderos*, como salidas a cauces naturales y los *saltos*, en general, escalonados, para salvar desniveles.

⁹ AL-MUDAYNA (1991), *Historia de los regadíos en España*, Madrid: MAPA.

¹⁰ Ver CARA BARRIONUEVO, L. (1989), *El agua en zonas áridas: arqueología e historia. Hidráulica tradicional de la provincia de Almería*, Almería: Instituto de Estudios Almerienses.

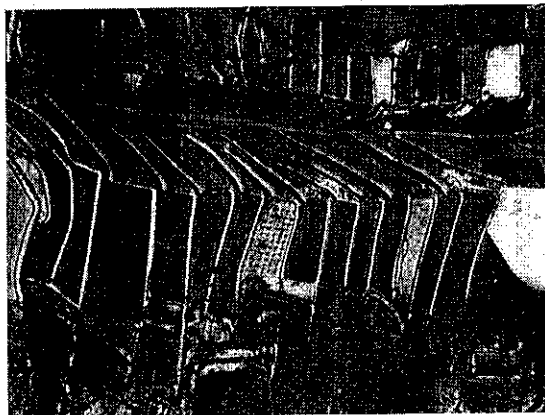
¹¹ OVONARTE, N., J. PÉREZ-PARRA y A. LOSADA (1996), *El riego de la vega de Lanjar*, Almería: Congreso de Riegos, AERYD.

Otros elementos característicos del valle del Andarax son las galerías que avenan el agua subsuperficial del río (*cimbras* o *zanjas*). No se trata de conductos excavados como túneles, sino que fueron construidas como trincheras, cortando el lecho transversalmente y, con frecuencia, en un lugar próximo a donde se instaló el azud, dentro de la masa de aluviones (gravas y arenas), hasta llegar a la zona impermeable, cuyo fondo fue rellenado con piedra sin argamasa y que fueron cerradas después por arriba. Esto es adecuado a la poca consistencia del terreno donde se ubican y a la función que cumplen: recoger parte del agua que circula en dicha masa, para reconducirla hacia las acequias. A este efecto, discurren aguas abajo, próximas a la acequia, hasta que ésta alcanza una cota suficientemente baja como para permitir que viertan a ella las aguas de la galería. Tienen pozos de acceso para facilitar su limpieza y mantenimiento. El aprovechamiento de estas aguas subálveas que circulan bajo el cauce sirve para paliar la irregularidad de las aguas superficiales que un azud pequeño puede retener.

La aplicación de las técnicas indicadas en tierras de Almería data, al menos, de tiempos de la dominación árabe y ha sido conservada por sus descendientes moriscos y heredada de éstos tras su expulsión. El plano en la figura 19.6 es ilustrativo de sistemas de riegos de Las Alpujarras, tal como todavía se conserva en Laujar¹².

Figura 19.5

BOQUERAS PREPARADAS PARA RIEGO DE ESCORRENTÍAS

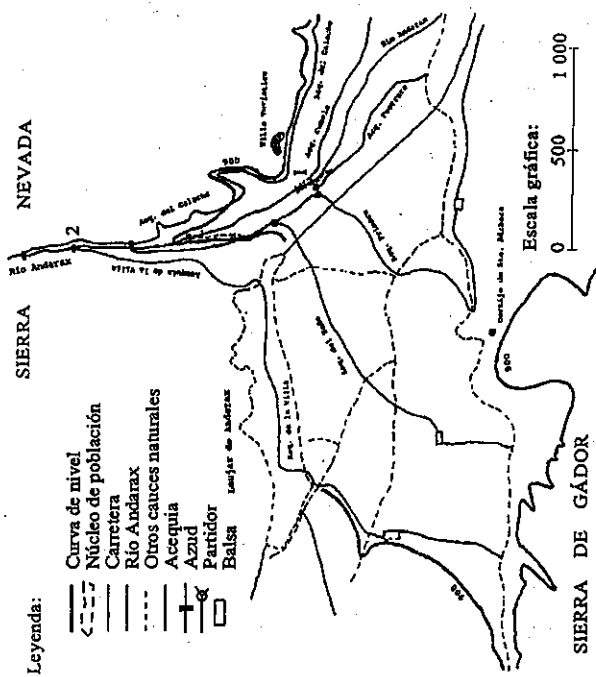


Fuente: Fotografía aérea cedida por J. López-Segura.

¹² *Ibidem*, op. cit.

Figura 19.6

SISTEMA DE RIEGOS DE LAUJAR



Las obras de distribución y control no están datadas, pero puede suponerse que son las que encontraron los repobladores en la red de acequias. El *Libro de apeo y repartimiento de Fondón* (1577) se refiere al reparto en el Llano del Andarax¹³. Para que éste fuera realizado, lo que tuvo lugar en los primeros meses de 1574, los alcaldes y regidores de cada núcleo de población nombraron a «vecinos antiguos» que habían convivido con los moriscos, para que recogieran el reparto de aguas ya existente. Estos representantes, «debaxo del juramento que tienen fecho y en su cumplimiento declararon que la horden que había en tiempos de los moriscos rebeldos que se guardó siempre fue y es: [...]». Como se ve, el reparto fue idéntico al preexistente. En la actualidad, se mantiene vigente.

