

Tercera parte

ESTUDIOS DE CASOS

CAPÍTULO 11

EL AGUA COMO RECURSO LIMITANTE EN LOS SISTEMAS AGRARIOS DE CATALUÑA (SIGLOS XIX y XX)*

Ramón Garrabou Segura
Universidad Autónoma de Barcelona

Enric Tello Aragay
Universidad de Barcelona

Enric Saguer i Hom
Universidad de Girona

Jaume Boixadera Llobet
Universidad de Lleida; DARP-Generalitat de Cataluña

En toda la biorregión mediterránea la precipitación anual media es inferior a la evapotranspiración potencial. Además de convertir al agua en un factor limitante, eso determina uno de los rasgos esenciales del paisaje: la diversidad. En estrecha relación con la orografía y la naturaleza geológica del substrato y de los suelos, la presencia o ausencia relativa de agua establece fuertes contrastes zonales entre solanas y umbrías, entre planicies o altozanos áridos y la húmeda vegetación de ribera, y entre las gradaciones creadas por la altura o la distancia respecto del mar. Esos contrastes son parte del mosaico ecológico del Mediterráneo.

Las variaciones de grado también son fundamentales para comprender la diversidad de culturas agrarias. Aunque el estrés hídrico estival sea común a toda la región, la forma como afecta a las posibilidades de producción es tan diversa como la variabilidad misma de las condiciones naturales. No es sólo la diferencia anual entre precipitaciones y evapotranspiración lo que cuenta. Las variaciones zonales, estacionales e interanuales son decisivas, y

* Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación sobre los «Factores determinantes del desarrollo agrario en Cataluña: recursos naturales, organización del trabajo y cambio técnico», financiado por la DGICYT (PB96-1157-C03-01).

cualquier intento de reducirlas a valores promedio no puede dar cuenta de las múltiples situaciones reales. Del mismo modo que cada pieza del mosaico mediterráneo ofrece refugios y corredores a especies diversas, también ofrece potencialidades agrarias distintas para la especie humana.

Cataluña es sólo un pequeño rincón del Mediterráneo. Sin embargo, en ese rincón encontramos notables diferencias orográficas, edáficas, hidrográficas y climáticas entre la Cataluña húmeda nororiental y la Cataluña seca occidental y meridional. Ambas comparten la sequía estival como rasgo general común. Pero el déficit anual entre evapotranspiración potencial (ETP) y pluviometría puede representar un 20-40% en la Cataluña nororiental (Valles Oriental y Baix Empordà) —incluso desaparecer como tal bajo las persistentes nieblas de la Plana de Vic—, ascender al 60% en los altiplanos del interior (Cervera), o alcanzar un valor superior a la precipitación media en los llanos áridos de Lleida (cuadro 11.1).

Cuadro 11.1

DIFERENCIAS ENTRE LA CATALUÑA HÚMEDA Y LA CATALUÑA SECA

Comarca	Localidad	Pluviometría anual (mm)	Temp. media (°C)	Período de estrés hídrico	Duración estrés hídrico	Agotamiento de las reservas de agua del	
						ETP-P (mm)	P (%)
Valles Oriental	Caldes Montbui	641	771	14,3	mayo-sept.	5 meses	20
Baix Empordà	Torroella Montgrí	602	827	15,8	abril-sept.	6 meses	37
Plana Vic	Vic	741	717	12,4	junio-sept.	4 meses	-3
Urgell	Tàrraga	437	765	13,5	abril-oct.	7 meses	75
Segarra	Cervera	463	740	13,0	abril-oct.	7 meses	60
Segrià	Lleida	369	809	14,7	marzo-oct.	8 meses	119
							abril

Fuente: *Datos del año medio*. Elaboración propia a partir de datos de León de Llamazares¹. La evapotranspiración potencial (ETP) utilizada en el cuadro (y calculada según la fórmula de Thornthwaite) no debe confundirse con la evapotranspiración del cultivo (ETc) utilizada en otras partes del trabajo, puesto que tiene una significación muy distinta. Los valores de ETP calculados por Thornthwaite se ha visto que pueden llegar a subestimar hasta en un 30% la evapotranspiración potencial de un cultivo².

¹ LEÓN DE LLAMAZARES, A. de (1989), *Caracterización agroclimática de la provincia de Barcelona*, Madrid: MAPA; LEÓN DE LLAMAZARES, A. de (1989), *Caracterización agroclimática de la provincia de Gerona*, Madrid: MAPA; LEÓN DE LLAMAZARES, A. de (1989), *Caracterización agroclimática de la provincia de Lérida*, Madrid: MAPA.

² VILLAR, J. M. y F. ELÍAS (1996), «Evapotranspiración», en F. ELÍAS y F. CASTELLVI (coords.), *Agrometeorología*, Madrid: Mundi-Prensa, pp. 259-278

El inicio y la duración del estrés hídrico son factores clave para el ciclo de crecimiento de las plantas en general, y del cultivo de cereales en particular. Durante la primavera —salvo en Vic— las necesidades hídricas para la evapotranspiración del cereal ya superan las precipitaciones medias mensuales. Eso afecta de lleno al período crítico de floración y llenado del grano de la planta, cuando mayores son sus demandas de agua y nutrientes³. Su desarrollo quedaría interrumpido sin remedio si no dispusiera de la reserva hídrica acumulada en el suelo. En las zonas algo más húmedas una adecuada capacidad de retención de agua de los suelos permite retrasar la situación de estrés hídrico hasta junio o julio, cuando la espiga ya está dorada y a punto para la siega. Sin embargo, a medida que nos movemos de la Cataluña nororiental (de Torroella de Montgrí a Girona, pasando por Vic) hacia los llanos interiores y occidentales (Cervera, Tàrraga), el agotamiento de la reserva hídrica del suelo va avanzando. En los llanos áridos de Lleida afecta regularmente al período final de crecimiento del trigo.

La «revolución verde» ha enmascarado un tanto las diferencias, pero aquellas variaciones tenían que resultar decisivas en una agricultura que dependía estrechamente de los factores limitantes locales como el agua. A las diferencias edafoclimáticas se superponían las derivadas de una estructura orográfica que determina la gran divisoria hidrográfica catalana entre las cuencas internas y los cursos que desaguan en el Ebro a través del río Segre. La divisoria singulariza dos dominios muy distintos para los cursos de agua superficiales alimentados por la escorrentía. En la zona húmeda nororiental, la escorrentía media alcanza valores superiores a los 3 litros/segundo/km², que se prolongan hacia el sur a través de la cordillera prelitoral donde tienen su cabecera buena parte de las cuencas internas catalanas. El caudal específico de los llanos interiores, cuya escorrentía se dirige hacia el Ebro a través del Segre, oscila alrededor de 0,5 litros/segundo/km². Donde los déficits hídricos son más agudos y prolongados, más difícil resulta compensarlos con el riego.

La orografía provoca, además, otro efecto de suma importancia para las posibilidades de captar agua para el riego. En los áridos llanos occidentales las cuencas de recepción tienen una amplitud mucho mayor que en la Cataluña litoral, cuya intrincada estructura reparte la escorrentía entre una diversidad mayor de cuencas más pequeñas. El Segre y sus afluentes reciben importantes caudales de su cabecera en los Pirineos, mientras en la Cataluña litoral eso sólo ocurre con el Llobregat y el Ter. Donde es más abundante, la escorrentía se reparte en cursos menores. Donde es más escasa, tiende a concentrarse en unos pocos ríos de mayor caudal. Excepto

³ Tivy, J. (1990), *Agricultural Ecology*, Londres: Longman, pp. 96-97.

en lugares muy privilegiados, como las huertas de Lleida y Balaguer, el agua *accesible* con las tecnologías sencillas anteriores a la «revolución verde» era mucho menor en los áridos llanos occidentales, aunque por ellos discurriesen los ríos más caudalosos de Cataluña. En cambio, estaba mucho más al alcance en la Cataluña litoral y nororiental, donde el estrés hídrico era menos acusado.

No es casualidad que del estudio de las demandas de concesiones reales para riego, entre 1715 y 1808, Pierre Vilar encontrara «vacía» precisamente aquella Cataluña «seca» que sólo el riego podía transformar radicalmente. Pero esa transformación sólo era allí posible mediante grandes obras como las del Canal d'Urgell, ya propuesto en tiempos de Carlos V y que sólo empezó a hacerse realidad a partir de 1860. Tal como observó el agrónomo inglés Arthur Young en su viaje a Cataluña de 1787, sólo el rey podría haber movilizado los capitales necesarios para una obra de tal envergadura. En ausencia de iniciativas públicas de gran alcance, el progreso hidráulico del siglo XVIII y buena parte del XIX se concentrará en el este catalán, mediante iniciativas localizadas y fragmentadas características del individualismo agrario del régimen de la *masía*⁴.

1. Disponibilidades de agua e intensidad de cultivo

La modulación de la intensidad de usos del suelo será el primer rasgo que caracterizará la adaptación de las culturas agrarias tradicionales a las disponibilidades hídricas. En un país donde —como exclamaría Arthur Young— «la tierra no es nada: el sol y el agua lo hacen todo», el delicado equilibrio entre las reservas hídricas y las necesidades estacionales de evapotranspiración del cultivo constituía sin duda un factor determinante de la calidad de las tierras y de sus potencialidades agrarias. Al contrario de la aparente uniformidad que caracteriza la cultura agraria posterior a la «revolución verde», los «*usos i costums de bon pagès*» tradicionales en Cataluña prescribían una diversidad de aprovechamientos agrarios adaptados a la diversidad de situaciones que caracteriza la biorregión mediterránea.

Si a vista de pájaro hubiéramos contemplado las secciones longitudinal y transversal de cada valle, o cada cuenca, hubiéramos encontrado las cabeceras y altozanos ocupados por espacios agroforestales donde se desarrollaban formas de explotación extensivas y diversificadas. A la variedad de aprovechamientos forestales tradicionales se superponía el ciclo largo del barbecho forestal de las *boïgues* (una alternancia vid-bosque, con o sin

siembras de cereal en bancales). Cuando el equilibrio agroforestal de la *boïga* cedía paso a la *arrega* o roza, la frontera siempre permeable del espacio cultivado se desplazaba en favor de la llamada *terra campà* siguiendo la presión demográfica o la demanda de mayores rentas y tributos⁶.

El espacio agrícola de la *terra campà* estaba dominado por la cultura del cereal, en barbecho bienal de *año y vez*. Pero tampoco era un espacio uniforme. Formaba un mosaico compuesto de bancales que remontaban las pendientes hacia los espacios forestales mediante *féllexes* o terrazas. Los muros de piedra seca de esas terrazas constituían una verdadera arquitectura del paisaje, orientada a retener el agua y evitar la erosión del suelo agrícola, cuya geografía histórica está aún por hacer. Y aunque dominaba en *féllexes* y bancales, el cereal casi nunca andaba solo. A menudo se combinaba mediante fórmulas diversas con el cultivo de vid, olivos, almendros, algarrobos, avellanos, nogales, moreras y otros frutales. Es probable que esa promiscuidad de cultivos coadyuvara, junto a prácticas complejas como labrar contra pendiente o dirigir la escorrentía mediante *rasez*, a preservar la *terra campà* de la erosión, a usar el agua con mayor eficiencia y a diversificar el riesgo. Una de esas fórmulas policulturales, que parece haber sido muy común en gran parte de Cataluña hasta el siglo XVII, era el cultivo en bancales alternos intercalados entre viñas plantadas en marco ancho con olivos y almendros en las linderos.

Tal como observó Arthur Young en 1787, en Cataluña la cultura tradicional solía reservar al árbol o al arbusto las tierras de menor calidad (es decir: «*aquellas a las que el agua no puede llegar*»⁷). Las mejores tierras situadas en los fondos aluviales de los valles, que recibían la escorrentía desde los bosques y las *féllexes* de cultivo intercalado, eran siempre de *pan llevar*. Pero tanto si se intercalaba con cultivos arbóreos o viñas como si se sembraba sólo en las mejores tierras, el rasgo más común de *l'ús i costum de bon pagès* (las prácticas agrícolas consuetudinarias) en las tierras de secano era la expresa prohibición de sembrar cereal sobre rastrojo (*restollar*), así como la imposición de severas restricciones al cultivo de leguminosas. Para garantizar la rotación bienal, los contratos prescribían rígidamente la obligación general de sembrar en barbecho, nunca sobre el rastrojo volteado.

La reiteración de esa cláusula es tal que, por lo menos a partir de ciertas épocas, resulta sospechosa de incumplimiento. Sin embargo, aunque las excepciones proliferaban también solían estar muy localizadas. Arthur

⁶ Recientemente, el ecólogo Ramon Folch ha propuesto un *índice de fragilidad agroforestal* como criterio para la planificación del territorio. Ese índice se compone de tres variables: el tipo de substrato, la pendiente y la pluviosidad. Sería interesante utilizar la cartografía actual de dicho índice para contrastarla con la geografía histórica de los espacios agroforestales catalanes, situando en ellos la frontera móvil entre la *terra campà* de barbecho corto y el largo barbecho forestal de la *boïga*. Para una presentación sumaria del índice de fragilidad de Ramon Folch, véase la revista *Sostenible*, 0, 1998, p. 11.

⁷ YOUNG, A., *op. cit.*, p. 105.

⁴ VILAR, P. (1966), *Catalunya dins l'Espanya moderna*, Barcelona: Edicions 62, vol. III, pp. 263-267; YOUNG, A. (1970), *Viaje a Catalunya (1787)*, Barcelona: Ariel, pp. 99-105.

⁵ *Ibidem*, p. 62.

Young tomó nota meticulosamente de cualquier infracción al barbecho que encontraba en su viaje de 1787. Anotó bastantes —vezas generalmente, y también habas, judías, alfalfa, trébol, cáñamo, maíz— pero al final se rindió a la evidencia: «ya os habréis dado cuenta que la gran reputación de esta provincia viene de las mejoras que se han hecho en los fondos regados de los valles. La distinción es necesaria, porque esos enclaves fértiles no ocupan mucho más de la octava parte». Y añadió en la recapitulación final: «para alguien que venga del norte de Europa no puede haber espectáculo más sorprendente que el efecto del agua en los climas meridionales».⁸

Salvo en fechas bastante tardías, y lugares con una mayor abundancia de agua como la Plana de Vic,⁹ la mayoría de las excepciones a la norma del barbecho aparecen relacionadas con disponibilidades particulares de agua y de estiércol. A menudo los contratos o pactos de masovería precisaban que la prohibición de la siembra en rastrojo se entendía para las tierras trabajadas con el arado (*llaurant*), no en las porciones donde se aplicaba la labor de laya (*fangant*). Eso abría la puerta a una cierta intensificación de las rotaciones, con la introducción de leguminosas y legumbres, pero sólo en pequeñas parcelas donde se aplicaban intensivamente abonos y labores. A menudo eran porciones regables, aunque fuera sólo a partir de regajos y vaguadas que recogían aguas pluviales (*tolls*), o de pequeños pozos que permitirían acceder a unos niveles freáticos probablemente más elevados que los actuales.

En aquellas porciones se iniciaba una intensificación del cultivo, siempre ligada al acceso al agua, que alcanzaba en la huerta el mayor grado. Pero la transición del secano al regadío no era una frontera nítida, sino un *continuum*. En un trabajo sobre la huerta de Tàrraga en el siglo XVIII, Pierre Vilar estableció la distinción entre la tierra *regable* y la efectivamente *regada*¹⁰. A menudo las parcelas *regables* recibían el nombre de «suertes» (*sorts*), una denominación que puede evocar un reparto originario por sorteo pero que quizás adquiriera con el tiempo otro significado. En la documentación de ambas Cataluña es frecuente encontrar la paradójica calificación de «huerta de secanos». En la villa de Agramunt, en la comarca de Urgell, por ejemplo, contestaron lapidariamente a una encuesta de 1789: secano y regadío «todo es una misma cosa no siendo las aguas abundantes»¹¹.

La gradación entre secano y regadío adquirió especial relevancia en el oeste árido, donde el agua era más necesaria y escasa. Buena parte de las

⁸ *Ibidem*, pp. 73 y 102.

⁹ SAGUER, E. y R. GARRABOU (1996), «Métodos de fertilización en la agricultura catalana durante la segunda mitad del siglo XIX. Una aproximación a los procesos físicos de reposición de la fertilidad agrícola», en R. GARRABOU y J. M. NAREDO (eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid: Fundación Argenteria/Visor, pp. 89-126.

¹⁰ VILAR, P. (1973), «L'exploració agrícola d'una propietat a l'horta de Tàrraga», *Assaigs sobre la Catalunya del segle XVIII*, Barcelona: Curial, pp. 18-19.

¹¹ Citado en TELLO, E. (1995), *Cervera i la Segarra al segle XVIII*, Lleida: Pagès Editors, p. 314.

tierras regables con sistemas como el de Ciuradilla, en el valle del río Corb, o los de Tàrraga y Cervera, en el Ondara (pequeños ríos que nacen en los altiplanos centrales que separan la cuenca del Ebro de las cuencas centrales catalanas y se dirigen al Segre, sin aportes de las nieves del Pirineo), sólo eran ocasionalmente regadas. El riego eventual, pendiente de los aumentos de caudal durante las «avenidas» o crecidas primaverales, no permitía cambiar el patrón de cultivos ni intensificar las rotaciones. Tampoco aumentaba de forma importante los rendimientos. Pero cumplía —o lo intentaba— un objetivo fundamental: asegurar las cosechas mediante la administración en el momento oportuno de un aporte de agua decisivo para contrarrestar los efectos del déficit hídrico en la fase final de crecimiento y granazón del trigo. Aunque parcial e imperfecto, aquel regadío eventual regularizaba el ritmo de las cosechas¹². Sólo cuando el agua era abundante y segura, los huertos «de paredes y tapias» —donde también solía concentrarse el estiércol disponible— podían cambiar los cultivos e intensificar las rotaciones en lo que se conocía como «ús i costum de rec».

2. Las prácticas para contrarrestar el problema de la aridez en el cultivo del trigo

Los cultivos que históricamente han ocupado la superficie labrada catalana han mostrado su capacidad de adaptación a las condiciones medioambientales locales, en particular a la temperatura y a las disponibilidades hídricas. Sin embargo, el predominio secular de la trilogía mediterránea puede llevarnos a la dudosa conclusión de que cereales, vid y olivo encontraron en estos espacios las condiciones naturales óptimas para su crecimiento. No sucedía así, por ejemplo, con el trigo ni, en general, con los cereales. El importante peso que, desde sus orígenes, ha tenido el cultivo cereal en nuestro país no se explica como una simple adaptación a las condiciones ambientales. Más bien parece el resultado de un largo proceso de aprendizaje para hacer frente a un marco natural poco favorable, forzado por la gran importancia que tenían aquellos productos en el sistema alimentario mediterráneo y, en general, europeo. Por ello, las condiciones en las que tuvo que desarrollarse en el pasado la producción cerealícola en gran parte del territorio exigieron al agricultor poner en acción determinados medios técnicos para contrarrestar los obstáculos que oponía la excesiva aridez. Maximizar el potencial productivo local implicaba reducir los efectos de los factores limitantes, y muy especialmente la baja pluviosidad.

Como había establecido sólidamente la experiencia campesina, y había confirmado la agronomía desde el siglo XVIII, las labores preparatorias del

¹² VILAR, P. (1973), *op. cit.*, pp. 40-41.

terreno destinado a la siembra de trigo eran uno de los medios básicos de la estructura técnico-productiva aplicada a este cultivo y constituyeron uno de los elementos fundamentales de la agricultura regida a «*ús i costum de bon pagès*». No es de extrañar que la mayor parte de los contratos de arriendo especificaran esa exigencia, ni que, en muchos de ellos, se fuera más allá de recomendaciones genéricas fijándose el número de labores de arado que tenía que realizar el colono o aparcerero¹³. Estas labores preparatorias tenían como objetivo principal crear las condiciones más adecuadas para que las semillas encontraran el medio idóneo para su germinación y crecimiento, y entre ellas conseguir el grado de humedad más conveniente. Como sostiene la agronomía actual¹⁴ con el laboreo de las superficies destinadas a la siembra de cereales, además de optimizar el aprovechamiento del agua disponible, se pretende eliminar las hierbas competidoras y mejorar la estructura del suelo.

Conservar y mejorar la estructura del suelo era imprescindible para mantener el potencial productivo de una parcela. Para ello se debía incorporar materia orgánica y estiércol, lo que requería, además, una labor de arado relativamente profunda. El laboreo anterior a la siembra también tenía como objetivo conseguir una cama adecuada para la germinación de las semillas y para el desarrollo de la mayor cantidad posible de plantas. Ello exigía que las labores del arado consiguiesen constituir una cama de siembra, es decir, una capa superficial de tierra no apelmazada, lo suficientemente fina y prieta para que la semilla, en contacto con la tierra, pudiera absorber el agua necesaria y al mismo tiempo bastante porosa para el acceso del oxígeno atmosférico. Por otra parte, la estructura del suelo, su composición, textura y contenido de elementos gruesos, también ejerce un peso decisivo en la capacidad de retención del agua disponible. Éste es un aspecto que, en cualquier régimen de lluvia irregular, podía tener una incidencia relevante (cuadro 11.2).

Las técnicas de laboreo previas a la siembra han sido uno de los temas más discutidos desde el siglo XVIII, cuando empezó a desarrollarse una amplia corriente partidaria de una agricultura más acorde con los avances

¹³ La realización de estas labores preparatorias se relaciona con la obligación de las prácticas del barbecho. En la Cataluña del mas (Vallès, Gironès y Osona), el contrato tipo de masovería contenía una cláusula en la que se prohibía el cultivo continuado de cereal, y durante el año de descanso se obligaba al aparcerero a alzar los rastrojos con una labor profunda de laya, o bien a realizar diversas labores mediante el arado. Mayor precisión encontramos en los contratos tipo de la Cataluña central y occidental. Al lado de la estricta prohibición de *restoblar*, es decir, realizar un cultivo continuo de grano, se acostumbraba a fijar el momento de realizar estas labores: «*En lo mes de juny [deberá] haber emprimat, mantornat y aixadats*» («para el mes de junio deben haberse realizado las labores de alzado, bina y encardada»), se dice en uno de los contratos de mediados del siglo XIX del patrimonio Nuix (Segarra).

¹⁴ PUJOL PALOL, M. (1985), *Apunts de conreu herbaci extensius*. Barcelona: Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola i d'Especialitzacions Agropecuàries de Barcelona; PRATS, J. y M. CLÉMENT-GRANDCOURT (1969), *Los cereales*, Madrid: Mundi-Prensa.

EFFECTOS DEL BARBECHO SOBRE LAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS Y EL POTENCIAL PRODUCTIVO EN EL CULTIVO DEL TRIGO, SEGÚN LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DEL AGUA DISPONIBLE

	Precipitación efectiva durante el período vegetativo (Px0.6)				Evapotranspiración real con barbecho		Evapotranspiración real sin barbecho		Producción esperada con barbecho		Producción esperada sin barbecho	
	Evapotranspiración potencial del cultivo (mm)	durante el período vegetativo (mm)	real con barbecho (mm)	real sin barbecho (mm)	Evapotranspiración real con barbecho (mm)	Evapotranspiración real sin barbecho (mm)	Evapotranspiración real con barbecho (mm)	Evapotranspiración real sin barbecho (mm)	Producción esperada con barbecho (%)	Producción esperada sin barbecho (%)	Producción esperada con barbecho (%)	Producción esperada sin barbecho (%)
CRAD 50 mm												
Urgell	396	170	167	194	167	194	167	194	68	72	68	72
Segarra	399	182	179	204	179	204	179	204	70	73	70	73
Baix Empordà	340	240	228	234	228	234	228	234	82	83	82	83
Plana de Vic	334	270	246	246	246	246	246	246	85	85	85	85
CRAD 100 mm												
Urgell	396	170	167	227	167	227	167	227	68	76	68	76
Segarra	399	182	179	239	179	239	179	239	70	78	70	78
Baix Empordà	340	240	228	255	228	255	228	255	82	86	82	86
Plana de Vic	334	270	248	296	248	296	248	296	86	94	86	94
CRAD 200 mm												
Urgell	396	170	167	287	167	287	167	287	68	85	68	85
Segarra	399	182	179	299	179	299	179	299	70	86	70	86
Baix Empordà	340	240	228	334	228	334	228	334	82	86	82	86
Plana de Vic	334	270	248	334	248	334	248	334	86	100	86	100

Nota: El potencial de crecimiento del trigo se ha estimado a partir de los niveles posibles de evapotranspiración empleando el modelo propuesto por la FAO (Doorenbos y Kassan, 1979) en dos situaciones: partiendo de suelo seco a inicio del período vegetativo y partiendo de barbecho durante el año anterior. Igualmente se tienen en consideración tres situaciones posibles relativas a la capacidad de retención de agua disponible del suelo (CRAD). La producción esperada es resultado de la razón entre evapotranspiración real y evapotranspiración potencial del cultivo en cada zona. La metodología y los conceptos utilizados se hallan expuestos en el Anexo.

científicos. Se debatió cuál era la profundidad óptima de una labor de arado, cuál era el tipo de arado que convenía utilizar, cuántas eran las labores que se debían realizar y cuáles los períodos más adecuados para llevarlas a cabo. Todo ello muy marcado, en los países mediterráneos, por una discusión sobre la función del barbecho. En realidad muchas de estas cuestiones no tienen respuestas unívocas. El tipo de suelo, el grado de humedad y

los instrumentos aratorios disponibles aconsejan técnicas distintas. En un suelo profundo, compacto y húmedo son más eficientes labores más profundos, mientras que en suelos más ligeros parecen recomendables labores más superficiales. Como norma, en las áreas afectadas por problemas de aridez, la labor de levantar un rastrojo debe ser más profunda para evitar la escorrentía y facilitar la penetración del agua en la tierra, mientras que en las labores siguientes, y en particular las últimas, es aconsejable arar a menor profundidad. La conveniencia de realizar un elevado número de labores antes de la siembra —idea indiscutida hasta bien avanzado el siglo XX—, puede explicarse por la necesidad de eliminar las malas hierbas, aunque podía tener como contrapartida la disminución de la reserva de agua en el suelo.