La red de riego está constituida por las acequias principales, con trazas que se estructuran en espiga y con pendientes ligeras. Cada una de ellas riega las tierras situadas a menor cota hasta la siguiente acequia. La red se completa con acequias secundarias que se denominan brazales, al igual que las acequias terciarias, ya dentro de las fincas. Además, los brazales recogen escorrentías ocasionales y las conducen durante la campaña de riegos hasta ace-

¹³ Ver PONCE, P. (1984), *El espacio agrario de Fondón en el siglo XVI*, Fondón, Almería: Ayuntamiento de Fondón.

quias que transcurren a inferior cota y, fuera de campaña, hasta cauces naturales (ramblas, ramblillas, barrancos y barranquillos) que atraviesan la vega.

3.3. Riegos tradicionales

En Almería, el regadío tradicional se localiza en zonas con fisiografía de valle o donde existen fuentes o manantiales. Su explotación se organiza en comunidades de regantes que, por tradición que las ordenanzas posteriores han recogido, se encargaban de distribuir los riegos al adar, por tandas y turnos, siempre de cabeza a cola, es decir, de la de mayor cota a la de menor, para empezar otra vez por la primera. La duración de las tandas, en algunos casos superior al mes, condicionaba la elección de los cultivos. Cuando hay aguas sobrantes, es la comunidad la que decide qué tierras se riegan. Además, tienen a su cargo la conservación de las obras de la red de distribución (boqueras, acequias e hijuelas), en general, de tierra.

En cuanto a la organización del riego, resulta interesante describir la del regadío de Laujar¹⁴. Sus regantes se integran en una comunidad independiente por cada acequia y término. Cada comunidad tiene un presidente, con capacidad sancionadora, y un acequero, que es el encargado de vigilar el agua, solucionar conflictos y presentar los más graves al presidente. En algunos casos, estos conflictos se han resuelto en los tribunales.

En una acequia, dentro de cada término, el reparto del agua es sencillo: cuando ésta es abundante, cada propietario riega si le conviene y, cuando comienza a escasear, se establece la «tanda» o turno, en el que se empieza a regar en la cabeza de la acequia y se continúa aguas abajo por los distintos brazales. En los años más secos, además de al acequero, cada acequia contrata uno o dos «regaeros». Los propietarios no pueden entonces regar su propia finca, tarea encomendada al regador, el cual cobra por superficie regada: consecuentemente, procura avanzar con rapidez y, al aplicar módulos grandes, las tandas son más ligeras y frecuentes. En años escasos, el riego resultante es deficitario, pero eficiente.

Para tener derecho al riego, cada regante debe abonar la cantidad necesaria para pagar al acequero (el «acequiaje»), así como otros «repartos» para atender a la monda o limpieza de las acequias, que se realiza cada primavera, y pequeñas obras de mantenimiento. Asimismo, ha de tener su terreno adecuadamente nivelado y dividido en melgas («aperado») y mantener limpios los brazales de su finca y los que llevan el agua hasta ella.

Por lo que respecta a la «Almería baja», los cultivos herbáceos ocuparon la mayor parte de sus escasas tierras en riego hasta el siglo XIX¹⁵. En

¹⁴ OYONARTE, N., J. PÉREZ-PARRA y A. LOSADA, *op. cit.*

¹⁵ FERRE, E. (1979), «El valle del Almanzora», tesis doctoral, Departamento de Geografía del Colegio Universitario de Almería.

cuanto a zonas costeras como el Campo de Dalías, eran lugares desérticos en los que apenas había actividad agraria y las tierras se dedicaban a pasto para el ganado, con la excepción de algunas zonas de riego.

Con el inicio del siglo XX, los cultivos que caracterizarían el regadío más importante de Almería serían la uva de mesa y los agrios¹⁶ (Andarax, Almanzora, Nacimiento, Berja y Campo de Dalías). Estos ocuparían las vegas medias en las cuencas de los ríos y los parrales las zonas altas. Ya a mediados de este siglo los cultivos de hortaliza comestible en la franja costera, con disponibilidades de agua, comienzan la expansión que aún hoy perdura.

En el Campo de Cartagena, a mediados del siglo XVII, el regadío totalizaba 36.930 fanegas (24.102,5 ha), lo que suponía la quinta parte del secano. La mayor parte correspondería a los *regadíos de aguas turbias*, cuyos sistemas básicos eran terrazas y boqueras, independientemente o asociadas. Tan sólo 4.229 taúllas (472,8 ha) sumarían las pequeñas huertas creadas en las inmediaciones de fuentes y pozos¹⁷. Los cultivos principales del secano eran en aquella época los cereales y la barrilla. Hasta mediados de este siglo, el secano, que representaba más del 80% de la superficie labrada de la zona, de algo más de 100.000 ha¹⁸. Las tierras de regadío estaban ocupadas, mayoritariamente, por cultivos herbáceos en cifras cercanas al 50%, manteniéndose algo más del 25% de estas tierras de barbecho debido al gran contenido en sales de algunas aguas de riego. Este hecho obligaba a dejar tierras sin cultivar con el fin de lavar las sales, práctica que se sigue aplicando en la actualidad en determinadas zonas de Almería y Murcia.

3.4. Tendencias actuales

3.4.1. Sistemas de riego y distribución del agua

En la actualidad, y volviendo al ámbito general de la zona considerada, se siguen usando las escasas e irregulares aguas de ríos y fuentes de que ya se disponía, manteniéndose la superficie o incrementándola con la explotación de pozos cuya profundidad, cada vez mayor, supera en algunos

¹⁶ Consorcio de Municipios del Valle Medio del Andarax y Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería (1994), «Modificaciones y alternativas económicas a los actuales usos agrarios de los ríos Nacimiento y Valle Medio del Andarax».

¹⁷ GIL OLCINA, A. (1993), «La propiedad de aguas perennes en el sureste ibérico», Alicante: Universidad de Alicante. De las cifras facilitadas en las *Respuestas Generales* del Catastro de Ensenada, parece desprenderse que esos *regadíos de turbias* figuran como secanos mejorados o de primera, puesto que la superficie declarada de regadío se reduce a las taúllas arriba indicadas.

¹⁸ Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Cartagena (1973), *La comercialización en el contexto del desarrollo económico del área de Cartagena*.

casos los 700 m. La explotación de sus aguas suele ir unida a la de la tierra que se va a regar¹⁹. En los últimos cuarenta años, las transformaciones en regadío promovidas por el antiguo Instituto Nacional de Colonización (INC, después IRYDA y actualmente Instituto Andaluz de Reforma Agraria, o IARA) han promovido la inquietud por asegurar el mejor uso de las tierras y de las aguas. A partir de 1960, la explotación de aguas más o menos profundas, promovida por la administración (INC e IRYDA), tenía como objetivo fundamental el incremento de la superficie de riego. La expansión del regadío se ha sentido de manera intensa en la zona del Salta-dor de Huerca-Overa, en el Campo de Níjar y en el Campo de Dalias. Ya más recientemente, la capacidad limitada de los acuíferos ha venido a significar una serie de disposiciones destinadas a evitar su sobreexplotación²⁰.

Por lo que respecta al riego de los Campos de Cartagena, desde proyectos durante los reinados de Felipe II y Carlos III, hasta otros más recientes, ya en 1926 (de don Eugenio Rivera) y, sobre todo, el derivado de su inclusión en el Plan Nacional de Obras Públicas de 1933, muchos han sido los planes de conducción de aguas a la zona, pero ninguno de ellos llegó a materializarse en la realidad. Por fin, en 1952 se constituyó la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, organismo que agrupaba jurídicamente a futuros usuarios del agua cuya intención común era dirigir y coordinar todas las gestiones que se efectuaran para conseguir llevar agua a sus campos. El fruto de este trabajo fue el Decreto y la Orden Ministerial de 25 de abril de 1953 otorgando a la Comunidad su primera concesión de 31 hm³/año provenientes del Segura. Esta dotación no pasó de ser un mero gesto, ya que no se contaba con los medios necesarios para la traída de las aguas hasta las tierras. Por todo ello, la evolución de las superficies de regadío, en el Campo de Cartagena, también ha estado estrechamente relacionada con la explotación de las aguas subterráneas.

A finales de los años sesenta, como consecuencia de las explotaciones de pozos, se produce un notable incremento de las tierras de regadío. En estos años proliferan los pozos con grupos motobombas y se abandona por completo el procedimiento de extraer agua mediante norias de viento. Así lo prueba el hecho de que en 1969 ya existieran más de 300 pozos con una potencia instalada superior a los 4.000 cv²¹.

¹⁹ En relación con los usos actuales de agua en Almería, conviene señalar que la agricultura usa el 85%, mientras que el 15% restante corresponde a abastecimientos urbanos e industriales. El hecho de que estos porcentajes no se alejen mucho de la media nacional (80 y 20%, respectivamente), denota un mayor rendimiento de esta agricultura en el uso del agua, dado el peso que el regadío tiene en la economía de Almería.

²⁰ Para más detalles sobre transformaciones recientes y procedimientos de gestión del agua de riego en el Campo de Dalias, consultar LOSADA, A. y J. LÓPEZ-GÁLVEZ (1997), «Gestión del regadío en el Campo de Dalias», en J. LÓPEZ-GÁLVEZ y J. M. NAREDO (eds.), *La gestión del agua de riego*, Madrid: Fundación Argenteria-Visor Dis., pp. 33-72.

²¹ GARCÍA CONESA, C. (1990), «El Campo de Cartagena. Clima e hidrología de un medio semiárido», Universidad de Murcia, Ayuntamiento de Cartagena y Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena.

En 1969, el Gobierno aprueba el comienzo de las obras del trasvase Tajo-Segura. La dotación a derivar, de un modo global, quedó establecida en 1.000 hm³/año, y, de ellos, 600 hm³/año serían las correspondientes a la primera de sus dos fases²². El Campo de Cartagena recibiría 122 hm³/año. Esta circunstancia no supuso un cese en las perforaciones de pozos, sino que se produjo un incremento de las mismas, al prever algunos agricultores la publicación del *Plan General de Transformación*, por el que se considerarían tierras exceptuadas de expropiación las que en el momento de su publicación estuvieran transformadas en regadío mediante obras de captación y conducción de aguas.

El Decreto 693/72 declaró de alto interés nacional las actuaciones del IRYDA en el Campo de Cartagena, delimitando su artículo 12, para el uso de las aguas provenientes del trasvase, la zona regable oriental, con una superficie de unas 27.500 ha, y la zona regable occidental con 5.800 ha. Durante 1981, entró en servicio parte de la zona regable oriental, quedando finalizada la puesta en riego en 1985. Respecto a la zona regable occidental la puesta en riego se ultimó en 1993.