Todas estas cuestiones sobre las técnicas más adecuadas de preparación de la tierra estaban estrechamente relacionadas con la cuestión del barbecho. Esta técnica fue vista hasta fines del siglo XIX como el exponente más claro del atraso y la rutina de unos agricultores incapaces de hacer un uso más intensivo de la tierra y de adaptarse a la modernidad. Sin embargo, y ante la dificultad de encontrar técnicas sustitutivas, desde fines del siglo pasado agrónomos como José Cascón se erigieron en defensores del barbecho, considerándolo el procedimiento más razonable para el cultivo de cereales en zonas de un elevado grado de aridez. En una granja experimental de Palencia, Cascón realizó diversas experiencias en 1908-1910 comparando la humedad del suelo en parcelas sembradas de cereal, con legumbres de primavera y en barbecho. «La humedad del sembrado y el barbecho van distanciándose desde febrero o marzo —describía Cascón—, según hayan sido las lluvias más o menos abundantes en invierno, y hasta octubre o noviembre no vuelven a reunirse, dependiendo también, como es natural, de las lluvias, luego que en estos meses disminuye o cesa la evaporación.» El estudio comparativo reveló que «las parcelas sembradas con las leguminosas citadas absorbieron toda la humedad del barbecho quedando la tierra tan endurecida y seca como la ocupada por las siembras de cereales. Hubo gran dificultad en preparar estas parcelas para la siembra del trigo [...] por la carencia de humedad. Luego de nacido, se notaba una gran diferencia con la tierra sembrada».⁵

Autores como Cascón argumentaban que en gran parte de la geografía española no era posible generalizar aquellas rotaciones de cultivos que habían permitido la supresión del barbecho en la Europa atlántica y que, en consecuencia, las prácticas del barbecho continuaban siendo las únicas posi-

⁵ CASCÓN, J., «La humedad de la tierra», *Boletín de Agricultura Técnica y Económica*, 29, 30 y 31, 1911 (las citas corresponden al núm. 37, pp. 24 y 26). Véanse también sus artículos sobre «Labores» (núms. 32 y 36 de 1911) y «Alternativas o rotación de cosechas en secano» (núms 37 y 39 de 1912) en la misma revista.

bles para eliminar las malas hierbas, conservar la estructura del suelo y mantener al máximo los recursos hídricos para el año de siembra. Combinado con la labor de alzar para disminuir la escorrentía y retener el agua pluvial, el año de barbecho podía servir para almacenar un agua de gran utilidad para la siembra siguiente, en aquellas agriculturas cuyo principal factor limitante es la aridez. No obstante, el propio Cascón buscó alternativas para reducir el barbecho al máximo, propuso experimentar con la siembra de granos o legumbres que se segaran para forraje antes de alcanzar la granazón, e insistió en la necesidad de mejorar técnicamente las labores de arado.

Posteriormente ciertos sectores de la agronomía se han mostrado muy escépticos sobre la eficacia del barbecho para mejorar el manejo de los recursos hídricos. Autores como Sebillote y Godard¹⁶, consideran que las labores realizadas durante el año de descanso provocan la evaporación de casi todas las reservas acumuladas por lo que, en su opinión, sería de escasa utilidad desde el punto de vista de la conservación del agua, particularmente en zonas donde el período de lluvias es seguido por una estación seca y calurosa. El laboreo de los meses áridos activaría la evaporación de la capa superficial y, aunque podría ayudar a mantener húmedos los horizontes más profundos, en su opinión, el resultado final sería poco efectivo desde el punto de vista hídrico. Aun admitiendo que la mayor parte de las rotaciones de cultivos noratlánticas que permitieron eliminar el barbecho no eran aplicables en gran parte de nuestra geografía, algunos de esos autores han planteado que hubiera sido posible introducir en la rotación —durante el año de descanso— otras leguminosas forrajeras que cumplieran una función mejorante parecida a la del trébol y la alfalfa, gracias a su aportación de nutrientes.

Sin embargo, ese punto de vista ha sido criticado por otros especialistas actuales, que señalan la importancia crucial de almacenar cantidades muy modestas de agua en el suelo para agriculturas que trabajaban en condiciones de severa escasez hídrica para obtener unos rendimientos bajos e irregulares. Aunque buena parte del agua de lluvia retenida en el suelo se evaporara al labrarse el barbecho, la que podía acumularse a profundidades superiores a los 20 cm podía representar entre un 16 y un 20% de la pluviosidad anual¹⁷. El escepticismo hacia la eficacia del barbecho como manejo hídrico también parece desmentido por diversos experimentos recientes, como el realizado por un grupo de agrónomos norteamericanos en una zona árida de Estados Unidos sustituyéndolo por la siembra de leguminosas y gramíneas pratenses. Los resultados obtenidos por Schlegel

¹⁶ SEBILLOTE, M. y D. GODARD (1993), «La fertilité: lecture agronomique de pratiques sociales», en L. SEGRE (ed.), *Agricultura, ambiente e sviluppo economico nella storia europea*, Milán: Franco Angeli, pp. 186-227.

¹⁷ TIVY, J., *op. cit.*, pp. 198-199.

y Haulin en Tribune Unit, una región semiárida con unas precipitaciones medias de 400 mm en el centro-oeste de Kansas, muestran que los rendimientos del trigo sembrado en parcelas en las que se había sustituido previamente el barbecho por la siembra de vezas, disminuían de forma notable, siempre que el cultivo de vezas se mantuviera hasta principios de julio. La caída de la productividad no podía ser debida a escasez de nitrógeno, dado que su contenido al levantarse la cosecha de leguminosas había aumentado significativamente. Claramente, el factor limitante era el agua. La disminución de las reservas hídricas, provocada por la cosecha de vezas que sustituían al barbecho, era el principal factor responsable de la disminución de los rendimientos. Sus experimentos les han permitido establecer que por cada milímetro de agua que desaparece del suelo durante la cosecha de vezas, los rendimientos del trigo caen 16 kg.

De ahí parece deducirse que, manteniendo el barbecho, las disponibilidades hídricas en el momento de la siembra del trigo eran superiores a las existentes cuando el año anterior se sembraban leguminosas. No se trata de que el cultivo de forrajeras como las vezas no fuera posible en regiones semiáridas donde el agua es el principal factor limitante, ya que se obtenía una cosecha razonable. Pero su desarrollo vegetativo producía un agotamiento de las reservas hídricas del suelo, superior al que se producía si se practicaba el barbecho, y ello afectaba negativamente la posterior cosecha de cereales, que era la principal y había que asegurar. En nuestra opinión ese resultado abona la tesis de quienes consideran la práctica del barbecho un método adecuado para optimizar el manejo del agua, que constituye el principal factor limitante en regiones áridas y semiáridas. Su eficacia variará en función de la naturaleza del suelo y de la estacionalidad de las lluvias, pero dichas labores del suelo como mínimo sirven para eliminar las plantas adventicias que durante el período de crecimiento del cultivo podían extraer importantes cantidades de agua del suelo.

El cuadro 11.2, elaborado a partir de supuestos teóricos, pretende ilustrar cuáles podían ser los efectos del barbecho en los distintos contextos edafoclimáticos sometidos a análisis. No se trataba de efectos lineales, puesto que la eficacia del barbecho aumentaba en los suelos con mayor capacidad de retención del agua disponible (CRAD), mientras que en suelos ubicados en zonas húmedas y con poca capacidad de retención su impacto podía llegar a ser despreciable. Por otra parte, no es casualidad que las zonas donde persistió con mayor intensidad la práctica del barbecho —las zonas más áridas— fueran también aquellas donde —si el suelo lo permitía— podía esperarse una mayor repercusión en términos relativos. Aunque desde parámetros actuales un aumento esperado de la producción del orden del 15% pueda parecer bajo, en el contexto de una agricultura que obtenía habitualmente rendimientos de 4:1 y 5:1 era un motivo muy razonable para respetar el turno bianual de descanso, y más cuando unos

pocos milímetros de agua disponible podían ser claves para la cosecha y podían asegurar mayor regularidad en la producción.

A partir de esas modestas aportaciones de agua y materia orgánica obtenidas con el barbecho, las tareas preparatorias del suelo desarrolladas por la agricultura tradicional incluían, además de las labores de arado, el uso de gradas y rulos con el fin de conseguir una estructura adecuada de la capa superficial del área destinada a la siembra. Ésta debía ser lo suficientemente mullida, y al tiempo tener cierto grado de consistencia, para que la semilla quedara en contacto con el suelo y pudiera absorber el agua necesaria para su germinación. Además, una tierra adecuadamente preparada permitía acelerar las labores de siembra, ya que la grada podía sustituir al arado, aprovechando mejor los momentos óptimos para la siembra.

2.1. La siembra

Las necesidades hídricas son variables a lo largo del desarrollo vegetativo completo del cultivo, y para el trigo suelen establecerse convencionalmente tres etapas distintas: la de siembra, la de reproducción y la correspondiente al espigado y llenado del grano. Los factores clave durante la primera fase dependen del momento preciso de la siembra, de la densidad de semilla y de la intensidad del ahijamiento.

Los expertos actuales señalan que la cantidad idónea de semilla depende de diversos factores y no es homogénea para todos los terrenos¹⁸. Entre otros factores, depende de la variedad sembrada, de la naturaleza y estado físico del suelo, de su contenido en nutrientes y de la época de siembra. En tierras en buen estado, fértiles y con suelos profundos, la dosis de siembra podía reducirse hasta 110 kg/ha (1,4 hl/ha), dadas las elevadas posibilidades de ahijamiento. Por el contrario, en tierras ligeras, o en suelos pesados excesivamente húmedos y con tendencia a apelmazarse, así como en tierras mal preparadas o sembradas tardíamente debido a la sequía, las posibilidades de ahijamiento son menores por lo que es necesario aumentar la cantidad de semilla. En estos casos se recomienda elevar la dosis a 150 kg/ha (unos 2 hl/ha). Este valor es el que hemos encontrado con mayor frecuencia en documentación de origen diverso procedente de la Cataluña central¹⁹. En definitiva, dado que la capacidad de ahijamiento depende de un nivel adecuado de humedad, en las comarcas áridas o semiáridas aquélla tenderá a ser baja.

La siembra es técnicamente posible —en la zona de análisis— desde octubre hasta febrero-marzo, pero el período idóneo es octubre-noviembre. La

¹⁸ PRATS, J. y M. CLEMENT-GRANDCOURT, *op. cit.*

¹⁹ GARRABOU, R., P. PASCUAL, J. PUJOL y E. SAGUER (1995), «Potencialidad productiva y rendimientos cerealícolas en la agricultura catalana contemporánea (1820-1935)», *Noticiario de Historia Agraria*, núm. 10, pp. 89-130.

correspondencia de los administradores evidencia la importancia atribuida a la realización de la siembra durante los meses de octubre y noviembre. En las comarcas leridanas, los campos ya estaban preparados para la siembra desde fines de septiembre. Si la tierra tenía suficiente humedad, la siembra se llevaba a cabo a lo largo del mes de octubre, y acostumbraba a finalizar al mes siguiente²⁰. Sin embargo, la falta de humedad obligaba a menudo a retrasarla. Si aceptamos como muestra representativa de las condiciones en que se realizaba la siembra en las comarcas de Urgell y la Segarra la correspondencia de los administradores del marqués de Sentmenat durante el siglo XIX, entre un 30 y un 40% de las campañas sufría retrasos en las operaciones de siembra por falta de lluvia.

Pero no siempre los efectos de la sequía eran dramáticos. Si durante la segunda quincena de octubre, o incluso en noviembre, se registraba un mínimo de precipitaciones, la siembra se realizaba con rapidez sin graves problemas para el desarrollo inicial de la planta. En pocas ocasiones las frecuentes caídas de los rendimientos podían atribuirse a dificultades en el período de la germinación y nascencia, sino que resultaba mucho más determinante el déficit hídrico de los meses de primavera. En el mediterráneo estamos muy lejos de la situación que Jones plantea para Inglaterra, donde un exceso de humedad durante el período de siembra solía estar en la base de una mala cosecha²¹. Es cierto que algunas de las peores cosechas leridanas del siglo pasado se iniciaron con dificultades en el período de siembra por falta de lluvias, pero resulta difícil establecer si la caída de los rendimientos debe ser atribuida al déficit hídrico de esta etapa inicial, o si resultó más determinante la frecuente aridez de los meses de abril-mayo.

La germinación y el primer desarrollo vegetativo de la planta exigían unos determinados niveles de temperatura y humedad. Por lo común la temperatura no solía plantear problemas. Sólo en aquellos casos en que se retrasaba excesivamente la siembra, las bajas temperaturas de diciembre o enero podían dificultar la germinación. Tampoco se corría el riesgo de que las heladas invernales dañaran la planta. Únicamente cuando se producían de forma brusca, y especialmente cuando eran muy tardías, perjudicaban a la floración. En la correspondencia de los administradores leridanos, la disminución de rendimientos era atribuida con relativa frecuencia a las bajas temperaturas. Pero se trataba de fríos tardíos, correspondientes a los meses de abril y mayo²². Durante el período 1879-1894 abundan las referencias

²⁰ Sólo hemos encontrado una referencia de una siembra a fines de agosto, lo más frecuente era iniciar esta operación en los últimos días de septiembre y terminarla a mediados de noviembre.

²¹ JONES, E. L. (1967), *Seasons and Prices. The Role of the Weather in English Agricultural History*, Londres: Allen & Unwin.

²² Sólo en un par de ocasiones, 1830 y 1850, se informa que las heladas de enero han dañado sembrados. En cambio, es mucho más frecuente atribuir disminuciones de la cosecha a los fríos tardíos de los meses de abril y mayo.

sobre la responsabilidad de los fríos tardíos sobre los mediocres niveles de los rendimientos. Prácticamente la mitad de los años encontramos comentarios de este tipo, lo que, en 1887, lleva al administrador a escribir: «La desgracia de este país son los fríos de abril y mayo»²³.

Puesto que la germinación de la semilla requiere cierto nivel de aireación, siembras demasiado profundas o en terrenos apelmazados pueden ser contraproducentes. Suelos muy húmedos o excesivamente secos también pueden crear dificultades. Sin embargo, el principal problema de gran parte de las zonas trigueras catalanas se derivaba de las disponibilidades de agua.

Cuadro 11.3

DISPONIBILIDAD MEDIA Y NECESIDADES DE AGUA (mm) DEL CEREAL DESDE GERMINACIÓN A INICIO DEL ENCAÑADO (OCTUBRE-FEBRERO), EN LA SEGARRA Y PARA UN SUELO CON UNA CRAD DE 50 mm

	Evapotranspiración del cultivo (ETc)	Precipitación efectiva (PE=Px0,6)	Agua en el suelo PE-ETc	Déficit hídrico	Exceso hídrico	Pérdida real	Evapotranspiración real
Octubre	11,3	45,7	30,0	0,0	3,9	1,9	11,3
Noviembre	8,9	35,2	50,0	0,0	31,8	16,9	8,9
Diciembre	15,6	40,7	50,0	0,0	7,8	12,3	15,6
Enero	21,6	23,4	50,0	0,0	0,0	4,0	21,6
Febrero*		10,1	38,5	0,0			

Nota: El cuadro estima las disponibilidades hídricas a partir de las precipitaciones medias, suponiendo barbecho durante el año anterior. Cabe señalar, por otra parte, que los cálculos reproducidos sólo se refieren a un suelo con baja capacidad de retención de agua disponible (50 mm de CRAD) porque, en circunstancias normales, con una retención mínima se consigue cubrir la totalidad de las necesidades de la planta a lo largo del período.

* Primera quincena de febrero.

Se estima que la germinación óptima se realiza cuando el contenido de agua del suelo está entre el 60 y el 80% de la capacidad del campo. Observando el cuadro 11.3 se puede comprobar cómo, en términos medios, durante la fase de germinación y nascencia no solían existir déficits hídricos importantes, aunque era relativamente frecuente que la siembra tuviera que retrasarse hasta mediados de octubre o principios de noviembre.

²³ La insistencia en los efectos de las bajas temperaturas primaverales quizás sea una confirmación del cambio climático correspondiente a las últimas décadas del siglo XIX, que la historiografía inglesa ha insistido en señalar como uno de los factores que intervinieron en la depresión finisecular y que pocas veces se ha tenido en cuenta en nuestro país.

Como mínimo eso parece deducirse de la correspondencia de los administradores de algunas haciendas de la casa Sentmenat en los llanos de Urgell. En algunos casos excepcionales no se pudo iniciar hasta diciembre. Un retraso de esta naturaleza podía tener efectos graves sobre los rendimientos, ya que las bajas temperaturas dificultaban el proceso normal de germinación y ahijamiento. Pero en general las informaciones sobre esta zona sugieren que en esta fase el estrés hídrico no era decisivo para determinar el nivel de rendimientos. La presencia o carencia de agua adquiriría mayor importancia después, durante las fases de reproducción y espigado.

2.2. El balance hídrico en las fases intermedias y finales de desarrollo de la planta

En el período inicio del encañado-floración aparecen déficits notables en bastantes situaciones (ver cuadro 1.1.4), especialmente en los suelos con menor capacidad de retención de agua, siendo especialmente crítico el caso de los suelos más delgados (CRAD menor de 50 mm). Es también en este período donde la práctica del barbecho adquiere toda su significación con los suelos más profundos capaces de acabar este período sin que las plantas tengan estrés.

De acuerdo con el esquema de desarrollo del trigo de invierno que proponen Prats y Clément-Grandcourt²⁴, el período de reproducción comprende los meses de abril a junio. A lo largo de dicho período se completa el encañado y se produce el espigado, durante el cual se elaboran las tres cuartas partes de la materia seca. Tiene una duración aproximada de 32 días, distribuidos entre mayo y junio, y concluye con la maduración de los óvulos, que se prolonga unos 15 días. El proceso finaliza con la fase de maduración, durante la cual se paraliza la fotosíntesis, se hincha el grano y posteriormente se seca. Durante estas fases la posibilidad de intervención del agricultor para realizar un uso más eficaz del agua era escasa, y prácticamente quedaba reducida a la eliminación de las plantas adventicias. Resulta plenamente coherente que en muchos contratos de cultivo se explicitara la necesidad de realizar escardas cuidadosas al finalizar el invierno y que se destinaran recursos relativamente importantes a esta operación realizada en buena medida mediante trabajo femenino.

El agua es crucial en el desarrollo de la planta, puesto que además de necesaria para la constitución de las células y de intervenir en la síntesis de los glúcidos catolizados, es el vehículo portador de los elementos minerales solubles en la savia bruta. Por ello resulta importante definir el coeficiente de transpiración del trigo, es decir, la cantidad de agua que utiliza la planta

²⁴ PRATS, J. y M. CLÉMENT-GRANDCOURT, *op. cit.*

Cuadro 1.1.4

DISPONIBILIDADES MEDIAS Y NECESIDADES DE AGUA (mm) DEL CEREAL DESDE INICIO DEL ENCAÑADO HASTA FLORACIÓN (FEBRERO-ABRIL), EN LA SEGARRA

	Evapotranspiración del cultivo (ETc)	Precipitación (P)	P-ETc	Agua en el suelo	Déficit hídrico	Exceso hídrico	Percolación	Evapotranspiración real
CRAD 50 mm								
Febrero*	22,0	10,2	-11,8	28,0	0,0	0,0	2,3	22,0
Marzo	91,6	38,7	-52,9	0,0	24,9	0,0	0,0	66,7
Abril**	60,0	23,3	-36,7	0,0	36,7	0,0	0,0	23,3
CRAD 100 mm								
Febrero*	22,0	10,2	-11,8	78,0	0,0	0,0	3,9	22,0
Marzo	91,6	38,7	-52,9	25,1	0,0	0,0	0,0	91,6
Abril**	60,0	23,3	-36,7	0,0	13,4	0,0	0,0	36,7
CRAD 200 mm								
Febrero*	22,0	10,2	-11,8	161,4	0,0	0,0	0,0	22,0
Marzo	91,6	38,7	-52,9	108	0,0	0,0	0,0	91,6
Abril**	60,0	23,3	-36,7	61,3	0,0	0,0	0,0	60,0

Nota: El cuadro estima las disponibilidades hídricas a partir de las precipitaciones medias habituales y suponiendo barbecho durante el año anterior.

* Segunda quincena de febrero.

** Primera quincena de abril.

para elaborar una determinada cantidad de materia seca. La cifra que suele darse para el trigo varía entre 450/550 kg de agua por kg de materia seca. Además, las pérdidas por transpiración pura, evaporación desde el suelo o a través de las plantas adventicias, aumentan aquella cifra en un 40 o 50%, es decir, en 1.800 m³ por hectárea, lo que da por hectárea 5800 m³ de agua, suponiendo unos rendimientos de 4.800 kg, y sitúa las necesidades de lluvia en un mínimo de 580 mm anuales²⁵.

Estas estimaciones globales son poco relevantes ya que, en realidad, dependen de su distribución a lo largo del año y de la capacidad de retención de cada suelo²⁶. Aparte del período de germinación y nascencia, los momentos auténticamente críticos desde el punto de vista hídrico son el espigado y, en menor medida, la maduración. Un déficit hídrico durante estas fases puede tener efectos muy negativos sobre los rendimientos.

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ PUJOL PALOL, M., *op. cit.*

DISPONIBILIDAD MEDIA Y NECESIDADES DE AGUA EN EL SUELO DURANTE LAS FASES DE REPRODUCCIÓN Y MADURACIÓN (ABRIL-JUNIO), EN LA SEGARRA

	Evapotranspiración del cultivo (ETc)	Precipitación efectiva (PE=P-0,6)	Agua en el suelo	Exceso hídrico	Pérdición	Evapotranspiración real
CRAD 50 mm						
Abril*	60,0	23,3	-36,7	0,0	0,0	23,3
Mayo	88,8	57,1	-31,7	0,0	0,0	57,1
Junio	21,6	41,8	20,2	0,0	0,0	21,6
CRAD 100 mm						
Abril*	60,0	23,3	-36,7	0,0	0,0	23,3
Mayo	88,8	57,1	-31,7	0,0	0,0	57,1
Junio	21,6	41,8	20,2	0,0	0,0	21,6
CRAD 200 mm						
Abril*	60,0	23,3	-36,7	0,0	0,0	60,0
Mayo	88,8	57,1	-31,7	0,0	0,0	88,8
Junio	21,6	41,8	20,2	0,0	0,0	21,6

Nota: El cuadro estima las disponibilidades hídricas a partir de las precipitaciones medias habituales y suponiendo barbecho durante el año anterior.
* Segunda quincena.

A la vista de estos datos resulta lógico que, cuando se producía un período de sequía a la llegada de la primavera, surgieran fundados temores de que la cosecha se podía perder si no llegaban las lluvias oportunas. La experiencia secular había mostrado la gravedad de una insuficiencia de agua durante los meses de marzo a mayo para la futura cosecha, coincidiendo con el espigado. No tiene nada de extraño que fuera durante estos meses cuando más proliferasen las rogativas *pro pluvia*. Tampoco es sorprendente que fuera a partir de marzo cuando empezaran a manifestarse los miedos y las preocupaciones sobre la próxima cosecha, si no llegaban las ansiadas lluvias. El cuadro 11.5 muestra claramente cómo es a partir de este momento cuando, si no hay lluvias, se producen déficits importantes que, al ser un período crítico, afectan gravemente a la cosecha final. Frases como «*Si no plou dins de pochés dies estem mol mal*» («si no llueve en pocos días estaremos muy mal») (7-III-1834) o «*dins de poch perdrem la collita*» («dentro de poco perderemos la cosecha») (12-III-1835) abundan en la correspondencia que venimos citando; aun- que no siempre se cumplían los presagios pesimistas y, en algunas ocasio-

nes, las precipitaciones de abril y mayo conseguían recuperar los sembrados y obtener una cosecha regular.

De todos modos sorprende la cantidad de noticias que contiene la correspondencia sobre pérdidas de rendimientos provocadas por todo tipo de dificultades durante la granazón. La llegada de lluvias, en algunas ocasiones en cantidades notables en mayo, no siempre era suficiente para garantizar la cosecha. En ocasiones, un golpe de calor intenso o, en otras, temperaturas demasiado bajas, la afectaban muy negativamente. «*En rahó de les copioses plujes que tinguerem entre abril y maig se posaren los sembrats jamoso, en termes que fins a S. Joan nos prometiam una gran collita y ab quatre dies de una boira y un mal temps que feu entonses se mo lo xuclà tot, deixant poquissim gra i molta palla*» («A causa de las abundantes lluvias de abril y mayo los sembrados prometían, hasta San Juan, una gran cosecha. Pero cuatro días de niebla y de mal tiempo que hizo entonces se lo llevó todo, dejando poquí- simo grano y mucha paja»), informaba el administrador en agosto de 1842.