Igual que en el regadío tradicional, el agua es hoy distribuida autónomamente por comunidades de regantes que son las encargadas de la explotación y distribución. Una comunidad puede disponer de uno o varios pozos y de aguas superficiales. Las entregas de agua se realizan en tandas cuya frecuencia puede superar la semana, siendo arrendadas por acequeros (motoristas y relojeros) y facturándose el servicio por horas. El turno es impuesto conforme a los requisitos operativos de cada comunidad.

Aún quedan comunidades donde las acequias principales son de tierra, pero éstas vienen siendo sustituidas por acequias de fábrica o revestidas. En ellas se localizan tajaderas que aseguran el paso hacia las regueras y canalillas de los regantes. Los relojeros las manejan según corresponda al turno de riego, cerrándolas una vez que éste ha transcurrido.

El agua que pasa a las canalillas es distribuida al ador (tiempo señalado a cada regante para hacer uso de su turno de riego) a varios regantes. Se empieza el servicio por el de cabeza (a mayor cota) y se descende hasta llegar a la finca situada en la cota inferior. El agua se va *cortando* por cada agricultor, una vez pasado el ador del anterior (tiempo del turno de riego). El corte del último significa el cese de una tanda y el comienzo de la siguiente.

El agua repartida en la forma indicada era aplicada *a pie* a los campos de cultivo; pero el goteo está sustituyendo dicho método de riego, hasta haber llegado a convertirse en el método de aplicación más extendido en los regadíos del sudeste español. A este efecto, se hacía necesario dotar de mayor flexibilidad a los calendarios de riego. El regante ha resuelto este

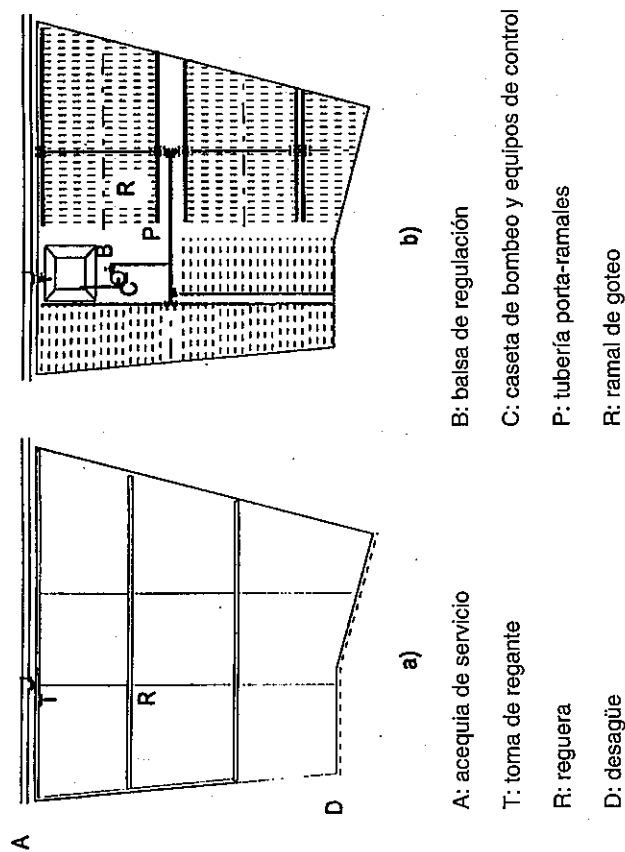
²² En ningún año, desde su puesta en servicio, ha trasvasado más de 400 hm³ y la media no alcanza los 300 hm³.

problema con balsas o albercas de regulación (ver figura 19.7). La presencia de estas balsas vino a constituir un elemento característico de la explotación agraria, pero tiende a desaparecer cuando el servicio de distribución es a la demanda y con suficiente presión.

Con objeto de regular la aplicación discrecional del agua de riego, existen dos tipos fundamentales de balsa o alberca. Cuando las fincas son pequeñas (menor de 2 ha.) suelen ser de obra de fábrica o de hormigón, con paredes verticales y armadas. La profundidad no suele sobrepasar los 3 ó 4 m. y las dimensiones y planta son variables. El otro tipo de balsa es la revestida de caucho butilo o de algún material plástico, con taludes inclinados. Este tipo es más barato y rápido de construir. A cambio, precisa una mayor superficie de terreno para igual capacidad, y es más propenso a enturbiar el agua. La capacidad de las balsas oscila alrededor de 200 a 500 m³/ha., o incluso más, en función de la forma de entrega del agua a las fincas.

Figura 19.7

ESTRUCTURA TÍPICA DE CAMPOS PARA CULTIVOS HORTÍCOLAS



a) Antes de ser modernizado.

b) Adaptado para cultivos forzados bajo cubiertas de plástico.

La modernización del sistema de distribución trata de sustituir la conducción mediante acequias por el entubamiento de toda la red hasta el depósito regulador del regante, facturándose el servicio también por horas.

La dotación y frecuencia del sistema de riego empleado depende de los cultivos considerados, del suelo o sustrato, de la época del año, del clima, de la salinidad del agua y, la mayoría de las veces, de los hábitos y costumbres del agricultor, o de recomendaciones de su servicio técnico. Durante su aplicación, se practica el fertirriego, que consiste en la introducción de los fertilizantes con el agua de riego. Aunque esta operación se puede realizar con el riego *a pie*, donde se emplea de forma generalizada es con el sistema de goteo. Además, la mayor frecuencia de aportación de agua y nutrientes que permite su sistema fijo hace que no sea tan limitante el disponer de una capa de suelo para el almacenamiento de agua y nutrientes.