3. Disponibilidades hídricas y evolución del nivel medio de rendimientos

Mientras la única vía de desarrollo agrario se identificó con el modelo atlántico (cuyo núcleo consistía en la introducción de leguminosas forraje- ras dentro de una rotación sin barbecho), las limitaciones hídricas ejercie- ron una notable presión sobre las posibilidades de mejorar los rendimien- tos. La siembra de leguminosas no sólo implicaba una intensificación del cultivo, sino también la supresión del barbecho como método de acumula- ción de agua en el suelo y la introducción de cultivos en competencia con el cereal por el mismo recurso escaso. Sin agua, las posibilidades de aumen- tar el flujo de nutrientes —a través de la fijación simbiótica de nitrógeno— se encontraban drásticamente limitadas y, con ellas, los rendimientos. Sólo en las zonas cerealícolas de la Cataluña húmeda, donde el nivel pluviométrico lo permitía, se establecieron con éxito alternancias bienales (Empordà) o cuatrienales (Plana de Vic) con leguminosas y sin barbecho.

En la Cataluña más árida, la posibilidad de mejorar los rendimientos cerealícolas —no sólo para aumentar su nivel medio, sino también para estabilizar sus bruscas oscilaciones— dependía en buena medida de la posi- bilidad de realizar aportes hídricos mediante riego. Ello exigía la canaliza- ción y derivación de aguas superficiales procedentes de cauces cercanos puesto que, en dichas comarcas, sólo muy puntualmente podía obtenerse agua para el riego procedente de acuíferos subterráneos —algo más fre- cuente en zonas de la Cataluña húmeda como el Empordà. Sin embargo, a mediados del siglo XIX apenas se disponía de otra infraestructura que la de origen medieval o andalusí, que sólo cubría minúsculas extensiones de territorio —con la excepción de las huertas periurbanas de ciudades como

Barcelona, Lleida o Balaguer- y que en muchas ocasiones continuaba subordinando el riego al suministro de fuerza motriz. La sucesión de proyectos frustrados para la construcción del Canal d'Urgell es un claro testimonio de las dificultades existentes para llevar a cabo grandes proyectos de infraestructura hidráulica. Las condiciones impuestas por el régimen de propiedad, y la debilidad ejecutiva e inversora del Estado, bloquearon durante décadas la realización de obras de regadío de cierta envergadura, especialmente allí donde mayores beneficios hubieran producido.

A la altura de 1890, el mapa de los rendimientos cerealícolas de secano seguía en buena medida la divisoria de regímenes pluviométricos e hídricos. Obviamente, las relaciones entre cultivos, fertilidad, agua, clima y suelo son complejas. Sin embargo, y exceptuando las comarcas pirenaicas cuyas condiciones climáticas y orográficas poco adecuadas para el cultivo del trigo daban lugar a producciones irrelevantes, puede trazarse una línea en torno a un rendimiento medio de 12 hl/ha que, a grandes rasgos, coincide con la frontera entre la Cataluña seca y la húmeda. Los rendimientos de las zonas cerealícolas de la Cataluña húmeda podían doblar e incluso triplicar el nivel de los llanos leridanos. Además, la intensidad de las fluctuaciones de las cosechas era muy superior en los áridos llanos interiores. Probablemente eso no se debía tanto a una menor regularidad pluviométrica, como a la amplitud de un período de estrés hídrico más temprano, y a la mayor probabilidad de que éste afectase al cultivo en un momento crítico de su ciclo vegetativo.

La función de los sistemas de riego eventual, tan frecuentes en la Segarra y Urgell, aplicados en aquellas fincas que, siendo básicamente de secano, podían disponer de un mínimo caudal de riego durante los períodos críticos, podían atenuar las oscilaciones en las cosechas, sin por ello aumentar en gran medida el nivel medio de rendimientos. La correspondencia de los administradores del marqués de Sentmenat es muy clara en este punto. Unas veces, como en julio de 1854, se felicitaban porque «la collita sera mitjana i millor la del blat, gracies al reg que es va poder fer» («La cosecha será mediana y mejor la de trigo, gracias al riego que pudo hacerse»). Otras veces, la dificultad de administrar ese riego eventual en el momento oportuno era señalada como responsable de una cosecha mediocre: «el resultado de la cosecha no ha sido tan satisfactorio como esperaba, debido sin duda a no haber podido lograr que los aparceros regaran los campos a tiempo debido» (19-VII-1873). En 1865, cuando el curso del río Corb fue alterado por el recién construido Canal d'Urgell, los administradores informaron al Marqués que «la sequía ha sido para nosotros aún más sensible este año por el rigor con que se nos ha prohibido enteramente el riego con las aguas del Riu Corp de que poco más o menos siempre habíamos participado, hasta que habiéndose incorporado la Junta del canal de aquellas aguas no se nos permite absolutamente el riego». Al año siguiente calificaba la cosecha de «la más miserable, como ya me temía [...]».

Las limitaciones tecnológicas para corregir la desfavorable dotación hídrica sólo comenzaron a dar un vuelco significativo a comienzos del siglo XX. Junto con la expansión del regadío, cuyo impacto en las áridas llanuras leridanas fue crucial, la difusión de los abonos inorgánicos impulsó un fuerte crecimiento del nivel medio de rendimientos. La plena difusión del nuevo modelo tecnológico no se consolidó hasta la década de 1960, pero su impacto ya se percibe a lo largo de la primera mitad de siglo.

Cuadro 11.6

EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DEL TRIGO EN EL SECANO (kg/ha)

	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona
1890	1.509	996	658	819
1926-1935	1.472	1.129	1.141	1.137
1984-1989	4.102	3.907	3.795	3.470
1992-1996	3.901	3.865	3.253	3.375

Fuentes: Junta Consultiva Agronómica (1891), *Avance estadístico sobre el cultivo cereal y de leguminosas asociadas en España*, Madrid: Tipografía de L. Peart e hijos; Ministère de l'Agriculture (1937), *Résumé statistique de la production agricole en Espagne, 1935-1936*, Madrid, Generalitat de Catalunya, *Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya*, Barcelona, 1984-1989 y 1992-1996. Debe advertirse que las fuentes correspondientes a los dos primeros períodos adolecen de graves problemas de fiabilidad. Es por ello que no deben ser interpretadas al pie de la letra, aunque sirvan para ilustrar el trazo grueso de la evolución de los rendimientos a largo plazo.

En los cultivos cerealícolas de secano se produjo un incremento sustancial del nivel medio de rendimientos entre 1900 y 1936, sin que mediara una modificación significativa de las condiciones climáticas e hídricas. Uno de los aspectos más llamativos del proceso que tuvo lugar durante las primeras décadas de nuestro siglo fue su particular geografía. El incremento fue de mayor magnitud en aquellas zonas áridas donde los rendimientos agrícolas tradicionalmente se habían mantenido a niveles muy bajos²⁷. Por el contrario, en la Cataluña más húmeda —correspondiente a las provincias de Barcelona y Girona, cuyos niveles medios de partida eran más elevados— el aumento fue de menor entidad e incluso imperceptible (cuadro 11.6). Cabe señalar, además, que se trataba de los rendimientos medios en secano y se excluyen, por tanto, los efectos de las nuevas infraestructuras hidráulicas para riego²⁸.

²⁷ GARRABOU, R., P. PASCUAL, J. PUJOL y E. SAGUER, *op. cit.*

²⁸ Dado que nuestro propósito consiste en mostrar cómo el proceso de cambio técnico ha modificado la dependencia respecto de las restricciones ambientales, es mejor utilizar exclusivamente rendimientos del secano.

¿Cómo explicar la paradoja de una mayor productividad sin cambio aparente en las disponibilidades hídricas? A ello debieron de contribuir varios factores, pero el elemento determinante fue el uso de abonos inorgánicos y, en particular, de superfosfatos y abonos nitrogenados. Junto a la introducción de nuevas variedades cerealícolas con mayor capacidad de producir grano en condiciones de aridez relativa²⁹, y con mayor respuesta a dosis crecientes de abonado, los fertilizantes de origen químico y mineral permitieron elevar el techo productivo de los secanos más áridos.

Los aumentos de producción —especialmente patentes en Lleida y Tarragona— correspondían a la favorable interacción generada por los aportes de nitrógeno y fósforo de origen mineral. La falta de un mayor aumento en Girona o Barcelona podría explicarse por la existencia de algún factor limitante que no pudo ser superado (las características de las variedades disponibles, el control de las malas hierbas, etc.). La interacción entre factores (en este caso agua-nitrógeno-fósforo) sería la responsable de estos incrementos tal como señala Tivy³⁰. Se trata de un fenómeno largamente documentado en la experimentación agronómica. Mengel y Kirby lo ilustran con datos de 1938 procedentes de Mitscherlich y Beutelspader, quienes encontraron que el coeficiente de transpiración de la patata (litros de agua usada por kilo de materia seca producida) pasaba de 683 cuando no se empleaban fertilizantes, a 428 cuando se aplicaba estiércol, y a 320 cuando se trataba de estiércol y abono mineral³¹. Según dichos autores, la explicación está en el hecho de que, en condiciones de falta de nutrientes, la producción de materia seca se ve más afectada que el consumo de agua. En otros términos, una adecuada disponibilidad de nutrientes implica una mayor eficiencia en el uso del agua, sin olvidar otros aspectos más puntuales como puede ser que dicha disponibilidad de nutrientes favorece un mayor desarrollo radicular en los primeros estadios del cultivo, y ello permite explorar un mayor volumen de suelo, lo que a su vez incrementa el volumen de agua disponible.

Otro aspecto a considerar en esta respuesta es que los suelos más áridos, sometidos a cultivo durante largos períodos, y con un balance de nutrientes con tendencia a ser negativo, mostraron muy probablemente la típica curva de respuesta conocida como de rendimientos no proporcionales o de Mitscherlich³², donde las cantidades iniciales producen un efecto

²⁹ En la provincia de Lleida tuvo mucha difusión el trigo *mentana*, una variedad precoz que podía adelantarse hasta 25 días a la fecha ordinaria de cosecha y que, por ello, contribuía a limitar los efectos del período de estrés hídrico. Ver CORTADA, F. (1950), *Geografía económica de Cataluña*, Barcelona: Aninany.

³⁰ TIVY, P. J., *op. cit.*, pp. 96-97.

³¹ MENGEL, K. y E. A. KIRBY (1982), *Principles of Plant Nutrition*, Berna: Int. Potash Institute.

³² MITSCHERLICH, E. (1954), *Bodenkunde für Landwirt Fortwirth und Gartner*, Berlín: Parey, 7.^a ed., citado por DIAHL, R. y J. M. MATEO BOX (1978), *Fitotecnia general*, Madrid: Mundi Prensa, 2.^a ed.

muy superior a los obtenidos con las cantidades mayores aportadas sucesivamente.

La inmensa mayoría de los suelos cerealícolas catalanes, excepto una parte de Girona, son calcáreos. Se admite comúnmente que el fósforo disponible para la absorción de las plantas en estos suelos es menor que en suelos fértiles de regiones templadas. Este hecho es aún más acusado en los suelos más áridos. Era, pues, perfectamente previsible que los cultivos de cereal mostraran una espectacular respuesta al abonado fosfórico, tal y como lo describe la ley de Mitscherlich, por más que se emplearan materiales poco solubles. Otro aspecto a señalar es la interacción positiva nitrógeno-fósforo, descrita por ejemplo por Adams, y en el sentido de Rusell de producción de un efecto más que aditivo, que acabaría conduciendo a un uso aún más eficiente del agua³³. En tales condiciones, el abonado inorgánico maximizaría la eficiencia en el uso del agua. No es casualidad que a lo largo del primer tercio de siglo XX el mayor crecimiento en las dosis de consumo de fertilizantes se produjera especialmente en las dos provincias más áridas, Lleida y Tarragona³⁴.

A partir de la década de 1960, las restricciones que la disponibilidad de agua ejercía sobre los cultivos de secano fueron drásticamente minimizadas por la generalización y profundización del nuevo modelo tecnológico. Al efecto de crecientes dosis de abonado debe sumarse la aplicación de métodos químicos para el control de malas hierbas y la capacidad de sembrar rápidamente gracias a la mecanización de las tareas (aprovechando así los momentos más oportunos). Su impacto sobre los rendimientos medios ha sido absolutamente espectacular (cuadro 11.6). Allí donde se ha combinado con la expansión del regadío, los resultados han sido aún más llamativos. Pero también en los secanos ha incidido de forma importante. Aunque siga perviviendo, el grado de dependencia respecto de la pluviosidad se ha atenuado notablemente en relación con sus parámetros históricos.

No debe olvidarse, sin embargo, que ello se ha obtenido mediante un modelo de dudosa sostenibilidad. La mayor independencia respecto de las condiciones edafoclimáticas locales, y las drásticas limitaciones que imponían en el pasado, ha dado lugar a una cultura agraria que cree posible

³³ ADAMS, F. (1980), «Interaction of Phosphorus with other Elements in Soils and Plants», en F. E. KHAAUWNECH, E. D. SAMPLE y E. J. KAMPRATH (eds.), *The Role of Phosphorus in Agriculture*, Madison: ASA-SSSA-CSSA; RUSSELL, E. W. (1973), *Soil Conditions and Plant Growth*, Londres: Longman.

³⁴ PUJOL ANDREU, J. (1988), *Les transformacions del sector agrari català entre la crisi finisecular y la guerra civil*, Bellaterra: UAB, tesis doctoral, pp. 316 y ss. Dejando aparte la provincia de Barcelona, donde el peso de la agricultura periurbana le otorga caracteres poco comparables por lo que se refiere a esta cuestión, la provincia de Girona registró un crecimiento mucho menor de los valores de consumo de fertilizantes, tanto en términos absolutos como en kilos por hectárea de cultivo. Probablemente ello deba explicarse por una mayor dotación de estiércol, fruto de rotaciones más intensivas, así como por el predominio de una variedad triguera que no aceptaba grandes dosis de nitratos (la *Xeixa Monjivi*).

hacer crecer cualquier cultivo en cualquier lugar mediante la simple administración externa de los factores adecuados. Tras la «revolución verde» la aplicación creciente de agua y nutrientes a los cultivos se ha caracterizado por aumentar la potencia en los instrumentos de suministro, a costa de la eficiencia en el uso del factor suministrado. La ruptura en la relación necesaria entre el tipo de cultivo y las condiciones naturales de cada lugar ha multiplicado la ineficiencia de aquellos medios de producción exteriores, que también requieren un consumo creciente de energía.

Las consecuencias de tal ineficiencia son dobles. Por el lado de las entradas, el aumento de las extracciones de agua para riego presiona cada vez más sobre unos recursos hídricos explotados por encima de su capacidad de renovación y sustentación. Por el lado de las salidas, la baja eficiencia en el uso de agua y fertilizantes se traduce en contaminación. En zonas semiáridas como el Mediterráneo una tarea de máxima prioridad consiste en aumentar la eficiencia en el uso del agua de riego. Tal como sugiere Joy Tivy, «el enfoque tradicional de la eficacia consistente en aumentar las producciones sin alterar las necesidades de evapotranspiración está siendo reemplazado por los esfuerzos para incrementar los rendimientos disminuyendo la aplicación de agua por debajo de las necesidades máximas de evapotranspiración»³⁵. Una forma de lograrlo consiste en volver a adaptar los cultivos a las condiciones edafoclimáticas, aportando sólo la cantidad precisa de agua en los momentos y las dosis requeridas para paliar su falta. Lo que también supone, de hecho, empezar a recuperar, con tecnologías y conocimientos muy superiores, la sabiduría existente en aquellos sistemas tradicionales de riego eventual que encontramos en las culturas agrarias de nuestro pasado.

³⁵ Tivy, J., *op. cit.*, pp. 221-222.

Anexo: Descripción de la metodología empleada

Con el objetivo final de orientar la interpretación de los sistemas de cultivo existentes en los siglos XIX y XX, así como el efecto de ciertas prácticas (riego, barbecho, etc.) e innovaciones tecnológicas, el método utilizado pretende mostrar, para una muestra de localidades catalanas, hasta qué punto el clima cubre las necesidades hídricas y limita la producción en el cultivo del trigo.

Necesidades de agua

Las necesidades de agua se calculan por la expresión

$$ET_c = ET_o \times kc.$$

donde:

ET_c, evapotranspiración del cultivo (mm).

ET_o, evapotranspiración de referencia (mm).

kc, coeficiente de cultivo³⁶.

Esta expresión se utiliza para el cálculo de las necesidades de riego de los cultivos empleando un balance de agua en el suelo³⁷. Se ha aplicado en las localidades de Tàrraga, Cervera, Caldes de Montbui, Vic y Torroella de Montgrí, como representativas de las principales zonas agrícolas catalanas estudiadas. El cálculo de la ET_o se ha hecho a partir de las estaciones agrometeorológicas de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya a partir de series históricas de entre 5-10 años. Dichas estaciones emplean como fórmula de cálculo la de Penman horaria a partir de datos de radiación neta. Para el caso de Vic, donde no se disponía de información de las estaciones agrometeorológicas, se ha calculado también por Penman modificado empleando datos medios de Leon³⁸, y estimando a partir de diversas fuentes el viento y la humedad relativa. Se han ajustado los diferentes períodos basándonos en información local sobre fechas de siembra, brotación y recolección, contrastándolos con las fuentes históricas.

³⁶ Los coeficientes de cultivo se han tomado de DOORENBOS, S. y W. O. PRUITT (1977), «Las necesidades de agua de los cultivos», *Boletín FAO Riego y Drenajes*, 24, Roma: FAO; y de DOORENBOS, S. y A. H. KASSAN (1979), *Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper*, 33, Roma: FAO).

³⁷ Ver DOORENBOS, S. y W. PRUITT, *op. cit.*

³⁸ LEÓN DE LLAMAZARES, A. DE, *op. cit.*

El balance hídrico se ha calculado por un balance de agua en el suelo. El balance se ha hecho considerando que no hay ascenso capilar, suposición harro arriesgada para algunas localidades del Baix Empordà donde la prospección de campo ha revelado su existencia. La dificultad de (semi)cuantificar este parámetro ha inducido a adoptarla como solución meramente cualitativa en la discusión de la información histórica existente.

Para tener en cuenta la diversidad de los suelos, por lo que se refiere a su capacidad de retención de agua disponible para las plantas (CRAD), se ha elegido un abanico de CRADs que va de 50 hasta 200 mm en los suelos muy profundos. El término de escurrentía (R) puede ser positivo o negativo. Aquí no se han considerado valores positivos, que corresponderían a entradas en las parcelas de agua de escurrentía. Se ha considerado el valor de 0.6 P (llamado precipitación efectiva) como una situación en los lugares en donde hay salida de agua. El valor es arbitrario, pero permite un análisis de sensibilidad. Se asume que el drenaje se produce cuando se supera la capacidad de campo.

El balance hídrico se ha realizado para distintas localidades (5), CRAD (4), situaciones de escurrentía (2) ($PE = P$ total; $PE = 0.6 P$ total), riego y barbecho (2), lo que origina gran número de situaciones. Ello permite la comparación de multitud de situaciones y por tanto el valor del ejercicio es de comparación, no en términos absolutos.

Los cálculos se han hecho para valores medios mensuales; evidentemente se podrían hacer con valores diarios de años reales (o simulados por algún procedimiento estocástico), pero ello obligaría a modificar toda la metodología. También podría emplearse algún modelo de simulación de cultivos (trigo, cebada), pero ello va más allá de los objetivos del presente trabajo y en una primera fase no parece justificado.

Dichos balances permiten ver el efecto de distintas técnicas (barbecho) y la respuesta en agronomía es como casi siempre: según, cómo y dónde. La duración del período de estrés hídrico que se encuentra en los cuadros aparece como una semicuantificación de la falta de agua.

CAPÍTULO 12

SISTEMA HIDRÁULICO, ORGANIZACIÓN DE LOS RIEGOS Y USOS DEL AGUA EN LA HUERTA DE LLEIDA (1830-1950)*

Enric Vicedo Rius, Jaume Boixadera Llobet
y José Ramón Olarieta Alberdi
Universidad de Lleida

El estudio de la huerta de Lleida que presentamos tiene tres objetivos fundamentales: en primer lugar se trata de analizar las condiciones naturales que caracterizan el espacio ocupado por la huerta de Lleida por lo que se refiere a sus características climatológicas y a las cualidades de los suelos. A partir del análisis de la estructura de los cultivos desde una perspectiva dinámica, intentaremos detectar los cambios en el sentido del desarrollo de los cultivos de huerta destinados al mercado. Finalmente, y a partir del análisis del sistema de riegos, funcionamiento y posibilidades, intentaremos obtener conclusiones sólidas sobre si el agua disponible en las acequias de la huerta de Lleida permitía el desarrollo de una mayor especialización en productos frescos para un mercado urbano no necesariamente comarcal.

Introducción

Actualmente, el término de Lleida es regado por diversos canales e incluso se prevé que el nuevo canal Garrigas Bajas riegue en torno a las 1.000 ha. Nuestro estudio se refiere a los riegos históricos, es decir, los que se producen mediante las acequias de Piñana y de Fontanet.

* Este trabajo se inscribe en el proyecto de investigación *Factores determinantes del desarrollo en Cataluña: Recursos naturales, organización del trabajo agrario y cambio técnico*, financiado por la DGICYT (PB96-1157-C03-03).

RIEGOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LLEIDA (en hectáreas)

Término municipal (TM) de Lleida	21.200
Canal de Urgel	5.595
Canal Garrigas Bajas (actualmente seco)	949
Canal de Aragón y Cataluña	6.768
Canal de Piñana	6.892
Fontanet	973

Nota: Estos datos incluyen unas 150 ha de áreas edificables, carreteras y el río.

La huerta de Lleida es una creación andalusí. La reconquista y repoblación de Lleida a mediados del siglo XII permiten desarrollar aún más el conjunto de infraestructuras de riegos y las formas de uso y gestión de las aguas¹. Estamos ante unas acequias que priman el riego por encima de la molinería.

La acequia de Fontanet tomaba el agua del río Segre a su paso por Vilanova de la Barca, y regaba las huertas de esta población y las de Alcoletge, Lleida y Albatàrrec. La acequia de Piñana o de Noguera, que recibía las aguas del río Noguera Ribagorçana en la población aragonesa de Castellón-roi, regaba las huertas de Andani, Alfarràs, Almenar, Alguaire, Vilanova del Segrià, la Portella, Rosselló, Torrefarrera, Corbins, les cases de Corbins, Benavent, Vilanova d'Alpicat, Torre-serona, Lleida, Alcarràs i Soses².

En 1916, la Junta Consultiva Agronómica³ estableció que los riegos de Piñana y de Fontanet afectaban a 10.433 y 1.552 ha, respectivamente. Estos datos —que se refieren a toda la zona regada— resultan más acordes con la realidad que los aportados por otras fuentes que cifraban en 30.000 ha el conjunto de las huertas de la comarca del Segrià regadas por la acequia de Piñana y en 25.000 las regadas por la acequia de Fontanet⁴.

Las acequias de Fontanet y de Piñana fueron administradas por el Ayuntamiento de Lleida hasta que el 16 de marzo de 1754 la Real Audien-

¹ LLADONÓSA, J. (1975), *Història de Lleida*, 2 v., Tàrraga: Camps-Calmet. Sol, R. y C. TORRES (1974), *Historia de un canal*, Lleida.

² La acequia que el comendador de Torres de Segre tenía acensada a la Junta de Cequiaje, regaba con aguas del Segre, tenía su origen en Lleida, regando las huertas de Albatàrrec, Montoliu, Sonadell y Torres de Segre. MADOZ, P. (dir., 1847), *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*, Madrid: v. X, p. 233.

³ Ministerio de Fomento. Dirección General de Agricultura, Minas y Montes (1916), *Medios que se utilizan para suministrar el riego a las tierras. Distribución de los cultivos en la zona regable. Resumen hecho por la Junta Consultiva Agronómica*, tomo I, pp. 329 y 335.

⁴ Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas. Dirección General de Agricultura (1904), *El regadío en España...*, p. 91.

cia de Cataluña ordenó la creación de la Junta de Cequiaje para mejorar los riegos⁵. La Junta de Cequiaje de Lleida gestionaba directamente los riegos del término de Lleida —cobrando un cequiaje que, en una etapa amplia de su historia, solía ser un cuartán (poco más de 6 litros) de trigo por jornal regado. Por lo que respecta al resto de las poblaciones de la comarca del Segrià, se establecían unas normas de uso y se cobraba un censo por el uso global de las aguas por parte de los señores o por parte de los ayuntamientos según fuera el caso. La administración interna de las aguas era cosa de señores y de ayuntamientos.

Los riegos de Fontanet y de Piñana tienen un carácter regional, ejerciendo Lleida su capitalidad. De todas formas, no será hasta la segunda mitad de nuestra centuria que se constituirán instituciones de control de estos riegos en las que participen todos los pueblos regantes. Este carácter regional se observa en la Comunidad Central de Piñana, creada en 1951, que se transformará en Comunidad General a partir de 1963⁶. Ambas instituciones están presididas por el alcalde de Lleida. Por su parte, la Junta de Cequiaje continúa englobando a los regantes de Lleida tanto si el riego se efectúa mediante la acequia de Piñana como con la de Fontanet. A partir de 1990, la acequia de Fontanet tendrá un funcionamiento autónomo, al margen de la Junta de Cequiaje⁷.