3.4.2. Cultivos intensivos

El sistema de cultivo forzado de Almería se inicia con la aplicación de la técnica de suelo enarenado a cultivos de hortalizas de fruto, principalmente tomate, para los mercados nacionales y de exportación²³. La estructura de alambre propia del parral, para la producción de uva de mesa, vino a facilitar la protección bajo plástico de los cultivos, abriendo camino al desarrollo del invernadero tipo parral de Almería. A la innovación producida con la conjunción de ambas técnicas, se sumó durante los años setenta la que los plásticos significaron para el pleno vuelo de los sistemas de riego por goteo²⁴. El desarrollo de los plásticos explica, pues, al menos en parte, el *milagro de Almería*, la última provincia española en producción y renta hace 30 años, situada hoy en torno al puesto 30²⁵.

Como ya se indicó, la mayoría de los invernaderos en Almería tienen suelo enarenado. No obstante, aún es posible encontrar cultivos sobre tierra y cada día es más frecuente ver cultivos en sustrato principalmente de lana de roca o de perlita.

²³ LÓPEZ-GÁLVEZ, J. y J. M. NAREDO (1996), «Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustrato», en *op. cit.*

²⁴ El sistema de riego no es lo peculiar de esta técnica de cultivo, ya que, aunque actualmente la mayoría de las explotaciones disponen de riego por goteo, en sus inicios, y hasta mediados de los ochenta, el sistema usado era el de inundación.

²⁵ El *milagro* que la agricultura de invernadero ha producido en Almería ha sido, en parte, debido a la conjunción de técnicas de cultivo apropiadas a las condiciones del clima. A ello hay que añadir las sociales de la zona y, en su fase inicial, la proximidad de los mercados europeos, el principal de destino de la producción, así como a la posterior integración de España en la Comunidad Económica Europea.

Una función del invernadero tipo Almería es mejorar la integral térmica durante el día, con la consiguiente precocidad de los cultivos, ya que durante la noche la temperatura interior se sitúa normalmente por debajo de la exterior²⁶. Además, los invernaderos desempeñan un papel importante como cortavientos, con la consiguiente incidencia favorable en el ahorro de agua y en la calidad de las cosechas. Anteriormente, se hacía necesaria la protección de los campos con la formación de setos cortavientos, formados con cañas, pues la zona costera de Almería se caracteriza por su régimen de vientos fuertes y frecuentes.

Una característica a destacar es la relativa simplicidad en la construcción y manejo de los invernaderos, lo que ha facilitado su expansión, al no requerir mano de obra especialmente cualificada. El sistema de cultivo descrito se ha orientado a paliar las condiciones naturales desfavorables (agua, suelo y viento) y a potenciar las favorables (radiación solar) con medios simples y poco costosos. El hecho de que, con bajo coste de inversión, este sistema consiga producciones aceptables sobre un calendario amplio y diverso de cultivos, viene a subrayar su interés desde el punto de vista económico.

Los cultivos que se hacen en el Campo de Cartagena son más variados que en Almería. Coexisten allí la vocación frutal y la hortícola. En este último caso, la gama de especies de cultivo es muy amplia, pudiendo encontrarse hortalizas de fruto, hoja y flor. No se practica la técnica del enarenado, y se cultiva, por lo general, sobre el suelo natural. En cuanto a la técnica de cultivo en invernadero, hay invernaderos tipo parral de Almería, pero predominan los invernaderos industriales; por otra parte, no es una técnica mayoritaria, como en el caso de Almería, pues se suele cultivar al aire libre, aunque con la incorporación de acolchado plástico o de pequeño túnel. El sistema de riego por goteo está instalado en la mayoría de las fincas.

Actualmente se puede decir que el 100% de los invernaderos tiene instalado el riego por goteo. No obstante, sobre todo en los campos antiguos, se sigue conservando el sistema de distribución para riego a pie, que se usa para la desinfección del suelo, lavado de sales y para dar el riego de preplantación aportando el abonado de fondo. En las zonas donde el agua es entregada a la demanda y bajo presión, no son necesarias obras de regulación ni instalaciones especiales de bombeo. No obstante, los agricultores conservan en condiciones de uso balsa y equipos de impulsión cuando sus fincas disponen de otras fuentes alternativas de agua.

²⁶ LÓPEZ-GÁLVEZ, J., J. C. LÓPEZ-HERNÁNDEZ y F. BRETONES (1992), «Comportamiento climático del invernadero tipo Almería en los meses de invierno y verano», XXII Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura, CEPLA-CIPA: B.154-B.161.

A modo de síntesis

Las dificultades con que la geografía física de la región ha condicionado la disponibilidad y uso de sus recursos hídricos han contribuido también al desarrollo, si no a la génesis, de técnicas que pueden merecer un lugar digno en la cultura del agua. Limitándonos a algunas que han significado un notable impacto en la agricultura del riego, pueden enunciarse las cimbrias o kenats, norias, boqueras, azudes, albercas de regulación y, correspondiendo ya a épocas modernas, las de suelos enarenados y protecciones con cortavientos y plásticos. Juntas, constituyen una síntesis de frutos de la imaginación con los que el hombre mediterráneo ha demostrado su capacidad para convivir con su medio natural. Es de esperar que la tendencia a la sobreexplotación de acuíferos que se percibe en los años que corren no llegue a materializarse en efectos que den motivo a nuestros descendientes para decir de nosotros otra cosa. Es uno de los riesgos que el avance tecnológico les hace correr, al haber puesto en nuestras manos la responsabilidad de no abusar.