1. Las condiciones climáticas

La huerta de Lleida se halla ubicada en los llanos occidentales de Cataluña, en lo que los geógrafos llaman Cataluña seca. Una observación rápida del climograma de Lleida según el método de Gausen nos permite detectar una amplia estación seca en los meses de verano (ver gráfico 12.1).

Los bajos niveles de precipitación⁸ en un marco geográfico en que existen unos valores de evapotranspiración potencial de 809 mm (Thornthwaite⁹) se traducen en la existencia de muchos meses del año con déficit hídrico.

De ahí la importancia histórica de la transformación del ecosistema con la incorporación del riego. Los riegos históricos del Segrià (acequia de Fontanet y acequia de Piñana), al beneficiar una amplia zona, tienen un

⁵ SOL, R. y C. TORRES (1974), *op. cit.*

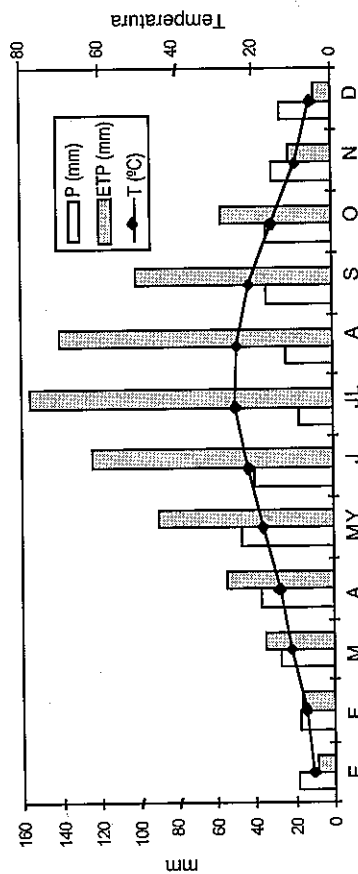
⁶ *Ibidem*, pp. 376 y ss.

⁷ Agradecemos al señor Ramón Egea, secretario de la Junta de Cequiaje, las facilidades prestadas para consultar la documentación y las informaciones que nos ha proporcionado.

⁸ En el quinquenio 1915-1919, las precipitaciones fueron de 303, 389, 346, 369 y 585 mm según el Servicio del Mapa Pluviométrico. Datos reproducidos en BERGÓS, A. (1928), «Estudi de l'horta de Lleida», *Vida Lleidatana*, 57, p. 331.

⁹ DE LEÓN, A., A. ARRIBA y M. C. DE LA PLAZA (1989), *op. cit.*

CLIMOGRAMA DE LLEIDA



Fuente: Los datos de precipitación (P) y temperatura (T) utilizados proceden de AA VV (1979), *Geografía física dels Països Catalans*, Barcelona: Ketres Editora, p. 89. Los de evapotranspiración potencial (ETP) según el método de Thornthwaite para 1939-1980 de LEÓN, A. de, A. ARRIBA y M. C. DE LA PLAZA (1989), *Caracterización agroclimática de la provincia de Lérida*, Madrid: MAPA.

carácter regional y además exigirán mucho trabajo no sólo para su construcción sino también para su mantenimiento, ya que las avenidas de los ríos que los nutren —el Segre y su afluente el Noguera Ribagorzana, respectivamente— afectan muy a menudo y negativamente sus infraestructuras.

El hecho de estar Lleida en el corazón de una amplia zona en la que predominan, sobre todo, las tierras de secano y sobre la cual ejerce una influencia económica y política significa que, en los archivos de Lleida, sean muy frecuentes las referencias a la falta de lluvias, a los problemas de la producción agraria relacionados con el clima.

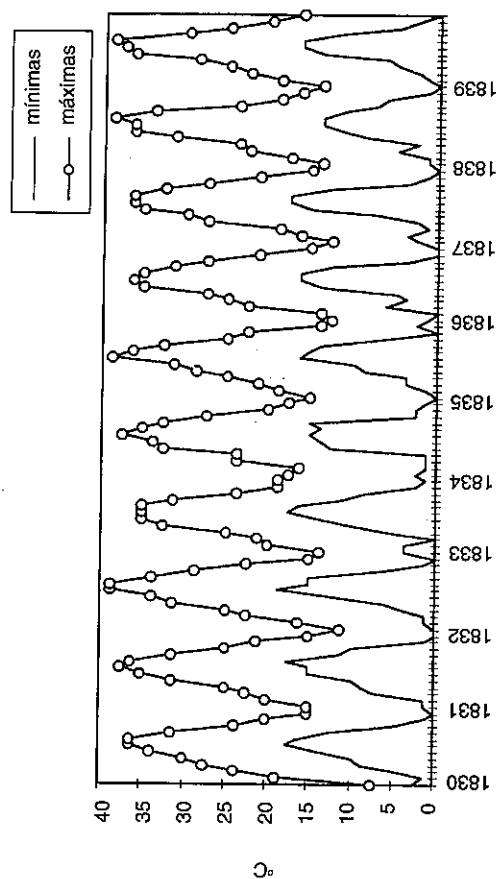
Como siendo tan contingentes en el Llano de Urgel, y en los demás secanos del corregimiento las cosechas, que lográndose dos, en el discurso de diez años, se tiene por buen tiempo, se les considera por jornal en los más el producto de 8, 6, y 4 cuarteras de trigo anuales respectivas a primera, segunda y tercera calidad de las tierras, y a algunos más; siendo así que avida proporción a lo incierto; y por lo regula de las cosechas, no llega de mucho años con otros a la mitad su producto¹⁰.

Pero la información no recoge de manera sistemática ninguna de las dos variables fundamentales como son las precipitaciones y la temperatura. En cambio, en 1840, Marià Olivés, erudito local de Lleida, escribe su

¹⁰ Registro 881, folio 756 r, Archivo de la Paeria de Lleida; una cuartera equivale a 73,36 litros y un jornal de Lleida a 0,44 ha.

*Historia de Lérida*¹¹, en la que incorpora referencias claras sobre la climatología de Lleida y reproduce para el período 1830-1839 el resultado de su medición de temperaturas en grados Reaumur. Olivés efectuaba cuatro mediciones diarias: al salir el sol, al mediodía, al ponerse el sol y a las diez de la noche. El cuadro que presenta con las temperaturas mensuales recoge sólo las mínimas y máximas absolutas mensuales para cada uno de estos momentos del día. Los valores máximos y mínimos mensuales se reproducen en el apéndice 1 y se representan en el gráfico 12.2 en grados centígrados.

Gráfico 12.2

MÁXIMAS Y MÍNIMAS ABSOLUTAS MENSUALES EN LLEIDA
1830-1839

Fuente: M. Olivés (1840), *op. cit.*

Sin duda el gráfico muestra de forma razonable la estacionalidad de las temperaturas y la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima mensuales.

En todo caso sorprende que en los datos originales no se llega en ningún mes del período estudiado a temperaturas inferiores a cero grados, aspecto que resulta poco creíble a partir de los datos de nuestra centuria. Esta anomalía ha sido puesta de manifiesto por Font quien observa difi-

¹¹ OLIVÉS, M. (1840), *Historia de Lérida*, ms. 036, caja 117, legado Pleyán de Porta, Lleida: Archivo del Institut d'Estudis Ilerdencs.

cultades técnicas existentes en los sistemas de medición termométrica en estos años del siglo XIX para detectar las mínimas absolutas¹².

Para contrastar estos datos con los actuales haremos el promedio mensual de la mínima y la máxima absolutas para el período 1830-1839 y 1939-1980¹³.

Cuadro 12.2

DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LLEIDA

1830-1839													
Annual	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	O	N	D	
(1)	25,9	13,3	17,6	22,1	25,3	30,4	34,5	37,0	36,6	32,0	25,8	20,6	15,8
(2)	7,2	1,5	1,6	3,4	4,5	8,5	13,3	16,4	15,8	12,6	5,9	1,9	0,6
(3)	16,5	7,4	9,6	12,8	14,9	19,4	23,9	26,7	26,2	22,3	15,8	11,3	8,2
1939-1980													
(1)	20,6	9,3	13,0	17,0	20,3	24,2	28,1	31,8	31,1	27,5	21,3	14,1	9,3
(2)	8,9	1,2	2,0	4,7	7,4	10,8	14,8	17,6	17,5	15,0	9,8	4,5	1,8
(3)	14,7	5,3	7,5	10,8	13,8	17,5	21,4	24,7	24,3	21,3	15,5	9,3	5,5
(4)	515	38,0	27,0	37,0	50,0	55,0	56,0	26,0	35,0	51,0	55,0	48,0	37,0
(5)	298	15,0	19,0	22,0	31,0	35,0	36,0	10,0	23,0	34,0	29,0	19,0	25,0

- (1): temperaturas medias de las máximas (°C).
- (2): temperaturas medias de las mínimas (°C).
- (3): temperaturas medias de las medias (°C).
- (4): pluviometría media mensual (mm) al 25% de probabilidad (año bueno de cada cuatro años).
- (5): pluviometría media mensual (mm) al 50% de probabilidad (uno de cada dos años).

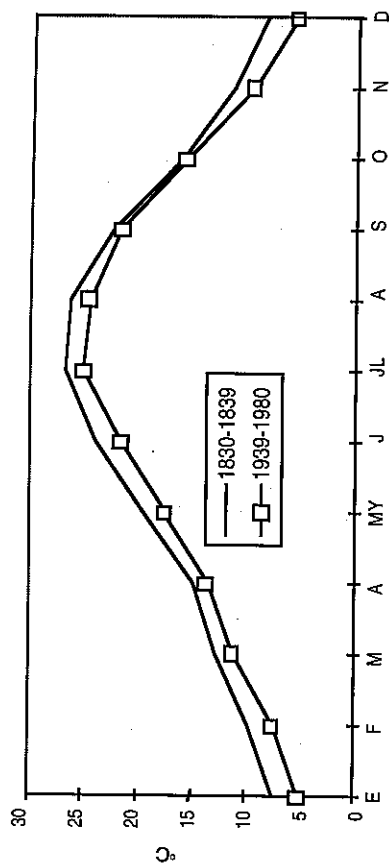
Parece, sin lugar a dudas, que los datos de Olivés reflejan muy fielmente la misma tendencia que las temperaturas de la centuria actual (0,9921 es la correlación lineal entre las dos series). Pero los valores absolutos son muy diferentes: en torno a dos grados o incluso más en la mayoría de los meses. Comparando estos datos del período 1830-1839 con los del siglo XX, resultaría por una parte que estos últimos registros habrían experimentado una significativa reducción que, fundamentalmente, obedecería a unas máximas mensuales más elevadas en aquella década del ochocien-

¹² «Posiblemente las temperaturas mínimas reales fueron más bajas de las indicadas en estos partes, [...] lo que demuestra que en esa época todavía no se había normalizado la medida de las temperaturas extremas» (p. 109). FONT, I. (1988), *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*, Madrid: Instituto Nacional de Meteorología.

¹³ DE LEÓN, A., A. ARRIBA y M. C. DE LA PLAZA (1989), *op. cit.*

Gráfico 12.3

MEDIAS MENSUALES DE LAS MEDIAS EN LLEIDA



Fuente: INM para 1939-1980.

tos. Pero si observamos las mínimas y las máximas mensuales, nos damos cuenta de que son más cálidas en verano y más frías en invierno en el período 1830-1839. Font¹⁴ define el clima del siglo XIX como más voluble que el del XVIII, con sucesión de fases frías y cálidas. Pero «el año 1829 marcó el cambio brusco hacia una nueva fase marcada por la frecuencia de intensas olas de frío invernales y de fuertes olas de calor estivales».

Los contemporáneos de Lleida captaban cambios climáticos que no siempre sabían interpretar adecuadamente. Por ejemplo, Olivés observa que

[...] si bien antes del siglo actual se experimentaban a últimos de setiembre lluvias de sementera, cual acaheció en dicho año 1831, y a primeros de octubre teníamos ya baja la niebla, y poco elevado el termómetro, debe saberse, que antes del siglo actual los calores en setiembre no eran tan rigurosos como lo fueron en dicho mes y año, en que del trigo que se sembró a primeros del mencionado mes murió mucho del cuch producida según dicen los labradores por la humedad y demasiado calor, esto no se esperaba cuando las estaciones venían a su debido tiempo (folio 111v).

Olivés insiste en diversos párrafos o notas críticas de su estudio sobre Lleida acerca de los cambios en la llegada de las estaciones en las últimas décadas o respecto al siglo anterior¹⁵.

¹⁴ FONT, I. (1988), *op. cit.*, p. 108.

¹⁵ «La primavera en Lérida si bien en alguna de las mañanas de abril se ve el termómetro marcar los cuatro grados sobre cero, es hermosa y antes era muy temprana en sentirse, de modo que a últimos de abril o principios de mayo ya había cerezas sazonadas que los del país llamamos del ascensión; pero de unos veinte años a esta parte se observa vienen algo más tarde, y la época de la siega del trigo regularmente no se verifica antes del diez de junio, y un poco más tarde la de los habones, pero algo más

Los resultados obtenidos nos permiten efectuar dos conclusiones: en primer lugar, la coherencia en la tendencia de los datos de 1830-1839; y, en segundo lugar, se ha de considerar el período 1830-1839 como parte de una etapa de temperaturas más extremas.

2. Los suelos

Los suelos del término municipal (TM) de Lleida se han desarrollado sobre la cubierta de materiales cuaternarios aportados por el Noguera Ribagorzana y el Segre en sus terrazas, y en menor extensión por los efímeros ríos orientales, en los materiales terciarios subyacentes a los mismos que la erosión ha expuesto (lutitas y areniscas), así como en los coluviones de origen local formados a partir de la mezcla de todos los materiales anteriores.

La distribución de materiales (depósitos fluviales con gravas y más arenosos, lutitas de grano fino y con una cierta cantidad de sales, areniscas poco consolidadas, aluvión, coluviones finos o con mezclas de elementos gruesos) a que la génesis del paisaje ha dado lugar junto a la edad de las formas explican muchas de las características de los suelos del TM de Lleida. Las condiciones climáticas, pretéritas y actuales, no han generado unas condiciones de lavado suficientes como para eliminar las sales (en el significado edafológico del término) del perfil ni mucho menos los carbonatos.

La intervención del hombre ha alterado profundamente muchas de las características de los suelos, especialmente en la última centuria, pero ello no parece que sea suficiente para invalidar un juicio sobre las condiciones y distribución de los suelos de la huerta de Lleida en el período considerado basándonos en los datos que su estudio actual ha reportado a través del Inventario de Suelos de Cataluña¹⁶.

pronto la de la cebada» (folio 92v). «Las primeras escarchas regularmente producen lluvias generales que conocemos con el nombre de *sementé*; y como de unos treinta años a esta parte se experimenta que las escarchas no empiezan hasta fines de noviembre, cuandonantes velan a primeros de octubre, esto y ver que los gorriones y otros animales están aún criando a últimos de agosto y que la primavera al presente es más fresca que no antes, como que he oído decir a muchos ancianos que antes del siglo actual hacia tal calor a primeros de junio que no eran pocos los sujetos que estando segando en los campos de Lérida y sus inmediaciones quedaban sofocados por la fuerza del calor lo que hace presumir que las estraciones del año se han atrasado, y así lo confiesan todos» (folio 95 v).

¹⁶ ANTÚÑEZ, M., F. DOMÍNGO, J. F. GARCÍA RUIZ, J. BOIXADERA y C. HERRERO (1995), *Cartografía detallada (E. 1:25.000) dels sòls de l'àrea regada pel canal de Pinyana (El Segrià-Depressió Central Catalana)*, Lleida: SARNT-Servei d'Agricultura. DARP, Generalitat de Catalunya, 287 pp. ASCASO, E. y J. MARGARIT (1997), *Mapa de sòls detallat (E. 1:25.000) de les terrasses baixes del Segre i Noguera Ribagorzana*, Lleida: SARNT-Servei d'Agricultura. DARP, Generalitat de Catalunya. MARTÍNEZ CASANOVAS, J. A., M. ANTÚÑEZ y J. ROCA (1992), *Mapa de sòls detallat (E. 1:25.000) i avaluació per a reg de l'àrea regable del canal de les Baixes Garrigues (El Segrià)*, Lleida: Regs de Catalunya S.A. HERRERO, C., J. BOIXADERA y R. DANÉS (1991), *Mapa de sòls detallat (E. 1:25.000) de l'àrea regable dels canals d'Urgell (zona sud)*, Lleida: Servei d'Agricultura. DARP, Generalitat de Catalunya. GARCÍA, J. F., C. HERRERO y J. BOIXADERA (1995), *Informació de base per al Pla General de Lleida 1995-2015: Aptitud per a l'ús agrícola i riscs de degradació dels sòls del TM de Lleida*, Lleida.

A grandes rasgos el TM de Lleida se podría describir como una serie de superficies llanas —las terrazas fluviales del Segre-Noguera Ribagorzana— situadas cada vez a mayor altura. Dichas superficies enlazan entre sí bien a través de glacis y de laderas de enlace más o menos regulares y con cubierta detrítica o bien dicho enlace no llega a existir por haberse generado depresiones de contacto¹⁷ como es el caso del límite con el Urgell, bien porque el sustrato terciario ha presentado una resistencia local a la erosión que ha dado lugar a un paisaje ondulado sobre areniscas y lutitas.

Los suelos de las terrazas y restos de abanicos aluviales están —en la práctica— libres de sales, si bien algunas de las terrazas bajas pueden presentar problemas de drenaje. Las terrazas intermedias son las que presentan los suelos más profundos, mientras las terrazas bajas con frecuencia tienen las gravas muy cerca de la superficie o son muy arenosas, y en las altas (p. e., La Cerdera) el suelo es muy poco profundo con un horizonte petrocálcico (costra caliza) a muy poca profundidad. La morfología plana de las terrazas las hace especialmente adecuadas para el riego a manta tradicional, ya que los movimientos de tierra necesarios son mínimos y fáciles de ejecutar, al tiempo que el drenaje del exceso de agua es relativamente fácil.

Cuando los suelos se han desarrollado sobre las lutitas o sobre sus coluviones, las propiedades del suelo difieren grandemente con relación a los de las terrazas. La morfología de las superficies es más irregular, lo que obliga cuando se riega a realizar movimientos de tierra que por la naturaleza de los materiales (p. e., areniscas) son más difíciles de ejecutar. La presencia de sales en los suelos y lutitas subyacentes, así como la existencia de fondos y depresiones donde el agua y las sales se concentran de manera natural, obligan a ejecutar obras de drenaje, costosas de llevar a cabo y que obligan a un mantenimiento so pena del colapso del sistema y el encharcamiento y salinización de estas áreas.

En el cuadro 12.3 se comparan las características más destacadas de los suelos actuales basándose en el Inventario de suelos de Cataluña con la categoría que asigna Blàvia¹⁸ a finales del siglo pasado y el precio de las tierras facilitado por Bergós¹⁹ a finales de los años veinte de este siglo. No resulta sorprendente una muy buena correspondencia entre ambos tipos de clasificaciones (categoría y precio) y es claramente visible cómo las tierras consideradas mejores están libres de sales, se hallan en terrazas cerca del río, están relativamente bien drenadas y con buena retención de agua; en el otro extremo figuran los suelos situados en formas del paisaje más irregulares, con problemas de drenaje, etc.

¹⁷ PEÑA MONNIE, J. L. y C. SANCHE MARIEN (1988), «Correlación y evolución cuaternaria del sistema fluvial Segre-Cinca en su curso bajo (provincia de Lleida y Huesca)», en *Cuaternario y Geomorfología*, 2(1-4), pp. 77-83.

¹⁸ BLÀVIA, A. (1889), «Colonización de la huerta de esta ciudad y medios más convenientes para mejorar la producción de su suelo», en *SOCIEDAD ECONOMICA DE AMIGOS DEL PAIS DE LÉRIDA* (1889), *Solemne sesión celebrada el 12 de mayo de 1889 y memorias agraciadas en dicho acto*, Lleida: Imprenta de José Pla y Pagés, pp. 49-122.

¹⁹ BERGÓS, A. (1928), *op. cit.*

Partida	Características más destacadas de los suelos	Categoría (Blàvia, 1889)	Precio (ptafornal de 0,44 ha) (Bergós, 1928)	Observaciones
Partida de les Canals	Partida de suelos muy variados. Desde suelos con gravas poco profundos sobre luitas también poco profundos a suelos profundos y bien drenados de textura media.		3.000	
Copa d'Or	Suelos profundos con algunos ligeros problemas de drenaje. No salinos.	Buena calidad	6.000	
Rufea	Terrazas bajas y llanuras de inundación. Suelos profundos con algunos problemas de drenaje. No salinos.	Regular	2.000	
Butsenit	Similares a Rufea, pero mejor drenados.	Problemas de drenaje en parte.		
Malgovern	Suelos muy variados desarrollados sobre luitas. De someros a profundos. Frecuentemente afectados por salinidad.	Problemas de drenaje. Tercera clase	1.000	
Mariola	Suelos profundos, bien drenados de textura media. Sin salinidad.	Regular	2.000	

Quadro 12.3

Empresseguera	Suelos de poco profundos a muy profundos desarrollados sobre luitas y areniscas.	Regular		
Valcalent	Suelos profundos con algunos problemas de drenaje. Cierta afectación por salinidad.	Regular	1.500	
Fontanet	Suelos profundos, sin problemas de drenaje ni salinidad, desarrollados sobre sedimentos fluviales.			
Alpicar (2)	Suelos de muy profundos a profundos, bien drenados. Sin elementos gruesos. Algún problema de salinidad.	Regular	1.000	
Balafra/Alpicar (1)	Edificado	Regular	2.000	
Granyena	Suelos con problemas de drenaje en el llano de inundación. De superficiales a muy profundos. No salinos. Franco-arenosa.	Buena calidad (en parte). Regular (en parte).	2.000-2.500	
Marimunt	Suelos de someros a muy profundos sobre detriticos finos. Con algún problema de salinidad. Bien drenados	Regular	1.000-1.750	
Quatre Pllans	Idem Pla de la Vilanova	Tercera clase		
Graló	Suelos de someros a muy profundos, bien drenados. Desarrollados sobre luitas y detriticos finos. Algunos problemas de salinidad.	Tercera clase		

Quadro 12.3 (continuación)

Partida	Características más destacadas de los suelos	Categoría (Blàvia, 1889)	Precio (pafjornal de 0,44 ha) (Bergós, 1928)	Observaciones
Fontanet	Suelos desarrollados sobre aluviones del río. De moderadamente bien drenados a imperfectamente drenados. Textura moderadamente gruesa y mediana. No salinos.	Buena calidad en parte. Regular (en parte).	4.000-5.000	
Pla del Bisbe	Suelos muy profundos, bien drenados, no salinos y de textura media.	Regular	3.000	
San Ruf	Suelos de moderadamente profundos a muy profundos, bien drenados. Textura media o moderadamente fina. Sobre las terrazas del río. No salinos.	Regular	3.000	
Llivia	Suelos moderadamente profundos, bien drenados. Con ligeros problemas de salinidad. Textura media. Sobre detriticos finos.	Tercera clase	1.500	Problemas drenaje (Blàvia, 1889).
Campana	Similar a Gualó.	Tercera clase		

Nota: Para las partidas de Vinarsa, Astó, Moradilla, Pla del Sastre, Fons dels Magraners, Sor de Fontanet, Coma Junosa, Plana Gensana, Caparrella, Pla del Baille, Sant Just, Falda de Gardeny, Pla de Monsó, Pardiñyes Altes, La Cort, Pla de la Vilanova, Torre dels Freres, La Femosa, Pla de Lleida, Campredó, Cunillas, Peixasommes, Pla de Raimar, Lengua Enjura, Perera, Fita Blanca, Suquers, Mirade, Pla de Sucs, Sucs, Suquers Baix, Auralt, ni Bergós ni Blàvia ofrecen datos.

Serrallonga	Suelos desarrollados sobre lutitas y detriticos terrigenos finos. De moderadamente profundos a muy profundos. Afectados por salinidad. Bien drenados. Textura media.		1.750	
Montcada	Idem Serrallonga.	Regular	2.000	
Boixadors	Suelos superficiales y muy profundos. Bien drenados. Parte de ellos afectados, por salinidad.	Regular	2.000-2.250	
Canet	Suelos moderadamente profundos y muy profundos. De textura media. Algunos de ellos afectados por salinidad. Bien drenados.	Tercera clase (en parte).	1.250	
Pla de les Torres de Sanuy	Suelos muy profundos y moderadamente profundos. Bien drenados. Algunos afectados por salinidad. Textura media.		1.250	
Cerdera	Suelos moderadamente profundos. No salinos.		750 (250)	

Aun cuando el método tiene cierta subjetividad —¿cuáles eran los límites de partidas que usaron los autores antes citados?— ello no resta validez general a la comparación. Otra tendencia —explicable— que se apunta es la distancia a la ciudad.

Muchas partidas ni son mencionadas por Blàvia o Bergós, eran de secano; ello sólo pone de relieve la importancia de estos regadíos.

Si se repasa la lista de partidas que Blàvia considera necesitadas de drenaje, coincide a grandes rasgos con estas áreas antes descritas; habría que añadir a las mismas las terrazas bajas por lo que al drenaje se refiere.

Los sistemas de riego existentes hasta una época relativamente reciente (años sesenta) en que el desarrollo del hormigón ha cambiado muchas cosas, debían caracterizarse forzosamente por sistemas altamente ineficientes, con grandes pérdidas de agua que en caso de no drenarse (*clamors*) debían provocar graves problemas, incluyendo los sanitarios.

Aun cuando en relación al paisaje hay diferencias de escala notables con el caso de los Canales de Urgell descrito por Zulueta²⁰, existen zonas en el área regada por dichos canales, como Pedris, Barretpicat, etc., en todo similares a otras del TM de Lleida, y cabe pensar por tanto que la problemática fue similar.

La insistencia en usar las aguas de drenaje de los canales de Urgell²¹ debe interpretarse como una falta endémica de caudales para riego e indicaría la dificultad de regar muchas áreas, especialmente las más alejadas del río, en ciertas épocas, especialmente en verano.

3. La producción agraria

El referente histórico fundamental anterior a la época que nos ocupa es el siglo XVIII. En esta época de crecimiento agrario, la distribución de cultivos experimenta cambios fundamentales: aunque la producción de cereales —especialmente trigo de primera calidad (*xeixa*) y, en una proporción mucho menor, cebada— es fundamental en la huerta de Lleida, ésta se traslada a los términos despoblados de propiedad feudal que experimentan

²⁰ ZULUETA GOMIS, J., *Canales de riego*. Manuales-Soler XXXIX, Barcelona: Sucesores de Manuel Soler.

²¹ «De pocos años a esta parte los agricultores de la fértil y famosa vega de Fontanet se quejan de que sus tierras, a pesar de los abonos, pierden su potencia productora, enfermado con frecuencia los que beben las aguas del riego. Débese esto indudablemente a la mezcla de las aguas del reguío de los sogues o salar con las de la acequia de Fontanet. Ya en una ocasión la junta de Cequiaje obligó a la Compañía del Canal de Urgel a desviar la dirección del reguío para que la mezcla de las aguas no se efectuara. Esto sería lo más conveniente, pero como la presa del agua de Vilanova de la Barca se obstruye fácilmente y el agua del Segre no entra por la mina, o entra en muy poca cantidad, de aquí que los mismos propietarios de Fontanet prefieran, antes de quedar sin agua, regar con la del desagüe del canal o reguío de los sogues», BLÀVIA, A. (1889), *op. cit.*, p. 58.

una colonización agraria en la segunda mitad del setecientos —fundamentalmente en la producción de trigo de secano—. En el término histórico de Lleida se desarrollan, también, los cultivos de leguminosas y los de huerta, así como el cultivo de la vid y del olivo²². En resumen, en la huerta de Lleida se desarrolla un modelo —que podríamos caracterizar de tradicional— en el que la trilogía mediterránea se complementa con cultivos de huerta y leguminosas para un mercado en crecimiento. Un modelo similar será el que se impondrá también con la construcción del Canal de Urgell. El desarrollo del regadío no tiene por objetivo una especialización en productos de huerta sino que se trata de garantizar fundamentalmente la regularidad en las cosechas²³.

Refiriéndonos al siglo XIX, podemos establecer algunas líneas básicas sobre la distribución de los cultivos. En 1858 —cuando el canal de Urgell aún no regaba las tierras del término de Lleida— el valor de la producción agraria mostraba el siguiente perfil: el trigo, el aceite de oliva en una proporción muy similar y, en menor grado, la vid generaban la mayor parte de la riqueza del término. Las producciones de judías y frutas —junto a otros— completaban el valor de la producción. Sin duda, los datos son muy limitados por lo que respecta a los cultivos típicos de las huertas regadas. (ver gráfico 12.4).

La Junta Consultiva Agronómica caracteriza los sistemas de rotación de cultivos de la huerta de Lleida en 1915 en los siguientes términos:

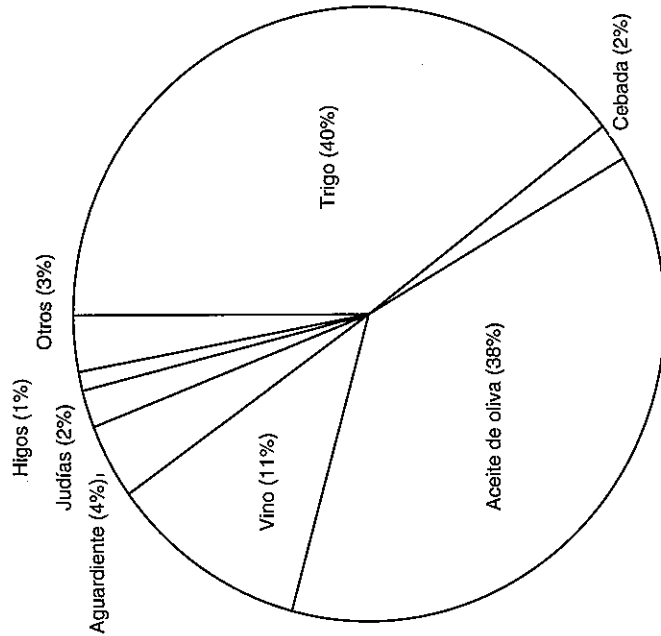
En regadío son muy variadas las alternativas que se exploran, ocupando mayor extensión las siguientes: Alternativa adoptada en la huerta de Lérida {alternativa 1}: Primer año, hortaliza (pimiento o tomate); segundo, trigo; tercero, habas; cuarto, trigo y judías o maíz. En las tierras más fértiles y abonadas, cultivan {alternativa 2} de hortalizas dos años seguidos, sucediéndose las demás plantas de la alternativa anterior en el orden indicado, ocupando entre ambas alternativas una extensión de 3.000 hectáreas²⁴.

²² VICEDO RIUS, E. (1991), *Les terres de Lleida i el desenvolupament català del set-cents. Producció, propietat i renda*, Barcelona: Crítica.

²³ «Debiendo fijarse, a tenor de lo prevenido en el artículo 5.º del convenio de Madrid, la cantidad de tierra que, dentro de los cinco mil jornaleros reservados a prados y huertos, puedan aplicar los propietarios, al cultivo de éstos, para el consumo propio de sus familias, se ha creído ser bastante interpretando el verdadero sentido de dicho artículo, que es favorecer las clases menos acomodadas, media porca para los propietarios que, cualquiera que sea la cantidad de tierra que tengan regable, no pase de diez jornales; una porca a los que desde diez no lleguen a veinte; una porca y media a los que desde veinte no lleguen a sesenta; dos porcas a los que desde sesenta no lleguen a trescientos; y tres porcas a los de trescientos arriba». *Canal de Urgel. Síndicato General de Riegos, circular de 20 de agosto de 1864*, caja 1618, Archivo de la Paeria de Lleida. Un jornal de 4.400 m² se subdivide en 12 porcas. De ahí la distribución de cultivos que caracteriza la zona regada por el Canal de Urgell. VICEDO RIUS, E. (1993), «Producció, intercanvi i transformacions socials a les terres de Lleida (XVIII-XIX)», en AA.VV., *La Regió agrària de Lleida*, Lleida: Pagès Editors/ Universitat de Lleida, pp. 39-70.

²⁴ Ministerio de Fomento, *Avance estadístico de cereales y leguminosas, vid y olivo y aprovechamientos diversos derivados de estos cultivos*, Madrid, 1915.

VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE LLEIDA EN 1858



Fuente: Comisión Permanente de Estadística de la provincia de Lérida, registro 1619/1564, Archivo de la Paeria de Lleida.

Puede parecer elevada la superficie dedicada a cultivos de huerta. Un mínimo de 750 ha de hortalizas exigen no sólo agua sino también una intensiva fertilización. Desde la segunda mitad del siglo XVIII, todo un conjunto de términos despoblados que circundan la ciudad de Lleida experimenta un amplio proceso de colonización agraria, reduciendo las posibilidades para el mantenimiento de rebaños que proporcionan abonos. Desde la sexta década del siglo siguiente, el Canal de Urgell transformará zonas baldías en campos regados tanto en Urgell como en algún término incluido en el municipio de Lleida²⁵. Dadas las bajas cantidades de estiér-

²⁵ Para el proceso de colonización del setecientos, VICEDO RIUS, E. (1991), *op. cit.* Sobre la superficie regada por el Canal de Urgell y los cultivos que se realizan en los años 1935 y 1943 en los términos de Vinacsa, Moredilla, Grealó y Torreribera —todos ellos dentro del término municipal de Lleida— y en tierras del término estricto de Lleida, véase VICEDO RIUS, E. (1997), *Pàges i hortolans. El desenvolupament de l'horta de Lleida abans de la fruita*, Lleida: Ajuntament, pp. 50-53. Para la segunda mitad del siglo XIX, se ha mostrado la baja disponibilidad de estiércol por ha cultivada en la

col y de materia orgánica disponible para realizar hormigueros en la zona, sólo tiene sentido la anterior rotación de cultivos, situándonos aún en el marco de una agricultura de base orgánica, si se produce una concentración de los abonos naturales en estas zonas más intensivas. Blàvia parece confirmar que esto ocurría en 1889²⁶. Pero las informaciones paralelas de que disponemos permiten concluir que los cultivos de huerta experimentaban, en Lleida, un crecimiento muy significativo. El *Almanaque Lleidatano*, en su segunda edición, mostraba para 1898 una presencia de las verduras, frutas verdes y secas en la plaza de la Constitución, así como en la calle del Almodí Vell²⁷. Treinta años más tarde, en 1928, *Vida Lleidatana* publicaba un artículo titulado «Les varietats hortícoles lleidatanes»²⁸ en el que se relacionaban las variedades producidas en Lleida y referidas a 33 producciones distintas. No cabe duda que la huerta de Lleida había avanzado en la producción de productos de huerta para una población urbana importante y tal vez de cara al gran mercado regional que es Barcelona²⁹. La crisis de la filoxera en las tierras de Lleida no se produce hasta 1895. A partir de aquí la vid reduce su presencia drásticamente en el término de Lleida. En cambio no será hasta bien entrado el siglo XX que una serie de heladas destruirán los olivos que ya nunca más se replantarán³⁰.

4. Los riegos históricos de la huerta de Lleida

Las ordenanzas que regirán los riegos de Lleida, aprobadas en 1794, exponen en su capítulo CXLIII con toda claridad el carácter preferentemente

Cataluña occidental llana. SAGUER, E. y R. GARRABOU (1996), «Métodos de fertilización en la agricultura catalana durante la segunda mitad del siglo XIX. Una aproximación a los procesos físicos de reposición de la fertilidad agrícola», en R. GARRABOU y J. M. NAREDO (1996), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid: Fundación Argentina/Visor Dis., pp. 89-126.

²⁶ «De modo que si se abonan anualmente con fiemos 400 hectáreas, 200 con hormigueros y 50 con letrinas y no nos quedamos cortos por ser cálculo hecho por persona muy práctica en estos asuntos, nos restarán más de 5.700 hectáreas anuales por abonar, cantidad enorme de tierra y que demuestran la insuficiencia de los abonos actuales. [...] Del guano y abonos minerales no hay para que hablar, pues nuestros labradores son bastante refractarios a innovaciones y no quieren ni siquiera ensayarlos. Así ha sucedido dos o tres veces que se ha intentado establecer aquí depósitos de las citadas materias». BLÀVIA, A. (1889), *op. cit.*, pp. 80-82.

²⁷ *Almanaque Lleidatano*, año II, *Guía indicadora de la provincia de Lérida*, 1898. *Publicación de Sol y Benet*, Lérida: Imprenta y Librería de Sol y Benet, 1898.

²⁸ *Vida Lleidatana*, 57, p. 298.

²⁹ Los productos de regadío se exportaban a los siguientes puntos: «de aceites, para Tortosa, Barcelona, Niza y otros puntos franceses; de cereales, a Barcelona y Tarragona; de frutas, a Barcelona, a Marsella, París, Londres y América, y de plantas forrajeras a Francia; los demás productos atienden al consumo local». Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas. Dirección General de Agricultura (1904), *El regadío en España. Resumen hecho por la Junta Consultiva Agronómica*, pp. 90-91. Desconocemos la parte de la producción que se destinaba a la exportación.

³⁰ Para valorar la importancia del olivar en el término de Lleida, cabe decir que la Sociedad Agrícola Práctica, creada en la década de 1910, incorpora un único medio de producción: una prensa de aceite. VICEDO RIUS, E. (1997), *Pàges i hortolans*, *op. cit.*, pp. 172-173.

agrícola de los usos de las acequias de Lleida. Ello, por supuesto, no es una novedad de fines de 1794 sino que constituye una herencia de la etapa andalusí, en la que se prefigura un sistema de gestión del agua de carácter regional —no local— dedicado fundamentalmente al riego de las tierras.

La Junta siempre que experimente necesidad del riego en cualquiera de dichas dos huertas con peligro conocido de perderse los frutos si no se les facilita, podrá quitar el agua de los molinos de harina, y los molineros en estos casos deberán suspender su curso bajo la pena de diez libras, pero la Junta deberá proceder en este asunto con prudente economía no privando de una vez el agua a todos los molinos para que no falte el abasto de arina, sino progresivamente socorriendo los campos por su orden. Y si los molineros no obedeciesen se les tomarán las anadillas, y además serán ejecutados por la predicha pena³¹.

La huerta de Lleida es una huerta frágil. Dos son las razones que fundamentan esta observación: en primer lugar, las frecuentes inundaciones comprometerían las tierras regadas más próximas a los cursos de las aguas, y podrían significar la ruptura de las presas. En segundo lugar, Lleida era un lugar estratégico y, demasiado a menudo, su huerta sufría las destrucciones que, inevitablemente, significa un conflicto bélico³².

Respecto a la primera cuestión son muy significativas las referencias encontradas en el Archivo Municipal de Lleida:

[Octubre, 19, 1866]

Lluvia que con muy cortos intervalos duró más de 53 horas y sobre- viene crecida del Segre que va progresando desde las 2 de la tarde hasta las 9 de la mañana del 21, siendo la mayor que se presentó después de la ordinaria de 1853 pues al entrar el agua en la plaza de Fernando invadió algunos corrales de aquel contorno; sufrieron mucho los huertos de la otra parte del río y del extremo derecho de la ciudad y tierras y torres situadas a bastante distancia vieron igualmente invadidas por haber rebosado campos y alguna acequia³³.

Por lo que se refiere al impacto de una crisis bélica podemos observar el alto grado de impago del cequiaje durante la crisis de la guerra de la

³¹ Real Despacho de Ordenanzas dispuestas para el gobierno y administración de las acequias de la ciudad de Lérida, sus mondas, limpiezas, reparos, y otras obras que en ellas se necesitan, disposición de riegos, y recado e inversión de las cantidades con que deban contribuir los regantes, Lérida: Buenaventura Corominas, 1802.

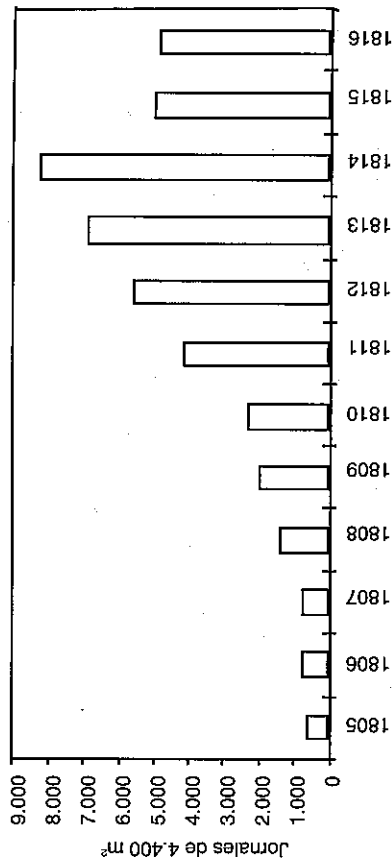
³² Véase, VICEDO RIUS, E. (1997), *Pagosos i hortolans...*, op. cit.

³³ 1761-1866. Libro registro, s.n. Expedientes del secretario, 1761-1866, Secretaría General, caja 1426, Archivo de la Paeria de Lleida. Los resultados del estudio de esta fuente se presentarán en un futuro trabajo. Un análisis sobre los riesgos meteorológicos en BARRIENDOS, M. y J. MARTÍN-VIDE (1997), «Los riesgos meteorológicos en Barcelona a través de los registros históricos (ss. XIV-XX)». Primeros resultados sobre su comportamiento climático plurisecular», en J. MARTÍN-VIDE (ed.), *Avances en climatología histórica en España*, Barcelona: Oikos-Tau, pp. 23-46.

Independencia. Sobre unos diez u once mil jornales de regadío se ha llegado a no pagar este cequiaje de ocho mil jornales en 1814³⁴.

Gráfico 12.5

JUNTA DE CEQUIAJE DE LLEIDA. JORNAL DE TIERRA DE LOS QUE NO SE HA PAGADO EL CEQUIAJE (1805-1816)



Fuente: VICEDO RIUS, E. (1997), *Pagosos i hortolans...*, op. cit., p. 91.

Las publicaciones oficiales no se refieren a los caudales de agua que circulaban por las acequias que regaban el término de Lleida. El primer dato de que disponemos es la solicitud efectuada por la Junta de Cequiaje en 1914 para que se le otorgasen los caudales de 12.000 l/s (12 m³/s) para la acequia de Piñana y 10.000 (10 m³/s) para la de Fontanet³⁵. Pero la inscripción definitiva no se produciría hasta 1962 por lo que se refiere a Piñana³⁶ (11.400 m³/s para riego de 13.495 ha y 0,300 m³/s para abastecimiento de Lleida) y a Fontanet en 1966 (1,8 m³/s)³⁷. Por tanto, deberíamos considerar un caudal total máximo de 13,2 m³/s.

Antoni Bergós otorga los siguientes caudales a los diversos brazos de la acequia de Piñana a su entrada en la huerta de Lleida: acequia del Mig, 1.200 l/s; acequia Major, 3.000 l/s y acequia del Cap, 1800 l/s. En total son 6.000 l/s (6 m³/s) que regaban la huerta de Lleida mediante la acequia de Piñana³⁸.

³⁴ VICEDO RIUS, E. (1997), *Pagosos i hortolans...*, op. cit.

³⁵ SOL, R. y C. TORRES (1974): op. cit., p. 335.

³⁶ *Ibidem*, p. 381.

³⁷ Información facilitada por la Junta de Cequiaje de Lleida.

³⁸ De hecho Bergós reproduce los datos incorporados en ROCAFORT, C., *Provincia de Lleida*, volumen que forma parte de la *Geografía general de Catalunya*, dirigida por Francesc Carreras Candi y publicada en el Establiment Editorial de Albert Martín de Barcelona entre aproximadamente 1908 y 1918.

Las ordenanzas de riego establecían turnos de riego según los días de la semana. En todo caso, una determinada partida podía regar dos o más días a la semana. No había restricción en el uso del agua ni en el tipo de cultivo a realizar. La dureza de las condiciones climatológicas en verano en Lleida —temperaturas extremas y pluviosidades mínimas— y la reducción drástica de los caudales de los ríos que nutrían a las acequias de riego se traducía en un aumento de los controles por parte de la Junta de Cequiaje.

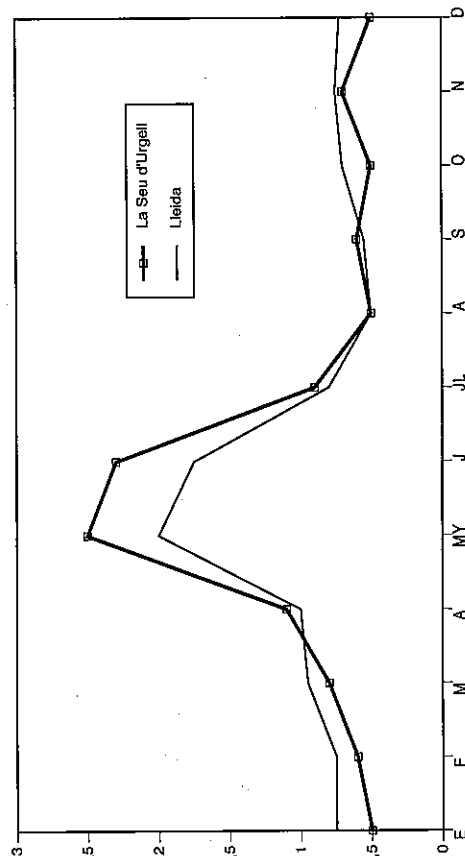
El capítulo CVIII de las ordenanzas de riego establecía medidas estrictas para racionalizar el uso de las aguas en las etapas de estiaje de los ríos y, por tanto, de las acequias.

Y por cuanto en muchas ocasiones de Verano y Estío se experimenta que aún esto no es suficiente para la participación general de los riegos, establecemos: Que la Junta en uso de su dirección económica, pueda nombrar un Repartidor de aguas para dichas ocasiones, o mas si los halla convenientes, y en el Estío pueda también prohibir el riego de los rastrojos, o dar cualesquiera otras providencias para remedio de los frutos pendientes.

En todo caso no debe minusvalorarse el agua que podía circular por las acequias en los meses de verano. Aunque no disponemos de datos directos en este sentido, indirectamente el régimen del río Segre a su paso por Lleida (ver gráfico 12.6) nos da una primera aproximación y nos permite seguir las pautas de disponibilidad de agua en el sistema³⁹.

Gráfico 12.6

COEFICIENTES DE CAUDAL DEL RÍO SEGRE (1912-1929)



Nota: Caudal (media anual = 1): 12,23 m³/s en la Seu d'Urgell y 90,38 m³/s en Lleida.

³⁹ SOLÉ SABARÍS, L. (dir.) (1958), *Geografía de Catalunya*, vol. 1, Barcelona: AEDOS.

5. Los rendimientos del trigo

No disponemos de rendimientos referentes a una explotación de la huerta de Lleida para ningún año del período estudiado. Estamos ante un tipo de agricultura basado en el trabajo del pequeño campesinado, el cual no anota en un cuaderno sus datos ya que seguramente no sabe escribir y, además, lo limitado de sus propiedades tampoco justifica esta contabilidad. Por otra parte, como veremos en este trabajo, las tierras de las diversas partidas no responden a un tipo de calidad estándar. A pesar de todas las matizaciones y reservas que debamos realizar, los datos de tipo general pueden permitir disponer de referencias no alejadas de la realidad.

En una coyuntura tan difícil como la de 1716, acabada la guerra de Sucesión y en plena implantación del nuevo sistema fiscal, la documentación relata que sobre nueve mil jornales (de 0,44 ha) de regadío, tres mil son de infima calidad. De los restantes seis mil, que se cultivan por el sistema de «año y vez», sólo doscientos serían de primera calidad⁴⁰.

A fines del siglo XIX, en el partido judicial de Lleida, los rendimientos del trigo por hectárea se establecían en 1891 en 8 hl/ha en el sistema de «año y vez» de secano y 15 hl/ha en el regadío según la Junta Consultiva⁴¹. Estos rendimientos son parecidos a los que Melchor Marial⁴², ingeniero y diputado a Cortes, considera, en 1931, para calcular la ganancia de rendimientos al pasar una hectárea de trigo de secano a regadío. De 8,45 quintales métricos en secano a 15,97 en regadío significa una mejora de 7,33 quintales por hectárea.

José Zulueta destaca, a principios de siglo XX, el fracaso agronómico que significan los rendimientos de la tierra de la zona regada por el Canal de Urgell. El autor manifiesta que se esperaba un rendimiento de 12 cuartas por jornal (19,65 hl/ha), pero en la —su— actualidad sólo se producen 15 hl/ha⁴³.

A falta de datos más concretos⁴⁴, utilizaremos en nuestros cálculos los rendimientos que proporciona el «Avance» de la Junta Consultiva Agronó-

⁴⁰ *Respuestas Generales de Lérida, 1716*, sección Catastro, Archivo Histórico de Lleida.

⁴¹ Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio (1891), *Avance estadístico sobre el cultivo cereal y de leguminosas asociadas en España, formado por la Junta Consultiva Agronómica, 1890. Quinquenio de 1886 a 1890, ambos inclusive*, tomo II. Madrid, Tipolitografía de L. Peñat e Hijos. Para los rendimientos catalanes, véase GARRABOU, R., P. PASCUAL, J. PUJOL y E. SAGUER (1995), «Potencialidad productiva y rendimientos cerealícolas en la agricultura catalana contemporánea (1820-1935)», en *Noticiario de Historia Agraria*, 10, pp. 89-130.

⁴² MELCHOR MARIAL MUNDET (1931), *Confederaciones hidrográficas. Proyecto de reorganización de las confederaciones hidrográficas y estudio de un plan económico-social aplicado a la Confederación Hidrográfica del Ebro, realizable en veinte años*, Madrid: Imprenta ARGIS.

⁴³ ZULUETA GOMIS, J., op. cit., p. 91. Los rendimientos para la zona del Canal de Urgell (1902-1913) para principios de nuestra centuria se reproducen en VICEDO RIUS, E. (1993), «Producción...», op. cit.