NOTA SOBRE LOS AUTORES

JOSÉ CARLOS ÁVILA CANO. Ingeniero agrónomo, ex director de la Escuela de Agricultura Ecológica de Puente Genave (Jaén). Miembro del Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba. Especialista en fitotecnia y en diseños de sistemas de agricultura ecológica. Ha trabajado durante varios períodos en la Universidad de Wageningen (Holanda) y forma parte del grupo Circle for European Rural Studies (CERES).

JOSÉ ANTONIO BATISTA MEDINA. Doctor en Filosofía y Antropología Social por la Universidad de La Laguna (Tenerife). De 1986 a 1991 cursa estudios de Filosofía en la Universidad de La Laguna. En 1992 consigue una beca del programa Formación del Profesorado Universitario, entrando a formar parte del departamento de Prehistoria, Antropología e Historia antigua (área de Antropología social), en el cual se dedica a la investigación y a la docencia. En 1997 presenta su tesis doctoral sobre la gestión de un sistema de irrigación comunal (Los Sauces, 1900-1995). Entre 1996 y 1997 fue también profesor asociado de la Universidad de La Laguna, impartiendo asignaturas de Antropología en diversos centros de la misma.

Durante este tiempo ha participado en diferentes congresos y ha publicado algunos artículos sobre gestión de recursos y, más concretamente, agua de riego. En la actualidad prepara la publicación de su tesis doctoral y un libro sobre la agricultura en el municipio de San Andrés y Sauces.

JAUME BOIXADERA LLOBET. Ingeniero agrónomo y MSc en Ciencia del Suelo. Actualmente es jefe de la sección de Evaluación de Recursos y Nuevas Tecnologías del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Cataluña, donde trabaja en temas de reposición de fertilidad del suelo, aplicación de residuos orgánicos al suelo y programación de riesgo. Es profesor asociado del Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo de la Universidad de Lleida, donde imparte clases sobre temas de manejo de suelos y aguas, y de cartografía y evaluación de suelos.

SALVADOR CALATAYUD GINER. Profesor titular de Historia Económica de la Universidad de Valencia. Ha investigado sobre la historia agraria valenciana del siglo XIX, prestando especial atención a las estructuras de la propiedad de la tierra, la dimensión histórica de la agricultura de regadío y la lógica patrimonial de los grandes propietarios.

FRANCO CAZZOLA. Profesor titular de Historia Económica en la Universidad de Bolonia y uno de los principales especialistas en la historia agraria del Valle del Po. Entre sus trabajos sobre el tema destaca el libro *Storia delle campagne adame dell'Ottocento a oggi*.

LOURENZO FERNÁNDEZ PRIETO. Doctor en Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1989). Profesor de Historia Contemporánea del Departamento de Historia Contemporánea y de América en la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Santiago de Compostela. Especializado en historia agraria, ha publicado diversos trabajos sobre cambio tecnológico y transformación contemporánea de la sociedad rural en *Noticiario de Historia Agraria*, *Historia Social*, *Recuerdos*, *Estudios d'Historia Agraria* o *A trabe de Ouro*. También es autor de *Labregos con ciencia* y coeditor de *Poder Local, elites e cambio social na Galicia non urbana y La sociedad rural en la España Contemporánea*.

RAMÓN GARRABOU SEGURA. Catedrático de Historia Económica en la Universidad Autónoma de Barcelona. Ha publicado numerosos trabajos sobre historia agraria en las revistas *Recuerdos*, *Agricultura y Sociedad* y *Noticiario de Historia Agraria*, poniendo de relieve las particularidades del desarrollo agrario en la España contemporánea. Recientemente, en el marco del proyecto colectivo sobre los caracteres originales de la agricultura catalana, ha escrito diversos ensayos sobre cambio técnico, producción y productividad agrícola, formas de tenencia de la tierra, contratos agrarios y asalariados agrícolas. Ha sido coordinador de la *Historia agraria de la España contemporánea* y forma parte de la junta directiva del Seminario de Historia Agraria.

ANTONIO MARÍA GASCÓ GUERRERO. Ingeniero de Montes por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid. Se encuentra trabajando en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) sobre el ciclo del nitrógeno en general, y, más concretamente, sobre las pérdidas de nitrógeno desde el suelo hacia los acuíferos y el aire.

JOSÉ MARÍA GASCÓ MONTES. Catedrático de Edafología de la Universidad Politécnica de Madrid. Ha realizado numerosos trabajos sobre la

temática general de los recursos naturales y ha publicado junto a José Manuel Naredo el libro *Las cuentas del agua*.

MANUEL GONZÁLEZ DE MOLINA NAVARRO. Doctor en Historia por la Universidad de Granada, imparte clases de Historia y Medio Ambiente en dicha universidad, donde ocupa el cargo de catedrático de Historia Contemporánea. Miembro de varias asociaciones de historiadores, forma parte del consejo de redacción del *Noticiario de Historia Agraria*. Sus trabajos se han orientado preferentemente hacia la historia agraria, especialmente desde la perspectiva ecológica. Es autor de varios libros y una cuarentena de artículos entre los que destacan: «Ecología, campesinado e Historia», «La tierra. Mito, rito y realidades», e «Historia y Medio Ambiente».