⁴⁴ Para 1937 disponemos de los datos de los socios del Sindicat Agrícola Cooperatiu de Lleida que manifiestan individualmente toda una serie de informaciones en kilogramos: cosecha, para su con-

mica para 1891⁴⁵. Sin duda, la utilización de fertilizantes químicos significa mayores rendimientos. En todo caso, pensamos que la utilización de fertilizantes químicos en la huerta de Lleida por parte de campesinos no acomodados había de esperar hasta 1912 con la creación de la Sociedad Agrícola Práctica. La guerra frenaría radicalmente este proceso. Nuestro trabajo se sirva, por tanto, en las épocas en que la fertilización era, fundamentalmente, de base orgánica.

6. Usos del agua

Con el fin de llegar a una aproximación sobre el uso del agua en la huerta de Lleida, hemos tenido que recurrir a cálculos indirectos, dada la ausencia de datos concretos sobre el consumo de agua de riego.

En primer lugar, hemos realizado una estimación de las necesidades máximas de agua de los cultivos típicos de las rotaciones realizadas (cuadro 12.4). Estas estimaciones se basan en las variedades de cultivos utilizadas actualmente. Teniendo en cuenta los cambios habidos en la base genética de estos cultivos, tales estimaciones pueden ser una posible fuente de error.

Cuadro 12.4

NECESIDAD DE AGUA DE LOS CULTIVOS (ET cultivo en mm/mes)*

	Annual	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	O	N	D
Trigo	497	25	36	89	109	98	14			20	50	29	27
Maíz	757				20	112	182	186	148	84	25		
Pimiento	373				20	140	165	48					
Tomate	503				30	126	198	149					
Habas tiernas	134	34	49									24	27

* Se toman como base las temperaturas del período 1830-1839.

sumo, para la siembra y para entregar al sindicato. Para el trigo, si dividimos el total de kg producidos (1.171.942) por los kg que manifiestan que han de guardar para la siembra siguiente (220.033), resulta un rendimiento de 5,3 por 1. Sin duda podríamos representar un histograma para visualizar la frecuencia de cada nivel de rendimiento. El carácter de esta fuente, en la que los socios manifiestan lo que entregan al sindicato, además de que no excluye producciones que puedan darse en el secano, permite sin duda considerar que este rendimiento debería modificarse al alza. *Sindicat Agrícola Cooperatiu. Relació dels socis que han declarat a aquest Sindicat la seva collita de Cereals*, 6 de octubre de 1937, carpeta 60, Archivo Histórico Nacional, sección Guerra Civil, Salamanca.

⁴⁵ Para transformar los l/ha a kg/ha consideramos que un litro de trigo pesa 0,78 kg. Los 8 l/ha en secano y 15 l/ha en regadío se transforman en 624 y 1.170 kg/ha, respectivamente.

Hemos evaluado la eficiencia en el uso del agua del trigo considerando que la producción en secano en años medios es de 624 kg/ha y que el agua que consume el trigo en esos años es de 298 mm (evapotranspiración estimada considerando las temperaturas del período 1830-1839, y las precipitaciones actuales presentadas en el cuadro 12.2). La eficiencia resultante es de 0,21 kg grano/m³ de agua, valor muy inferior a los que se obtienen actualmente (0,8-1 kg/m³, según Doorenbos y Kassam⁴⁶).

Considerando que la diferencia de producción entre secano (624 kg/ha) y regadío (1.170 kg/ha)⁴⁷ se debe enteramente al agua de riego, y que la eficiencia del sistema de riego era de un 60%, resulta que se necesitaban 433 mm de agua de riego para el trigo.

Podemos suponer que estos 433 mm se repartían durante los meses de marzo a mayo proporcionalmente al coeficiente de caudal del río Segre en Lleida (gráfico 12.6). Así resultan unas cantidades mensuales de agua de riego de 108 mm en cada uno de los meses de marzo y abril, y de 216 mm en el mes de mayo. Por otro lado, si nos basamos en el gráfico 12.6, podemos estimar que en los meses de junio y julio todavía había agua suficiente para regar, y que las cantidades mensuales podían ser en junio similares a las del mes de mayo, y en julio algo menores que las de marzo y abril. En el cuadro 12.5 resumimos estas cantidades mensuales de riego.

Cuadro 12.5

CANTIDADES MENSUALES ESTIMADAS DE AGUA DE RIEGO EN LA HUERTA DE LLEIDA

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
mm/mes	108	108	216	216	100

⁴⁶ DOORENBOS, J. y A. H. KASSAM (1979), *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*, Estudios FAO Riego y Drenaje, 33, Roma: FAO. Una publicación de la Mancomunitat de Catalunya establece que una buena cosecha de trigo necesita 2.964 m³/ha. Por hectárea una buena cosecha significa 9.880 kg de materia seca (2.280 kg el grano, 400 el cascabillo, 5.700 la paja y 1.500 los rastrojos y raíces). Dada la exigencia de 300 litros por kg, el consumo se cifra en los casi 3.000 m³. CAMPS, J., *Treballades i adobs*, Publicacions Divulgadores dels Serveis Tècnics d'Agricultura. Servei de Terra Campa. Mancomunitat de Catalunya. Barcelona: Catalana, pp. 5-6. Estos datos permiten calcular una eficiencia un poco menor pero del mismo orden de magnitud que la actual.

⁴⁷ Los rendimientos actuales del trigo son del orden de 800-2.500 kg/ha en el secano y de 2.000-7.500 kg/ha en el regadío. PORTA, J. y M. LÓPEZ-ACEVEDO (1983), *Ús del sòl*, en Porta, J., JULIA, R. et al., *Els sòls de Catalunya: I. Àrea Meridional de Lleida*, Barcelona: DARP, Generalitat de Catalunya, pp. 287-307.

Según estos volúmenes de riego, las necesidades de agua de los cultivos (cuadro 12.4), y las diversas hipótesis de pluviometría (cuadro 12.2), y siguiendo la metodología propuesta por Doorenbos y Kassam, hemos estimado los posibles problemas en la producción de los diferentes cultivos debidos al balance hídrico.

Los resultados sugieren que ningún cultivo de las dos rotaciones mencionadas por la Junta Consultiva Agronómica en 1915 tendría problemas de producción por falta de agua, excepto el maíz. Éste sólo llegaría a producir en regadío, en años buenos de lluvia, y en suelos con una alta capacidad de retención de agua para las plantas, debido a la falta de agua suficiente para cubrir sus necesidades en los meses de julio y agosto. Ésta puede ser la razón por la que sólo aparece, y de una forma secundaria, en una de las rotaciones, y asociado a las judías. Este policultivo tendría dos objetivos. Por un lado, las judías permitirían asegurar una cierta producción, ya que al acabar su ciclo en junio se evitarían posibles problemas de falta de agua en julio. Por otro lado, el maíz permitiría tener una segunda cosecha en los años de buenas lluvias.

El pimiento y el tomate podrían llegar a tener problemas en los meses finales de su ciclo, junio y julio, si no hubiese una correcta distribución del agua. Posiblemente las hectáreas dedicadas a su cultivo según el «Avance» de 1915 recibían una parte significativa de los riegos de verano que tan escrupulosamente distribuía la Junta de Cequiaje.

El trigo en regadío prácticamente no tiene limitaciones desde el punto de vista del agua. Las habas, por su parte, parecen un cultivo muy interesante porque sus necesidades de riego serían muy escasas, y desarrollan su ciclo en invierno, lo que permite complementar temporalmente los ciclos del pimiento y del tomate.

Los caudales necesarios para cubrir las necesidades de agua de la huerta de Lleida se han estimado suponiendo que las dos alternativas citadas por la Junta Consultiva Agronómica ocupaban 3.000 ha y que las restantes 2.260 ha se cultivaban de trigo⁴⁸.

Estos resultados (cuadro 12.6), comparados con los caudales que circulaban por las acequias -6 m³/s en la acequia de Piñana a principios de siglo-, parecen indicar que el agua no era un problema para desarrollar una alternativa con más hortalizas como la aquí llamada «intensiva», excepto en el caso de posibles problemas con la gestión del agua en los meses de junio y julio. Este hecho tampoco sería de extrañar en una red de riego poco desarrollada tecnológicamente. Hemos visto con anterioridad que en la huerta de Fontanet se utilizaban las aguas de drenaje del Canal de Urgell. Estas debían significar una cantidad importante de agua si con-

⁴⁸ Según el libro de cequiaje de la huerta de Lleida de 1889, pagaban cequiaje 11.596 jornales. Además, 450 jornales estaban exentos. En total, 12.046 jornales regados (5.260 ha).

sideramos las dificultades que tenían los propietarios de este canal para organizar eficientemente el riego. Como se ve, la acequia de Fontanet también tenía problemas. Resulta significativo que las mejores tierras del cuadro 12.6 fuesen aquellas que estaban más cerca del río Segre, a las que no les faltaba el agua.

Cuadro 12.6

CANTIDADES MENSUALES (m³) NECESARIAS PARA LOS CULTIVOS DE LA HUERTA DE LÉIDA

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Alternativa 1	0,35	0,49	0,97	0,97	0,15
Alternativa 2	0,26	0,52	1,04	1,04	0,23
Trigo	0,98	0,98	1,96	-	-
Total	1,59	1,99	3,97	2,01	0,38

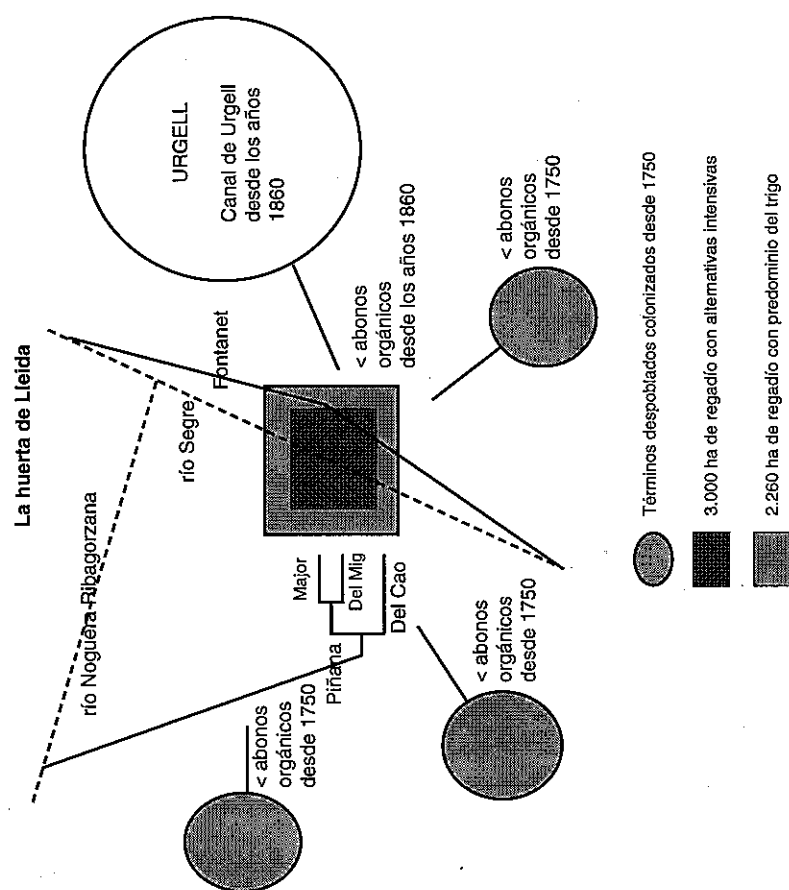
Las razones para explicar la no extensión de las rotaciones intensivas habrá que buscarlas también en otras limitaciones. Además de los problemas de los suelos de toda una serie de partidas de la huerta de Lleida, las altas necesidades en abonado de estas hortalizas unidas a las dificultades para su adecuada fertilización podían limitar su extensión. Blàvia, como ya se ha visto, mencionaba que apenas se estercolaban 400 ha de la huerta de Lleida, y no será, como mínimo, hasta la creación de la Sociedad Agrícola Práctica en la segunda década de nuestra centuria que puedan generalizarse en la huerta de Lleida los abonos químicos, comprados a precios asequibles gracias a dicha cooperativa.

Apéndice 1

«Observaciones termométricas según el de Reamur sobre el máximo de frío y calor experimentado en la ciudad de Lérida en la hora de salir el sol, al medio día, al ponerse el sol y a las diez de la noche de cada uno de los meses y años que a continuación se espresa».*

Año	Mes	Minabs °R	Maxabs °R	Minabs °C	Maxabs °C
1830	1	2	6	3	8
1830	2	1	15	1	19
1830	3	4	19	5	24
1830	4	7	22	9	28
1830	5	8	24	10	30
1830	6	11	27	14	34
1830	7	14	29	18	36
1830	8	13	29	16	36
1830	9	10	25	13	31
1830	10	4	19	5	24
1830	11	1	16	1	20
1830	12	0	12	0	15
1831	1	1	12	1	15
1831	2	1	16	1	20
1831	3	6	18	8	23
1831	4	7	20	9	25
1831	5	8	25	10	31
1831	6	12	28	15	35
1831	7	12	30	15	38
1831	8	14	29	18	36
1831	9	9	25	11	31
1831	10	8	20	10	25
1831	11	1	17	1	21
1831	12	0	12	0	15
1832	1	0	9	0	11
1832	2	1	13	1	16
1832	3	1	18	1	23
1832	4	3	20	4	25
1832	5	5	25	6	31
1832	6	10	27	13	34
1832	7	15	31	19	39
1832	8	12	31	15	39
1832	9	12	27	15	34
1832	10	5	23	6	29
1832	11	1	18	1	23

* Olivés, M. (1840), *op. cit.*



Año	Mes	Minabs °R	Maxabs °R	Minabs °C	Maxabs °C
1832	12	0	12	0	15
1833	1	3	11	4	14
1833	2	3	16	4	20
1833	3	0	17	0	21
1833	4	4	20	5	25
1833	5	8	26	10	33
1833	6	11	28	14	35
1833	7	14	28	18	35
1833	8	13	28	16	35
1833	9	9	25	11	31
1833	10	7	19	9	24
1833	11	2	15	3	19
1833	12	1	15	1	19
1834	1	2	14	3	18
1834	2	1	13	1	16
1834	3	1	19	1	24
1834	4	1	19	1	24
1834	5	10	26	13	33
1834	6	11	27	14	34
1834	7	12	30	15	38
1834	8	11	28	14	35
1834	9	12	26	15	33
1834	10	2	22	3	28
1834	11	2	16	3	20
1834	12	1	14	1	18
1835	1	0	12	0	15
1835	2	1	15	1	19
1835	3	3	17	4	21
1835	4	3	20	4	25
1835	5	7	23	9	29
1835	6	8	25	10	31
1835	7	13	31	16	39
1835	8	12	29	15	36
1835	9	11	26	14	33
1835	10	5	20	6	25
1835	11	0	18	0	23
1835	12	2	11	3	14
1836	1	1	10	1	13
1836	2	0	11	0	14
1836	3	5	18	6	23
1836	4	3	20	4	25
1836	5	4	22	5	28
1836	6	11	28	14	35
1836	7	13	29	16	36

Año	Mes	Minabs °R	Maxabs °R	Minabs °C	Maxabs °C
1836	8	13	28	16	35
1836	9	10	25	13	31
1836	10	3	22	4	28
1836	11	0	17	0	21
1836	12	0	12	0	15
1837	1	2	10	3	13
1837	2	3	13	4	16
1837	3	1	15	1	19
1837	4	2	22	3	28
1837	5	6	24	8	30
1837	6	12	28	15	35
1837	7	14	29	18	36
1837	8	14	29	18	36
1837	9	10	26	13	33
1837	10	3	22	4	28
1837	11	1	17	1	21
1837	12	0	12	0	15
1838	1	1	11	1	14
1838	2	1	14	1	18
1838	3	4	18	5	23
1838	4	2	19	3	24
1838	5	7	25	9	31
1838	6	9	29	11	36
1838	7	11	29	14	36
1838	8	11	31	14	39
1838	9	9	27	11	34
1838	10	6	19	8	24
1838	11	5	15	6	19
1838	12	1	13	1	16
1839	1	0	11	0	14
1839	2	1	15	1	19
1839	3	2	18	3	23
1839	4	4	20	5	25
1839	5	5	23	6	29
1839	6	11	29	14	36
1839	7	13	30	16	38
1839	8	13	31	16	39
1839	9	9	24	11	30
1839	10	4	20	5	25
1839	11	2	16	3	20
1839	12	0	12	0	16

CAPÍTULO 13

EL USO DEL AGUA EN EL CULTIVO DEL ARROZ EN EL PAÍS VALENCIANO (SIGLO XIX)*

Salvador Calatayud Giner y Enric Mateu Tortosa
Universidad de Valencia

Introducción

El arroz se convirtió en uno de los cultivos centrales de la agricultura contemporánea valenciana como consecuencia de un crecimiento notable de su superficie durante los siglos XVIII y XIX¹. Las causas de la expansión se hallarían en la fuerte demanda de alimentos, ocasionada por los aumentos de la población; la búsqueda de cultivos rentables tras la decadencia de la seda; y, por último, el crecimiento de las tierras aprovechables por la desecación de algunas zonas pantanosas de la ribera del Xúquer.

Sin embargo, la extensión arrocerá se vio siempre limitada por las disponibilidades de agua, así como por las transformaciones medioambientales que generaba, algunas de las cuales perjudicaban no sólo a los otros cultivos sino también a la salud humana. Los arrozales tuvieron que competir por el agua con los cultivos de regadío, en momentos en los que las superficies de éstos también crecían. Al mismo tiempo, en los lindes de la Albufera, el problema era doble: desecar para iniciar las labores y captar el agua de las acequias para mantener el cultivo. Transformaciones costosas y prolongadas en un medio insalubre y hasta mortífero, que sólo los elevados rendimientos animaban a colonizar. Por todo ello, la relación entre los arrozales y el agua adquirió una complejidad mayor que en cualquier otro cultivo. Si el regadío siempre se configura como un espacio «[...] cuidadosamente organizado y reglamentado» (Pérez Picazo, 1997: 92), el cultivo del arroz en concreto implicaba la ejecución de un artificio considerable por el que la naturaleza era modificada en función de las necesidades agra-

* Este trabajo ha contado con la ayuda del Proyecto de Investigación de la DGICYT n.º PS94-0182.

¹ La superficie arrocerá pasó de 9.665 ha en 1730 a 17.665 en 1807, 26.170 en 1860 y 28.430 en 1912. MATEU TORTOSA, E., 1987, p. 50; y CALATAYUD, S., 1986, pp. 451-453.

rias; pero a esta acción con un fuerte impacto físico le seguía un proceso de compatibilización con el resto de los cultivos de la zona, que tenía, sin duda, posteriores repercusiones económicas y sociales a tener en cuenta.

El marco físico y la tecnología disponible determinaban el modo de gestionar el ciclo del agua en las comarcas arroceras. Esta gestión puede abordarse desde un doble punto de vista: por una parte, el riego de cada explotación dependía del ciclo del agua considerado globalmente—en todo el bajo valle del Xúquer— en virtud de la dependencia que el conjunto del perímetro irrigado tenía respecto a unos mismos acuíferos; por otro, el riego se materializaba a través de unas técnicas que adaptaban el aporte hídrico a las condiciones topográficas, edáficas y de cultivos de cada explotación. La primera perspectiva subraya las relaciones de interdependencia de los regantes y su pugna por el agua, pero también la mediación de las instituciones, no como entes neutrales, sino como punto de confluencia y disputa de intereses. La segunda describe la conexión entre las condiciones físicas y el concreto manejo del agua en una explotación arroceras. De este modo, puede hablarse de una macroregulación y una microregulación del ciclo hídrico. A partir de esta distinción hemos concebido este estudio.

1. La regulación del balance hídrico y el marco físico en el bajo Xúquer

Las riberas del Xúquer y el entorno de la Albufera configuran una de las seis áreas de regadío valencianas basadas en el aprovechamiento de la parte final de otros tantos cursos fluviales². Como las otras, constituye una llanura litoral de suelos aluviales, delimitada por montañas al sur y oeste, y por el mar al este. Las condiciones climáticas de esta área tienen efectos contrapuestos para el uso agrario. El régimen de temperaturas—con mínimos invernales en torno a 10° y máximas de 25° en agosto— hace que el invierno sea suave, a lo que contribuye también la influencia marítima. Por otra parte, el número anual de horas de insolación es muy alto (en torno a 2.700), lo que acaba de determinar un buen aporte energético para el crecimiento vegetal. Como el resto del litoral mediterráneo constituye, por tanto, un ámbito adecuado para la mayor parte de los cultivos que se dan en la España interior y en Europa, pero, además, para muchos otros que no son viables en esas zonas. Las temperaturas, pues, favorecen la agricultura. Sin embargo, el régimen de pluviosidad anula esta ventaja inicial: la acusada falta de lluvias en verano—menos de 10 mm en julio— junto a las elevadas temperaturas, originan una fuerte sequía estival—con una evapotranspiración potencial media para el período 1931-1970 entre 900 y

1000 mm. (ATLAS, 1993: 10-15)— que es llevada al límite de la independencia hídrica por la acción desecante de los ocasionales vientos de poniente. Además, está presente otro rasgo del clima mediterráneo: la extrema irregularidad y la imprevisibilidad a escala local, mayores que en cualquier otra variedad climática (Rosselló, 1995: 60). La irregularidad se da no sólo entre los meses del año, sino también entre un mismo mes de diversos años, y va acompañada por la frecuente torrencialidad de las lluvias (pueden recogerse más de 200 mm en 24 horas). Estos súbitos episodios en poco corrigen la aridez anual y, por el contrario, tienen efectos destructores sobre la infraestructura agrícola. Por tanto, el régimen de lluvias es profundamente adverso para la mayor parte de los cultivos. Pese a todo, las riberas del Xúquer, con unos índices anuales entre 500 y 600 mm, constituyen una comarca más favorecida que extensas zonas del sur valenciano que apenas superan los 300 mm.

Factores relacionados con el relieve y la hidrología son los que permiten resolver este bloqueo que representan las condiciones climáticas en beneficio de las posibilidades agrícolas. Por una parte, se trata de una llanura de bajo gradiente (0,6%) y suelos habitualmente fértiles y fáciles de trabajar, resultado de depósitos cuaternarios. Todo ello configura una alta capacidad de uso agrícola. Por otra parte, el llano está atravesado por el río Xúquer que, si bien se caracteriza por la fuerte irregularidad y los estiajes típicos de los ríos mediterráneos, presenta un caudal relativamente elevado en comparación con la mayor parte de los cursos fluviales valencianos (frecuentemente, ríos rambla absolutamente secos en verano). Ello es así merced a su carácter de río alcótono, con alimentación pluvionival en el Sistema Ibérico, y a la amplitud de su cuenca. Las disponibilidades de agua son, pues, mayores en esta zona que en otras del litoral valenciano. Pero existen también algunos límites que han condicionado el desarrollo histórico de su uso: en primer lugar, las fuertes variaciones de caudal intra e interanuales (antes de la regulación mediante embalses ya en el siglo XX); y, en segundo lugar, la propensión a avenidas extraordinarias con consecuencias catastróficas puesto que las riberas del Xúquer constituyen un llano de inundación (Mateu Bellés, 1989: 170). Por último, el balance hídrico se completa con la existencia, en la zona más próxima al mar, de numerosas áreas pantanosas y del lago de la Albufera; la funcionalidad de estas aguas para la agricultura es, en principio, ambigua, y dependía, como veremos más adelante, del control ejercido sobre ellas. En definitiva, el desarrollo agrícola se basó históricamente en el aprovechamiento de las condiciones físicas favorables para contrarrestar los efectos de las condiciones adversas: adaptación al medio y costosa transformación del mismo acabaron por configurar un paisaje agrario peculiar y con una elevada potencialidad productiva.

El elemento decisivo lo ha constituido, desde los siglos medievales, el uso agrícola del agua. El territorio contaba con las aportaciones de tres

² La síntesis sobre el medio físico se ha elaborado a partir de: ROSSELLÓ, V. M., 1995, caps. 2 y 4; PÉREZ CUEVA, A., 1994; MATEU BELLÉS, J. F., 1989; LÓPEZ GÓMEZ, A., 1990.

acuíferos: el río Xúquer, el lago de la Albufera, y una multitud de pequeños cursos de agua, manantiales y pozos. La agricultura hizo uso de los tres de forma combinada o separada, adoptando sistemas de riego adaptados a situaciones y balances hídricos diferentes. Para hacer posible la expansión del cultivo arrocero hubo que modificar el ciclo del agua de la zona. Se trataba de actuar, simultáneamente, frente a las condiciones del déficit crónico, y de superávit en las áreas —minoritarias pero importantes— de marjal. La intervención sobre el medio significaba, por una parte, embalsar campos que, en principio, eran de huerta; y recuperar tierras originariamente pantanosas.

Un aspecto destacable es que nos encontramos con un sistema de regadío original que permitía combinar dos modalidades de aprovechamiento del agua distintas e históricamente definidas. Por una parte, el riego de las tierras de huerta que se basaba en la tradición andalusí, y por otra la provisión de agua a los arrozales más vinculada con prácticas de origen asiático.