PALOMA IBARRA BENLLOCH. Doctora en Geografía y profesora titular de Geografía Física en la Universidad de Zaragoza. Es autora del libro *Naturaleza y hombre en el sur del Campo de Gibraltar: un análisis paisajístico integrado* y de numerosos artículos publicados en libros colectivos y en revistas como *Geographica*. Sus líneas de investigación se centran en el análisis y cartografía de paisaje integrado, la dinámica de la vegetación y su cartografía y el estudio de procesos ambientales en áreas forestales.

MAYA KHELLADI. Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de La Sorbona, París. Recientemente ha presentado su tesis doctoral «La economía del agua en las zonas semiáridas». Ha participado en seminarios y jornadas sobre el tema objeto de estudio.

JUANA LABRADOR MORENO. Doctora en Ciencias Biológicas y profesora asociada de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura, en Badajoz. Su actividad investigadora se centra en el estudio de agrosistemas extensivos con vistas a su uso ecológico, así como al manejo de la materia orgánica y técnica de compostaje. Ha participado en varios proyectos de investigación sobre los temas anteriormente expuestos y es autora de algunas publicaciones de divulgación, entre las que destaca su libro *La materia orgánica en los agrosistemas*.

JOSÉ MIGUEL LANA BERASAIN. Doctor en Historia por la Universidad de Zaragoza (1997), forma parte actualmente del departamento de Geografía e Historia de la Universidad Pública de Navarra. Su campo de investigación lo constituyen los procesos de transformación económica y social en el medio rural navarro de los siglos XIX y XX. Algunos resultados, referidos a la propiedad de la tierra, los bienes comunales o el cambio técnico, han sido publicados en las revistas *Agricultura y Sociedad*, *Noticiario de Historia Agraria* y *Gerónimo de Uztariz*.

JOSÉ LÓPEZ-GÁLVEZ. Doctor ingeniero agrónomo, es presidente del Comité Español de Plásticos en Agricultura y profesor asociado de la Universidad de Almería. En la actualidad, entre otros proyectos, trabaja en la mejora de la eficiencia de la radiación y del agua en cultivos bajo invernadero.

ALBERTO LOSADA VILLASANTE. Doctor ingeniero agrónomo, es catedrático de Ingeniería Hidráulica en la Universidad Politécnica de Madrid, donde dirige trabajos de investigación sobre aforos en acequias y sobre métodos de riego. Asimismo, enseña hidráulica aplicada a los riegos, principios y prácticas de riegos y drenajes, métodos de aplicación de riego y proyectos de sistemas de elevación, distribución y avenamiento.

JOSÉ MIGUEL MARTÍNEZ CARRIÓN. Profesor titular de Historia e Instituciones Económicas de la Universidad de Murcia. Sus investigaciones se han centrado en campos diversos de la historia económica regional y de la economía española contemporánea: transformaciones del sector agrario, cambio técnico, industria agroalimentaria, demografía histórica, bienestar y niveles de vida. Ha publicado varios libros y colaborado en revistas especializadas nacionales y extranjeras. Es editor de la revista cuatrimestral *Historia Agraria*.

ENRIC MATEU TORTOSA. Profesor titular de Historia e Instituciones Económicas de la Universidad de Valencia. Realiza estudios de historia agraria, en especial los relacionados con la evolución de los sistemas de cultivos y el cambio tecnológico. En la actualidad investiga las relaciones entre la agricultura y el medio ambiente, así como el surgimiento de la agricultura ecológica.

LEANDRO DEL MORAL IRIARTE. Doctor en Geografía por la Universidad de Sevilla (1990). Es profesor titular de esta misma Universidad, en donde dirige un curso de doctorado sobre «Gestión sostenible de recursos hidráulicos». Autor del libro *La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir (siglos XVIII-XX). Gestión del agua y organización del territorio*, coeditado por la Consejería de Obras Públicas y Transportes (Junta de Andalucía) y el Ministerio de Agricultura. Coordinador del Simposio «Usos urbanos, industriales y funciones de salud de las aguas» del Congreso sobre Planificación y Gestión de Aguas: «Hacia una nueva cultura del agua» (Zaragoza, septiembre de 1998). Actualmente dirige el equipo de la Universidad de Sevilla que desarrolla para la DG XI-CE el trabajo *Respuestas sociales e institucionales a los riesgos hídricos: séculos e inundaciones* (SIRCH).

JOSÉ MANUEL NAREDO PÉREZ. Doctor en Ciencias Económicas y estadístico facultativo. Ha dirigido el Programa «Economía y Naturaleza» de la Fundación Argentina. Autor, entre otros libros, de *La evolución de la agricultura en España*.

JOSÉ RAMÓN OLARIETA ALBERDI. Ingeniero agrónomo, profesor asociado de Edafología y Climatología de la Universidad de Lleida.

NICOLÁS ORTEGA CANTERO. Catedrático de Geografía en la Universidad Autónoma de Madrid. Junto a trabajos centrados en el pensamiento geográfico en general, cuenta con una amplia obra publicada sobre la historia de la colonización y la política hidráulica en España.

FERNANDO PARRA SUPERVIA. Ecólogo, especialista en sistemas terrestres y agrobiosistemas. Ha sido profesor de Ecología en la Universidad Autónoma de Madrid. Actualmente es consultor en temas ambientales, sobre los que cuenta con una amplia obra publicada (*Diccionario de ecología, ecologismo y medio ambiente; El monte mediterráneo, y Hacia una ciencia de los recursos naturales*).