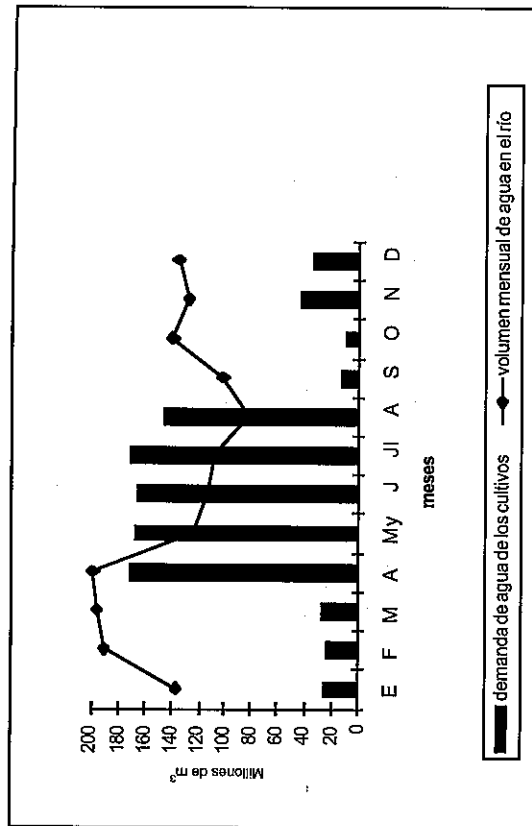
Para explicar los mecanismos de modificación medioambiental que el regadío y el arroz implicaban, hemos de conocer algunos rasgos del ciclo hidráulico de la zona. En principio, el elemento vertebrador lo constituía el río Xúquer. Sin embargo, la primera cuestión que debe señalarse es que, ya a mediados del siglo XIX, este acuífero resultaba insuficiente para hacer frente a las necesidades agrarias. Hemos intentado en el gráfico 13.1 y el cuadro 13.1 una aproximación a este problema. Como sólo existen datos completos del caudal mensual del Xúquer para principios del siglo XX, hemos representado en el gráfico el balance hídrico en ese momento: aparece un déficit total de más de 218 millones de m³ para los meses de mayo a agosto. Proyectando hacia atrás los datos de caudal y comparando con la superficie existente en 1860³, recogemos en el cuadro 13.1 la situación hipotética en esta última fecha. Aunque lógicamente menor, el déficit era también importante: 39,5 millones de m³.

¿Cómo podía mantenerse la superficie regada con un déficit semejante? En primer lugar, algunos afluentes hacían aportaciones al Xúquer dentro ya del área de regadío. Estos caudales eran irregulares —los afluentes eran prácticamente ríos rambla— y, además, no podían ser aprovechados por todas las acequias a causa del punto de desembocadura (véase gráfico 13.2). Pese a todo hacían que el déficit global no siempre afectara localmente. Además, existía la posibilidad de recurrir en puntos concretos a caudales complementarios (manantiales, etc.) de pequeña importancia pero muy numerosos; a las aguas de la Albufera; a los numerosos cursos de agua que aflúan al lago; y a las filtraciones de tierras situadas a mayor altura. En definitiva, es

³ En 1860 existían 27.827 ha frente a las 38.737 de principios del novecientos. La distribución de cultivos no había variado mucho en aquello que más incidía en el consumo acuífero, la proporción de tierras dedicadas al arroz: 59% en 1860, 54% a principios del XX.

Gráfico 13.1

BALANCE HÍDRICO EN EL BAJO XÚQUER. PRINCIPIOS DEL SIGLO XX



Fuente: J. Bellver, 1933, pp. 25-26. Elaboración propia.

Cuadro 13.1

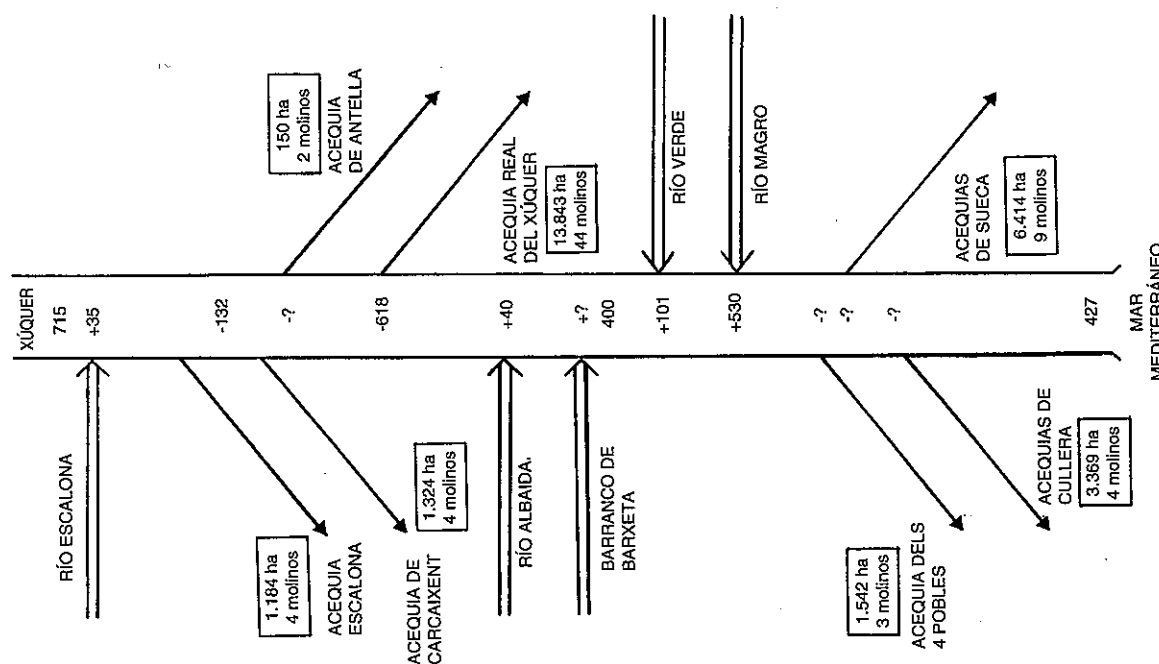
BALANCE HÍDRICO EN EL REGADÍO DE LAS RIBERAS DEL XÚQUER, 1860

	Porcentaje del consumo anual	m ³ requeridos	Diferencia respecto al caudal
Mayo	16,7	119.789.100	+4.380.260
Junio	16,5	118.354.500	-5.088.620
Julio	17,1	122.658.300	-13.684.900
Agosto	14,6	104.725.800	-20.781.200

Fuentes: Las cifras sobre caudal mensual que sirven de base, J. Bellver, 1933, p. 25; los m³ requeridos han sido calculados a partir de la superficie incluida en APUNTES, 1860, cuadro fuera de texto.

preciso resaltar que el caudal del río era el origen principal de los recursos hídricos, pero no el único; en torno a él se multiplicaban modalidades de aprovechamiento del agua que establecían entre sí diversas relaciones de complementariedad.

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS APROVECHAMIENTOS HÍDRICOS DEL CURSO BAJO DEL XÚQUER A MEDIADOS DEL SIGLO XIX



Nota: Las cifras de caudal, y entradas y salidas en el río están dadas en filas, unidad de cuenta difícil de convertir al sistema métrico y variable según lugares y épocas. Sólo tiene utilidad, pues, en términos relativos.

Fuentes: M. Ballester, 1877, pp. 29-32; y APUNTES, 1860, cuadro fuera de texto. Elaboración propia.

El sistema adoptado para el aprovechamiento del caudal fluvial era su derivación mediante acequias: siete captaciones sucesivas cada una de las cuales conducía a una densa red de canales. En conjunto, el perímetro irrigado alcanzaba las 28.000 ha. El agua circulaba por gravedad, lo que determinaba una baja intensidad energética pero obligaba a modelar el terreno de modo adecuado⁴. El ciclo del agua, en esta suma de cursos naturales y canalizaciones artificiales, tenía algunas peculiaridades. Como aparece en el gráfico 13.2, tras la toma de aguas de las cuatro primeras acequias, el río quedaba prácticamente seco y sólo volvía a recuperar caudal por las aportaciones sucesivas de afluentes, filtraciones y escorrentías de las zonas regadas⁵; de ese modo las tres acequias restantes podían tomar su correspondiente dotación, tras lo cual todavía se vertía al mar una cantidad apreciable resultado de los sobrantes y de las escorrentías de la zona más baja de la llanura. Este hecho que parece bastante general en otros ríos mediterráneos⁶, nos permite detectar uno de los mecanismos esenciales del funcionamiento del sistema de regadío: una parte importante del volumen de agua captado y utilizado por las acequias se perdía en la red de distribución por filtraciones y fugas, pero volvía a incorporarse, en parte, al flujo central —el cauce del río—, reaparecía a través de manantiales en diversos puntos, o alimentaba los acuíferos subterráneos; en definitiva, podía ser parcialmente reutilizado. Estas peculiaridades, que guardan relación con el grado de desarrollo tecnológico de la infraestructura hidráulica, establecían una serie de interdependencias entre los diversos aprovechamientos.

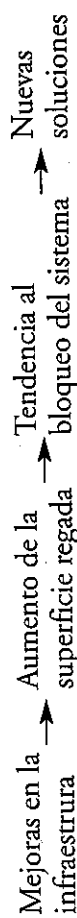
Por otra parte, el sistema de riego no era estático sino que se expandía y cambiaba con el crecimiento de la superficie regada. El arroz tuvo aquí un protagonismo destacado. Las dos acequias más implicadas en este cultivo aumentaron sensiblemente sus dimensiones: la Real del Xúquer pasó de 6.849 ha en 1771 a 13.474 en 1865 (Calatayud, 1993: 62), mientras la de Sueca creció de 3.298 a 7.304 ha entre 1800 y 1890 (Calatayud y Furió, 1992: 18). La expansión de la infraestructura no constituía un simple cambio de escala, sino que afectaba al equilibrio —técnico y social— alcanzado en las etapas anteriores, y obligaba a nuevas adaptaciones. Mejoras en la construcción de los dispositivos de riego, por un lado, y nuevos acuerdos (precedidos y acompañados por conflictos de diverso

⁴ Véase el conjunto de dispositivos y modificaciones del medio que comportaba una acequia en PERIS, T., 1992.

⁵ Una evaluación del impacto de las filtraciones en la Acequia Real del Xúquer: BALLESTER, M., 1877.

⁶ «[...] Lo que acontece en el Júcar es lo mismo que [...] se habrá podido observar en Murcia en el río Segura, que desde la Contrapada a Guardamar desaparece y se renueva varias veces por efecto de los azarbes y filtraciones, lo cual se experimenta también en el Turia y en otros muchos ríos, aun sin la existencia de los arcos», SANCHÓ, A. y S. MONLEÓN, 1860, p. 9.

orden) entre grupos sociales y municipios acerca del reparto del agua, configuraban la respuesta al bloqueo virtual que generaba la expansión del regadío. Este carácter dinámico podría sintetizarse en el siguiente esquema:



Junto a los problemas ligados a la obtención de agua suficiente para el riego, la expansión arrocerá tuvo que enfrentarse también a la regulación del superávit hídrico de algunas zonas⁷. Se trataba de las tierras situadas en cotas topográficas bajas y lindantes con la Albufera, tierras de marjal, semipantanosas, en ocasiones resultado de la desecación del lago mediante los *aterraments*⁸. En este ámbito había que hacer frente al exceso de agua en un doble sentido: desplazar las aguas inundadas para llevar a cabo el cultivo, y aumentar posteriormente el control sobre el nivel del lago para evitar tanto la inundación no deseada de las tierras en los meses de mayores aportes hídricos a la Albufera, como la entrada de agua marina salada. Habitualmente, la historiografía ha considerado que el medio principal para alcanzar estos objetivos fue el rellenado con tierra (*aterraments*) por parte de los cultivadores, que creaba así un suelo agrícola artificial sobre la anterior superficie de la Albufera. Recientemente, sin embargo, se ha insistido en la importancia de la regulación del desagüe del lago con el mar como instrumento de control de las aguas (Sanchis, s/f: 34 y ss.).

Desde la época moderna la expansión del arroz estuvo estrechamente ligada a los problemas de desagüe de la Albufera⁹. Durante el siglo XVIII y la primera mitad del XIX los sistemas de desagüe no mejoraron de forma significativa lo que generó problemas para la expansión del arroz: en varias ocasiones —1809 y 1818 fueron las dos más dramáticas— se perdieron las cosechas por la entrada del agua del mar a los arrozales (Mombianch, 1960: 142 y ss.). La única medida aplicada para no bloquear la expansión del cultivo fue la limpieza de los canales interiores del lago que conducían a la gola (salida al mar), con lo que se consiguió cierta regularización del desagüe a lo largo de los años cuarenta y cincuenta (Sanchis, s/f: 35). Durante la década de los sesenta los problemas volvieron a aparecer, con

pérdida de cosechas algunos años: fue en este contexto cuando la Junta de Desagüe de la Albufera, apoyada en las nuevas Ordenanzas de 1862, tomó la iniciativa. Así, en los años setenta, se abrió una nueva vía de comunicación con el mar, la gola del Perellonet, pero no mejoró sustancialmente el problema. Durante los ochenta se llevaron a cabo pequeñas obras de mejora (como la construcción de diques para proteger de los temporales de Levante la salida al mar). Pero fue en las primeras décadas del siglo XX cuando se instalaron compuertas en las *gòles* para regular de forma más precisa y segura la entrada y salida de las aguas. Los intentos de abrir un nuevo exutorio no culminarían hasta la posguerra con la gola del Pujol (C. Sanchis, s/f: 34-35). La eliminación del superávit hídrico tuvo, pues, una vertiente de gran hidráulica que no pudo resolverse satisfactoriamente hasta el siglo XX. Pero paralelamente hubo soluciones de drenaje a pequeña escala por parte de los cultivadores individuales, que veremos en el siguiente apartado.

2. La regulación del agua en los campos de arroz

El arroz se desarrollaba en un medio acuático creado por los cultivadores. Nos encontramos, pues, frente a una transformación paisajística y agraria importante y no ante el simple aprovechamiento de un marco físico dado. Éste fue alterado por las prácticas agrícolas, que al fin y a la postre son las que «crearon» los arrozales. Por otra parte, el cultivo del arroz exigía unas técnicas de riego diferentes y más complejas que las utilizadas en la huerta, al tiempo que tenía un consumo acuifero superior al de cualquier otro cultivo. A diferencia de los riegos intermitentes en los cultivos de huerta, los arrozales debían permanecer encharcados la mayor parte del ciclo de cultivo, aunque el nivel del agua fuera distinto en cada momento de ese ciclo. Por otra parte, en el contexto que nos ocupa, las decisiones sobre el momento en que se inundaban o vaciaban las parcelas se tomaban conjunta y coordinadamente, de tal modo que todos los agricultores de una misma zona debían realizar y terminar al mismo tiempo las tareas de preparación de los campos. Esto no se refiere solamente a partidas regadas por un sistema común de acequias, sino a la unidad técnica de riego arrocerá que con una sola entrada de agua podía contener distintas parcelas con diferentes propietarios.

Una vez el agua abandonaba los grandes canales penetraba en el laberíntico entramado de las pequeñas acequias. En este ámbito, la organización del riego pertenecía al agricultor, el cual se valía de técnicas tradicionales para ordenar la compleja distribución y uso del agua. Los múltiples conflictos que suscitaban las pequeñas variaciones que los agri-

⁷ Sobre el drenaje en el Mediterráneo español, LÓPEZ GÓMEZ, A., 1990; LEMEUNIER, G., 1997.

⁸ Siendo cada vez más limitadas las posibilidades de convertir secanos en regadío, la conquista de tierras a la Albufera cobró una gran importancia durante la Edad Moderna: las casi 14.000 ha de superficie del lago en 1579 se habían convertido en 5.000 en 1877 (BURRIEL, E. L., 1971, p. 467).

⁹ La cuestión enfrentó permanentemente a agricultores y pescadores: mientras para los primeros era necesario abrir los desagües para dejar en seco las tierras cultivables, esta apertura perjudicaba a los segundos porque facilitaba la salida de los peces al mar. Véase MATOSES, R., 1987.

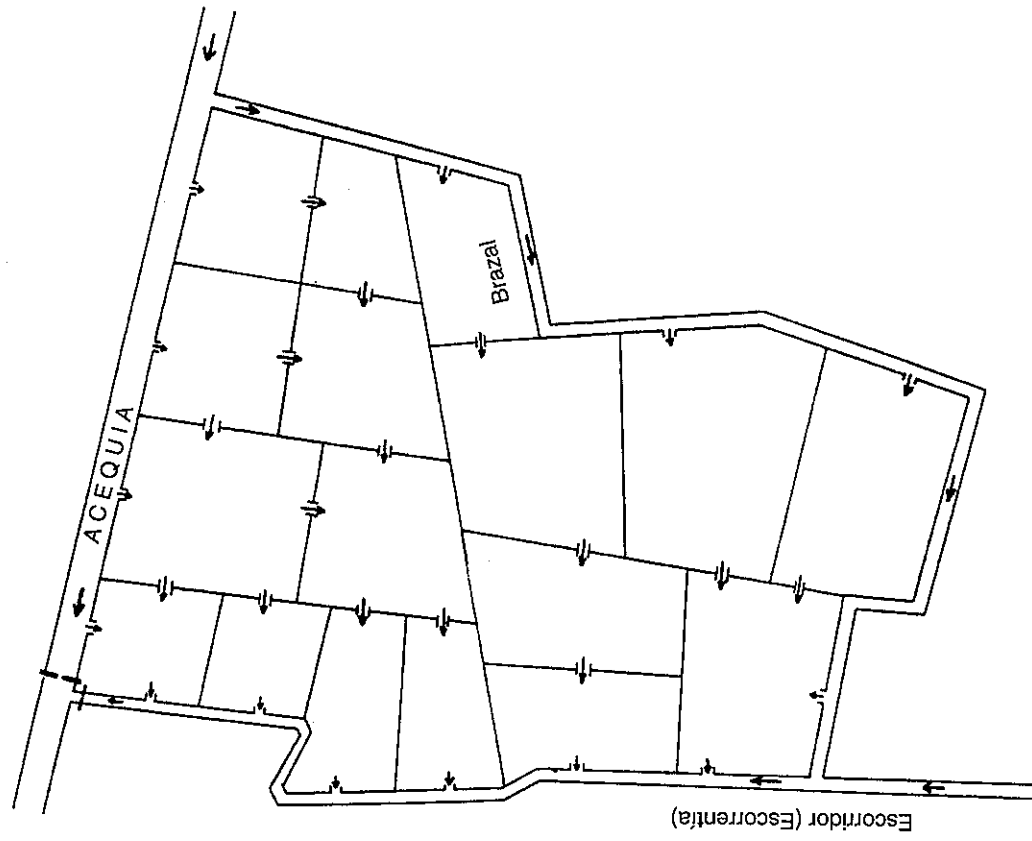
cultores introducían en sus campos o en los usos del agua eran resueltos por los prácticos de los pueblos. Asistimos en cuanto al regadío a una realidad dicotómica, la general regida por técnicos formados en establecimientos de educación superior y la particular regulada por las prácticas tradicionales.

En los sistemas de regadío, el control del agua que circula por los canales y acequias es compartido, así como también la explotación y conservación de estas infraestructuras. Ello confiere el carácter comunal que tienen todas estas agriculturas. Sin embargo, había una diferencia importante entre el riego de la huerta y el de los arrozales: mientras en la primera cada agricultor tenía el absoluto control del agua dentro de su explotación —se trataba, pues, de una operación individual—, en el caso de los arrozales, este control era compartido entre varios propietarios. Si el riego de una parcela de huerta no repercutía sobre las vecinas, cualquier acción en el riego de un campo de arroz tenía implicaciones para los lindantes.

Podemos decir, pues, que en los arrozales la unidad técnica de riego no era la parcela, sino una extensión variable que podía contener varias parcelas que se inundaban o vaciaban de forma simultánea, como puede verse en el plano 13.1. Los propietarios, individualmente, no tenían capacidad total de decidir sobre estas operaciones y, al mismo tiempo, la circulación del agua se hacía en ocasiones de una parcela a otra (una misma abertura en la acequia proveía de agua a varias explotaciones) por lo que los propietarios tampoco podían intervenir unilateralmente sobre el flujo del agua a riesgo de perjudicar a otros. Esto suponía una adaptación técnica a los condicionamientos físicos y a las características del cultivo del arroz. La estacionalidad del cultivo, con una fuerte demanda de agua, sólo podía afrontarse mediante la toma en común de decisiones, obligada y facilitada por el diseño de la unidad técnica de riego. Al mismo tiempo, el encharcamiento común permitía regular adecuadamente los niveles de agua evitando usos excesivos por parte de los cultivadores y reduciendo, por tanto, el conflicto. En estas condiciones, para asegurar la circulación eficaz los dueños debían cumplir escrupulosamente las reglas del riego puesto que su no observancia tenía repercusiones más allá de la propia explotación. Todo ello era más necesario si tenemos en cuenta que el agua inundada no debía permanecer estancada, sino con una ligera corriente¹⁰, lo cual obligaba a todos los propietarios implicados a mantener las condiciones adecuadas para este flujo.

¹⁰ «[...] Se cuidará de que toda el agua del campo inundado se renueve lenta pero continuamente; esto es muy importante en los suelos salinos, en que el establecimiento de los desagües en un extremo del campo y no en todo él da lugar a que el agua cargada de la sal disuelta se concentre en los puntos en que el líquido se halla en reposo y perjudique la vegetación», FONT DE MORA, R., 1939, p. 131.

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE VARIAS UNIDADES TÉCNICAS DE RIEGO



Fuente: S. Schacht, 1971, p. 45.

Lógicamente, en una práctica de cultivo con tal nivel de interdependencias los problemas entre los propietarios eran numerosos y permanentes. Las más de las veces se traducían en denuncias que los perjudicados presentaban por modificaciones en los campos realizadas por los acusados y que repercutían en los propios. La apertura de una nueva y simple *boquera*

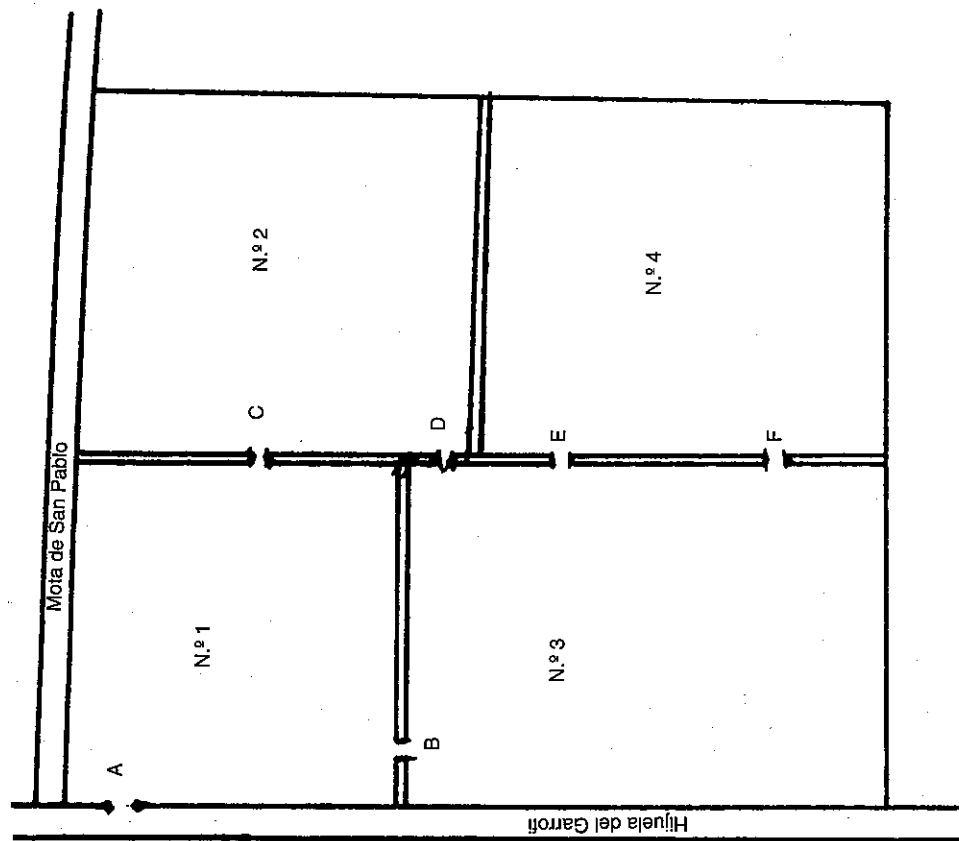
(actuación prohibida por las ordenanzas) mejoraba el riego para unos y causaba daños a otros, puesto que se alteraba la nivelación entre las parcelas. La altura del agua podía variarse con tanta facilidad que las *boqueras* debían tener una anchura y profundidad determinadas; y los suelos de los campos debían estar nivelados y presentar unas diferencias de altura entre ellos que permitiera circular libre y adecuadamente el agua; con ello, se facilitaba el desagüe sin inundar dañinamente los campos vecinos. Si el uso del agua era, en último extremo, individual, los propietarios compartían un mismo caudal, que era reutilizado al circular por varias parcelas¹¹.