VICENTE PINILLA NAVARRO. Doctor en Economía y profesor titular de Historia Económica en la Universidad de Zaragoza. Autor del libro *Entre la inercia y el cambio. El sector agrario aragonés, 1850-1935* y de numerosos artículos que han sido publicados en diversos libros colectivos y en publicaciones periódicas como *Revista de Historia Económica* o *Agricultura y Sociedad*. Sus líneas de investigación principales se centran en el estudio de las transformaciones de las agriculturas aragonesa y española en los dos últimos siglos y en el comercio exterior español de productos agrarios y los mercados internacionales de éstos.

ENRIC SAGUER I HOM. Profesor ayudante de Historia Económica en la Universidad de Girona. Ha trabajado en distintos aspectos de la historia agraria contemporánea de Cataluña. Recientemente ha presentado su tesis doctoral sobre *La consolidación de la propiedad campesina en Cataluña (El Bajo Ampurdán, 1850-1940)*.

ALFONSO SÁNCHEZ REGUEIRO. Licenciado en Historia por la Universidad de Santiago (1995). Finalizó sus estudios de tercer ciclo en esta universidad en 1997 y está preparando su tesis doctoral sobre «Dominio, conflicto y uso de las aguas en la agricultura gallega (1750-1930)». En la actualidad forma parte del equipo de investigación sobre «Consolidación histórica de la pequeña explotación en la Galicia contemporánea», del Departamento de Historia Contemporánea de la USC.

MANUEL SANTOS REDONDO. Profesor titular de Historia Económica e Instituciones en la Universidad Complutense de Madrid, especializado en historia del pensamiento económico y economía institucional.

ENRIC TELLO ARAGAY. Doctor en Historia Contemporánea y profesor del Departamento de Historia e Instituciones Económicas de la Universidad de Barcelona. Imparte historia económica mundial y un curso de libre elección sobre Ecología, Economía y Sociedad junto a otros profesores de los departamentos de Ecología y Teoría Económica. Con Ramón Garrabou dirige un grupo de investigaciones sobre el papel de los recursos naturales, la organización del trabajo y el cambio técnico en el desarrollo agrario catalán. Ha publicado diversos libros y artículos en las revistas *Agricultura y Sociedad*, *Historia Agraria*, *Recerques y Ecologia Política y medi ambient*, *Tecnologia i Cultura*.

ENRIC VICEDO RIUS. Profesor titular de Historia e Instituciones Económicas de la Universidad de Lleida. Su investigación se ha dirigido, principalmente, al estudio de la historia agraria de la Cataluña Occidental. Es autor de *Les terres de Lleida i el desenvolupament català del set-cents*. *Producció, propietat i renda*, y ha publicado diversos artículos sobre producción, precios, contratación agraria, conflictividad campesina y reproducción de la unidad familiar campesina (siglos XVIII y XIX).

1. *Los principios de la Economía Ecológica*
Textos de P. Geddes, S. A. Podolinsky y F. Soddy.
J. Martínez Alier (ed.)
2. *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional*
Textos de S. V. Ciriacy-Wantrup y K. W. Kapp.
F. Aguilera Klink (ed.)
3. *La Ley de la Entropía y el proceso económico*
N. Georgescu-Roegen.
Estudio introductorio de J. Grinevald
4. *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*
R. Garrabou y J. M. Naredo (eds.)
5. *Principios de bioeconomía*
R. Passet
6. *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos*
J. López-Gálvez y J. M. Naredo
7. *La economía del agua en España*
J. M. Naredo (ed.)
8. *La gestión del agua de riego*
J. López-Gálvez y J. M. Naredo (eds.)
9. *La Biosfera*
V. I. Vernadsky.
Estudio introductorio de R. Margalef
y cronología bio-bibliográfica de J. Grinevald
10. *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*
G. T. Jimeno (dir.) y M. Herrero
11. *Desarrollo económico y deterioro ecológico*
J. M. Naredo y A. Valero (dirs.)
12. *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*
R. Garrabou y J. M. Naredo (eds.)

1. *Hacia una estrategia española de competitividad*
A. Espina
 2. *La economía española en un escenario abierto*
J. Barea, M. Castells, J. R. Cuadrado Roura, R. Myro y otros
 3. *El empleo en España y Europa.*
Un análisis comparado por sectores
J. C. Collado y otros
 4. *Las cuentas de la educación en España y sus comunidades autónomas: 1980-1992*
F. Pérez, M.^a L. Moltó, E. Uriel y otros
 5. *Ética y empresa: una visión multidisciplinar*
A. Cortina, F. González Urbaneja, E. Lamo de Espinosa, G. Lipovetsky, E. Ontiveros, G. Peces-Barba, P. van Parijs y otros
 6. *Rentabilidad de la ética para la empresa*
A. Cortina (dir.)
 7. *La retórica contra la competencia en España, 1875-1975*
P. Fraile
 8. *Convergencia regional en España.*
Hechos, tendencias y perspectivas
J. R. Cuadrado, R. Garrido, T. Mancha y otros
 9. *La empresa industrial en la década de los noventa*
J. C. Fariñas y J. Jaumandreu (coords.)
 10. *Política fiscal y familia*
M. Carpio (coord.)
- En preparación:**
- El consumo en España: un panorama general*
J. A. Gimeno-Ullastres (coord.)
- Vivienda y familia*
J. Leal, C. Marcos, M. Martí, J. M. Naredo, P. Taltavull, J. J. Tinaut, M. Valenzuela y otros