Tenemos en el plano 13.2 un ejemplo concreto, entre los muchos que pueden encontrarse en los archivos, para ejemplificar las características de esta interdependencia entre agricultores, así como la complejidad del riego en los arrozales. En 1853, en Sueca un propietario denunciaba los perjuicios que le ocasionaba la práctica de riego de uno de sus vecinos. Ambos, el denunciante Romualdo Belenguer y el denunciado Joaquín Martínez compartían una unidad técnica de riego que comprendía cuatro parcelas, pertenecientes una al primero y tres al segundo. El agua la recibían desde una acequia pequeña (hijuela) a través de una boquera que se abría a una de las parcelas de Joaquín Martínez quien distribuía el agua entre las suyas y la cedía a Romualdo Belenguer mediante una boquera interior. Este último se quejaba de que su vecino manipulaba dicha abertura de forma que impedía llegar el agua en forma adecuada a sus campos. Esto lo hacía con el fin de obtener el nivel correcto de agua para algunas partes de sus parcelas que estaban más altas que las del denunciante. Nombrada una comisión de expertos por el ayuntamiento e inspeccionadas las tierras, venían a dar con una solución ingeniosa que, sin embargo, acentuaba la toma de decisiones conjunta restando capacidad para el uso unilateral del agua. Cabe destacar también que la solución repercutía solamente en estos dos propietarios y no cambiaba el equilibrio del resto de los agricultores de la zona, puesto que se mantenía una sola boquera de entrada a los campos¹². Miles de pequeños problemas como éste, con sus correspondientes ajustes y transacciones, constituían la práctica cotidiana del riego. A través

¹¹ Véase un ejemplo de estas interdependencias en Archivo Municipal de Sueca (en adelante AMS), caja SP 24-24bis, «Expediente de Juan Llombart. 1894».

¹² AMS, *Obras, seques y regos y escorrentias*, S.P. 13-14, «Expediente a instancias de Romualdo Belenguer sobre división de aguas en su campo partida del Basals, 1853»: «Las partes del campo o sea Casells vulgarmente llamados nº 1, 2 y 4 son de la propiedad del Martínez y el nº 3 del exponente. La boquera designada con la letra A es la principal que toma el agua de la hijuela del Garrofi, y pasando toda por el casell nº 1 se divide por las boqueras B y C y el agua que por esta recibe el Casell nº 2 entra por la boquera D al casell nº 3 o sea el de Belenguer, de modo que este ha de recibir las aguas por las boqueras B y D y pasando toda por las boqueras E y F entra en el casell nº 4, cuidándose de tener bien separado el margen mediero de los casells nº 2 y 4, para que las aguas no tengan otro curso que el demarcado; evitándose así las cuestiones consiguientes sin que cada uno tenga las boqueras a su alvedrio [sic] y se obtendrá la división de las aguas con la igualdad que les corresponde».

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA UNIDAD TÉCNICA DE RIEGO



Fuente: AMS, *Obras, seques y regos y escorrentias*, S.P. 13-14, «Expediente a instancias de Romualdo Belenguer sobre división de aguas en su campo partida del Basals», 1853. Elaboración propia.

de ellos se aseguraba el mantenimiento de la infraestructura en las condiciones adecuadas pero, al mismo tiempo y de forma lenta, se iban modificando algunos de los elementos constitutivos de aquélla, adaptándolos a las necesidades cambiantes; con frecuencia, ante la solicitud de algún propietario y siempre tras la visita de un perito o una comisión, se autorizaban pequeñas alteraciones de los dispositivos de riego.

Una parte de los arrozales se enfrentaba, además, a una problemática particular por estar localizada en las tierras bajas de los lindes de la Albufera. En este caso permanecían inundados la mayor parte del año y la proximidad a la Albufera hacía que su drenaje fuera muy difícil. En muchas ocasiones tampoco se podían desaguar en septiembre para la siega: así, tanto esta operación como las labores de preparación del terreno en febrero-marzo habían de ser realizadas dentro del agua. Durante el siglo XIX fue difícil eliminar este excedente hídrico, que dependía no sólo de la altura de las aguas del lago, sino también de los aportes de los numerosos cursos de agua que confluían en aquél. Además, el exceso de agua podía agravar la situación, en una época en que la salida de la Albufera al mar no contaba con compuertas sólidas, por lo que en los días de temporal penetraba el agua salada en el lago; si ello sucedía en época de cultivo, el peligro para el arroz era grande. Aunque el uso del agua en las proximidades de la Albufera exigía un correcto funcionamiento del ciclo hidráulico del lago, que estaba lejos de alcanzarse en el siglo XIX, como hemos visto más arriba, cabían intervenciones localizadas que ayudaban a un mejor desagüe, sobre todo en lo que respecta a la costosa limpieza de los canales de drenaje de la Albufera¹³. Además, los propietarios individuales desarrollaron medios de drenar sus parcelas utilizando norias instaladas junto a los canales de esorrentía, a las que se añadían, con el tiempo, bombas accionadas con máquinas de vapor.

A excepción de estos limitados medios mecánicos, la circulación del agua en los arrozales se hacía por gravedad. Las parcelas se disponían escalonadamente, mediando entre ellas una imperceptible pendiente que permitía la lenta circulación del agua. Limitados entre las acequias y la Albufera, los campos debían poder captar eficientemente el agua, mantener el nivel adecuado en las tierras, poder desaguar cuando se considerara oportuno e impedir la entrada de agua desde el lago. Para eso, la adecuada disposición de las tierras era el único instrumento. El problema primordial del regadío —cómo impulsar la circulación del agua— se resolvía con el diseño adecuado del parcelario. En este sentido, la preparación del terreno para hacer posible el riego en buenas condiciones incluía también la construcción de márgenes sólidos, la corrección del grado de inclina-

ción que la propia acción del agua tendía a modificar continuamente, la limpieza de los canales, etc. (Danvila, 1853: 22-23). Con posterioridad se precisaba una supervisión para evitar las fugas de agua y la desecación del campo. El modo de realizar este conjunto de labores influía también sobre la cantidad de agua consumida, de ahí que las autoridades de las acequias extremaran el rigor en su cumplimiento durante las épocas de escasez. La configuración del suelo y de los dispositivos incorporados a él para posibilitar el riego era, pues, fundamental para la existencia de los arrozales.

El manejo del agua que los agricultores realizaban muestra que las funciones del riego eran múltiples. Dejando de lado el uso de los canales como vía de transporte de plántulas y cosechas, así como la aplicación a la molinería del arroz, nos centraremos, por las características de nuestro estudio, en las que se refieren a la producción. Desde luego, la primera y la más vinculada al riego era contribuir al balance hídrico del suelo para mantener su fertilidad. En este sentido, la inundación permanente de los arrozales había mostrado empíricamente desde el siglo XVIII su superioridad, en cuanto a los rendimientos, respecto al cultivo «a riegos» propugnado reiteradamente por los agrónomos¹⁴.

Pero existían otras funciones del riego. La planta del arroz necesita para su crecimiento de unas determinadas temperaturas en el agua y en el suelo, que pueden graduarse variando el nivel del agua. Esto era muy importante en los planteles, puesto que además de regular su crecimiento los protegía del viento y las aves. Su cultivo se iniciaba en marzo, después de haberse preparado la tierra para semillero, y el transplante se realizaba durante los meses de mayo y junio (Mateu Tortosa, 1996). Durante este tiempo que comprende la primavera, las oscilaciones de temperatura y de pluviosidad suelen ser grandes. El agricultor contribuía a mantener artificialmente la temperatura del medio (agua y suelo) mediante la graduación diaria del nivel del agua, para equilibrar las temperaturas diurnas y nocturnas¹⁵. Con la manipulación del nivel del agua se adelantaba o retrasaba el crecimiento del plantel y se ajustaba al momento de su transplante a los arrozales.

El manejo del agua permitía también eliminar las malas hierbas que dificultaban el crecimiento del arroz. Al menos tres veces se procedía a desaguar los campos a lo largo del ciclo de cultivo, a mediados de mayo, junio y julio. Durante la operación, la tierra permanecía un número variable de días (que se reducía conforme avanzaba el verano) sin agua y así se conseguía que las hierbas competidoras —*borró* o *asprella*— se secaran.

¹⁴ MATEU TORTOSA, E., 1987, pp. 64 y ss. Abundantes referencias a los intentos de adaptación de la nueva técnica, en ÁLVAREZ GUERRA, J., 1840, pp. 31 y ss.

¹⁵ «[...] Se disminuye el agua principalmente por la noche, en que sólo se deja una lámina de unos 2 o 3 cm. que aumenta otra vez durante el día», FUSTER, P., 1918, p. 264.

¹³ Durante el primer tercio del siglo XIX, con los cambios institucionales que afectaron a la administración del lago (que formaba parte del Patrimonio Real), los problemas en este sentido fueron frecuentes: «[...] después que sin culpa de los enfiteutas se ha ensuciado la Albufera de cieno, cañas y otras matas, se han visto precisados los cultivadores a costear y mantener acequias largas, anchas y profundas (que es lo que se llama desagüe particular de las fronteras) para llevar el agua de los campos al estanque grande o primer cuerpo del lago, o a los conductos de desagüe general; de cuyo exorbitante coste podía formarse alguna idea considerando que los cultivadores se han impuesto por precisión un deber de limpiar cerca de una legua de distancia, en cada una de sus acequias de desagüe particular, dos veces al mes, desde que se principian a preparar las tierras de los límites para sembrar los arrozces, hasta que la cosecha está levantada en su totalidad [...]», INDICACIONES, 1821, pp. 7-8.

El manejo del agua fue, pues, durante siglos un eficaz herbicida, sin llevar aparejados los efectos negativos sobre la naturaleza que éstos producen.

Finalmente, el riego era utilizado como corrector del suelo en varios sentidos. Durante el otoño, una vez recolectado el arroz y cuando el riego era innecesario, los campos de determinados parajes volvían a inundarse. Para ello se cerraban las compuertas de desagüe de la Albufera al mar, el agua subía de nivel e invadía los arrozales. Ello permitía lavar las tierras y eliminar el *salitre* o *salobre* que era muy perjudicial para la cosecha. Con esta operación se regulaba, pues, el balance de sales¹⁶, completando así los otros tres balances de nutrientes, agua y materia orgánica. Por otra parte, el agua fue utilizada para acondicionar parcelas de suelos porosos que no la retenían: riegos continuados durante varios años, acompañados de determinadas labores, permitían impermeabilizar la capa cultivable¹⁷. Incluso el riego podía ser útil para elevar el nivel del suelo mediante la sedimentación de la materia en suspensión en el agua: las inundaciones otoñales no respondían solamente al deseo de lavar los campos, sino que tenían también como objetivo el depositar en ellos los limos acarreados tras los aguaceros de esos meses¹⁸. En definitiva, este conjunto de funciones permitía la mejora de suelos que habían sido pantanosos y se habían transformado recientemente: la propia acción del agua, ahora bajo el control humano, contribuía a crear las condiciones para el uso del regadío.

Conclusiones

Hemos tratado de mostrar en las páginas precedentes cómo la expansión del cultivo arrocerero implicaba un conjunto de intervenciones sobre el ciclo hidráulico de una amplia zona. A escala del conjunto del bajo valle del Xúquer, el desarrollo histórico del regadío aprovechó la disponibilidad de recursos hídricos importantes, aunque limitados, por razones climáti-

¹⁶ «[...] Las tierras pantanosas naturalmente [...] cuando se secan dan tanto salitre, que es necesario lavarlas con agua continua y volverlas a encharcar» (DANVILA, F., 1853, p. 51). La media de sales contenida por las aguas del río Xúquer en la actualidad, calculada por GASCÓ, J. M. (1996, p. 44), es de 2.200 mg/l, muy superior a la media de los ríos españoles que estaría en 730 mg/l. El uso del agua con este fin ha continuado hasta tiempos recientes: ZARAGOZA, M., 1982, p. 23.

¹⁷ «[...] Se les ve labrar la tierra dentro de la columna de agua encharcada sin otro objeto que el de lograr se esponjen los gazonos de la capa que ha de alimentar a la planta, y que al removerlos bajen al fondo las partículas pesadas de la tierra, dejándola purgada de ellas y formando en el suelo adonde no llega la reja del arado una capa de limo que llega a hacerse impermeable y evita las filtraciones, disminuyendo notablemente el gasto de agua que sin esto les resultaría», SANCHE, A. y S. MONTEÓN, 1860, p. 10.

¹⁸ Un propietario de Silla solicitaba en 1855 una dotación especial de agua fuera de la época de riego con el siguiente argumento: «[...] deseando beneficiar el terreno para lo cual se necesita echar algunas capas de tierra lo que se logra en el invierno cuando las aguas son sobrantes dejándolas discutir por el citado campo y así dejan el depósito que por los aguaceros viene mezclado con ellas», Archivo de la Acequia Real del Júcar, leg. 13.

cas: el propio río y el lago de la Albufera. Pero ello sólo fue posible a través de una profunda modificación de la circulación del agua. La intervención más importante fue, sin duda, la canalización del caudal del Xúquer. Por razones técnicas y sociales que no podemos abordar aquí, esta canalización se llevó a cabo no de forma centralizada, sino a partir de un conjunto de acequias independientes entre sí, lo que, si bien se adaptaba al nivel tecnológico de la época al disminuir el tamaño de las infraestructuras necesarias, hacía más compleja la coordinación del balance global. Pese a todo, éste se llevó cabo durante siglos a través de una combinación cambiante de conflictos y acuerdos. En este nivel de regulación fue necesario el concurso ocasional de los saberes científicos para el diseño y la construcción de algunas de las obras de canalización.

El avance de la superficie arrocerera implicó que el consumo acuifero se incrementase en mayor medida que si se hubiera tratado de otros cultivos. Ello obligó, desde finales del siglo XVIII, a una ampliación notable de las infraestructuras de riego, lo cual, a su vez, generó problemas técnicos y de coordinación. Conforme crecía la escala del sistema de riegos, los regantes organizados debían resolver dificultades nuevas que provenían de que, en realidad, la modificación a que era sometido el medio físico se hacía cada vez mayor y más compleja. Por ello, la infraestructura se fue adaptando a condiciones distintas no sin conflictos ni rupturas y, al final del período estudiado, los sistemas de riego de la zona adquirieron una entidad notable y prácticamente llegaron a un límite en su desarrollo que sólo podría ser franqueado en el siglo XX con la construcción de embalses y la regulación en el ámbito de la cuenca hidrográfica.

Pero si por un lado todos estos medios iban destinados a corregir la aridez, por otro, en determinados puntos cercanos al mar y a la Albufera, hubo que hacer frente al problema opuesto: el exceso de agua en zonas pantanosas. Aquí se combinaron diversos medios, desde la actuación sobre los mecanismos de desagüe de la Albufera, hasta la acción individual de los agricultores en el drenaje de sus propias parcelas. Riego y drenaje fueron, pues, dos modificaciones del medio que se combinaron para hacer posible el cultivo. La creación del entorno acuático que permitía el cultivo arrocerero no significaba extender las zonas pantanosas, ya abundantes en los límites de la Albufera, sino la formación de un medio especial: se trataba de «hacer» un arrozal.

Pero a escala de las explotaciones agrícolas concretas, el manejo del agua a cargo de los cultivadores requirió unas actuaciones que, en este caso, se basaban en los conocimientos prácticos acumulados por la tradición. En principio, la forma de organizar la distribución y la circulación del agua tenía una fuerte impronta colectiva. Por ello, la capacidad de decisión de los cultivadores era limitada y, al mismo tiempo, las obligaciones impuestas sobre los mismos por parte de la colectividad eran conside-

rables. La circulación correcta del agua dependía de la actuación del conjunto de los agricultores y, en este punto, la interdependencia era absoluta. Una vez el agua dentro de la parcela, las técnicas aplicadas tenían ya un carácter más individual. Pero lo más resaltable es que tales técnicas implicaban que el agua no tenía tan sólo la función fertilizadora que se consideraba habitualmente: otros fines del cultivo, entre los que se encontraba el propio modelado del suelo para posibilitar el riego, formaban parte también del manejo del líquido elemento.

El marco físico valenciano, aun conteniendo características que propiciaban el establecimiento de arrozales, tuvo que ser modificado (suelos y agua) y adaptado al cultivo en virtud de unas prácticas agrarias centenarias y de los nuevos conocimientos ingenieriles del siglo XIX. Los terrenos, tanto de huerta como pantanosos, fueron modificados y creado un entorno agrícola y paisajístico deudor del trabajo continuado de los agricultores. Tal como ha planteado Bevilacqua (1990: 111), si la alteración de las condiciones iniciales del medio físico para conseguir el aprovechamiento del agua suponía obras e inversiones costosas, era necesario todavía un ulterior y permanente esfuerzo técnico para conservar esa «naturalidad artificial» que proporcionaba los elevados rendimientos.

Bibliografía

- ÁLVAREZ GUERRA, J. (1840), *Cultivo del arroz anegado y de secano o de monte*, Madrid: Imp. M. de Burgos.
- APUNTES (1860), *Apuntes breves y sencillos en impugnación de la larga memoria de D. Juan Bautista Peyronet sobre su proyectado canal del Júcar para la provincia de Alicante*, Valencia: Imp. J. M. Ayoldi.
- ATLAS (1993), *Atlas nacional de España*, vol. II.10, *Hidrología*, Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- BALLESTER BROSETA, M. (1877), *Acequia Real del Júcar. Reflexiones sobre la escasez de aguas en dicho canal y rápida ojeada sobre el Júcar*, Valencia: Imp. José Domenech.
- BELLVER MUSTIELES, J. (1933), *Esbozo de la futura economía valenciana*, Valencia: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación.
- BEVILACQUA, Piero (1990), «Economía d'acqua ed equilibri d'ambiente in Italia», en A. Caracciolo y G. Bonacchi (eds.), *Il declino degli elementi. Ambiente naturale e rigenerazione delle risorse nell'Europa moderna*, Bolonia: Il Mulino, pp. 99-137.
- BURRIEL DE ORUETA, E. L. (1971), *La huerta de Valencia. Zona sur. Estudio de geografía agraria*, Valencia: Alfons el Magnànim.
- CALATAYUD GINER, S. (1986), «Agricultura y capitalismo. El desarrollo agrario valenciano durante la segunda mitad del siglo XIX: la Ribera del Xúquer», Valencia: Facultad de Geografía e Historia, tesis doctoral.

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. 47-91.

CALATAYUD GINER, S. y A. FURIÓ (1992), «El sistema de riegos en Sueca y la constitución de la Comunidad de regantes (ss. XIII-XX)», en VVAA, *Historia y constitución de las comunidades de regantes de las Riberas del Júcar (Valencia)*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 297-339.

DANVILA y COLLADO, F. (1853), *Memoria sobre el cultivo del arroz en el Reino de Valencia*, Valencia.

FONT DE MORA, R. (1939), *El arroz. Su cultivo, molinería y comercio*, Barcelona.

FUSTER, P. (1918), *Elementos de agricultura*, Valencia: Tip. Moderna.

GASCÓ MONTES, J. M.^a (1996), «Problemas y prácticas diferenciadas del control de la fertilidad en distintas zonas edafoclimáticas», en R. Garrabou y J. M. Naredo (eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid: Fundación Argentina, pp. 35-60.

INDICACIONES (1821), *Indicaciones para fomentar el cultivo de la Albufera de Valencia*, Valencia: Imp. Muñoz y Cía.

LEMEUNIER, Guy (1997), «Drenaje y crecimiento agrícola en la España mediterránea (1500-1800)», *Áreas. Revista de Ciencias Sociales*, 17, pp. 31-41.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1990), «La evolución del cultivo hortícola en los marjales de la costa valenciana», en *Estudios sobre regadíos valencianos*, Valencia: Universidad, pp. 27-82.

MATEU BELLÉS, J. F. (1989), «Assuts y vores fluvials regades al País Valencià medieval», en *Los paisajes del agua. Libro jubilar dedicado al profesor Antonio López Gómez*, Valencia: Universidad de Valencia y Universidad de Alicante, pp. 165-185.

MATEU BELLÉS, J. F. (1991), «Cambios seculares de la agradación aluvial y de la meandrización en la Ribera Alta del Xúquer», *Cuadernos de Geografía*, 50, pp. 147-169.

MATEU TORTOSA, E. (1987), *Arroz y paludismo. Riqueza y conflictos en la sociedad valenciana del siglo XVIII*, Valencia: Alfons el Magnànim.

MATEU TORTOSA, E. (1996), «La elección de las técnicas de abonado en el cultivo del arroz en Valencia (1840-1930)», en R. Garrabou y J. M. Naredo (eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid: Fundación Argentina y Visor Dis., pp. 255-272.

MATEU TORTOSA, E. y S. CALATAYUD (1997), «Control del agua y conflictividad social en la expansión del regadío: la acequia real del Júcar, 1840-1900», *Áreas. Revista de Ciencias Sociales*, 17, pp. 61-76.

- MATOSÉS, Rafael (1987), «Bases del modern sistema de reg a Sueca: les provatures i les realitzacions del segle XVIII», *Quaderns de Sueca*, IX, pp. 25-38.
- MOMBLANCH GONZÁLEZ, F. de P. (1960), *Historia de la Albufera de Valencia*, Valencia: Ayuntamiento.
- ORDENANZAS (1924), *Ordenanzas y reglamentos del Sindicato y Jurados de Riegos de la Comunidad de Regantes de la ciudad de Sueca*, Sueca: Imp. Moderna.
- PÉREZ CUEVA, A. J. (1994), *Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1993)*, Valencia: Generalitat Valenciana.
- PÉREZ PICAZO, M.^a T. (1997), «Cambio institucional y cambio agrario. La gestión del agua en los regadíos del Segura, s. XIX y XX», *Áreas. Revista de Ciencias Sociales*, 17, pp. 91-108.
- PERIS ALBENTOSA, T. (1992), «Toponimia y tecnología hidráulica en la Acequia Real de Alzira o del Xúquer», *Al-Gezira*, 7, pp. 113-211.
- ROSSELLÓ VERGER, V. M. (1995), *Geografia del País Valencià*, Valencia: Alfons el Magnànim.
- SANCHIS IBOR, C. (s/f), «El regadiu de la Ribera Baixa y el canvi ambiental a l'Albufera», Valencia: Facultat de Geografia i Història, tesis de licenciatura inédita.
- SANCHO, A. y S. MONLEÓN (1860), *Dictamen facultativo sobre el proyecto formado por D. Juan Bautista Peyronet para canalizar el río Júcar y poder fertilizar la provincia de Alicante*, Valencia: Imp. J. M. Ayoldi.
- SCHACHT, S. (1971), *Drei Ausgewählte Reisbaulandschaften im Westlichen Mittelmeergebiet. Küstenhof von Valencia, Sadobecken, Camargue*, Weisbaden: F. Steiner Verlag.
- ZARAGOZA PÉREZ, M. (1982), *El cultiu tradicional de l'arròs a Silla (Albufera de Valencia)*, Valencia: Universitat y Ajuntament de Silla.

CAPÍTULO 14

EL AGUA COMO FACTOR LIMITANTE DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN ANDALUCÍA ORIENTAL. LA VEGA DE GRANADA, SIGLOS XIX Y XX

José Carlos Ávila Cano
Instituto de Sociología y Estudios Campesinos
de la Universidad de Córdoba
Manuel González de Molina Navarro
Universidad de Granada

Al margen de los objetivos generales que inspiran este libro y que han sido ya expuestos en la introducción, este trabajo pretende añadir algunos de carácter complementario: por un lado, queremos resaltar la importancia que a lo largo de los últimos doscientos cincuenta años tuvo la disponibilidad de agua a la hora de explicar la evolución de los cultivos, orientados al mercado casi desde el principio; y por otro, mostrar el impacto que el crecimiento económico, como modelo de desarrollo dominante tanto en la práctica de los políticos como en la mente de los teóricos, ha tenido y tiene sobre el medio ambiente.

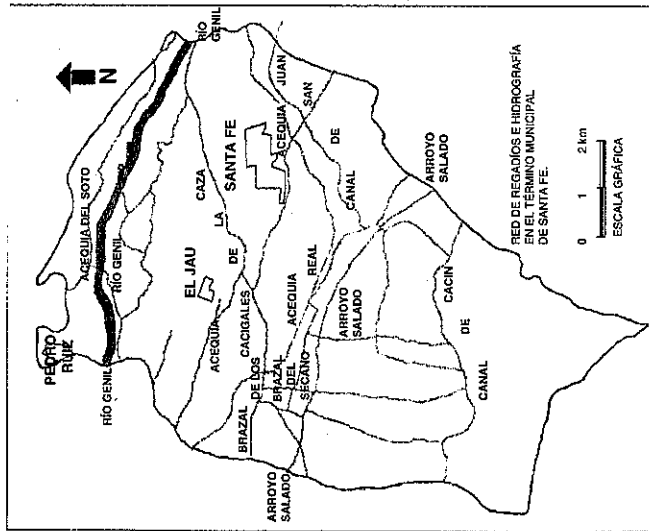
La primera de las hipótesis que hemos pretendido verificar mantiene que la evolución de los cultivos propios de un agroecosistema mediterráneo semiárido como el que estudiamos —muy representativo de nuestro país— estuvo marcada por la posibilidad de superar los dos factores limitantes característicos, el agua y los nutrientes, de tal manera que el ritmo de dicha evolución estuvo determinado de manera integrada tanto por las demandas efectivas del mercado como por las soluciones tecnológicas dadas en cada momento a tales limitaciones ambientales. Hasta tanto el mercado no se convirtió en una forma eficaz de romper el aislamiento de la mayoría de los sistemas agrarios y la circularidad de los flujos de energía y materiales, la distribución y tipo de cultivos estuvo estrechamente relacionada tanto con las posibilidades del medio como por las necesidades alimentarias de la población y los requerimientos de un mercado de productos muy modesto, de ámbito a lo sumo comarcal.

El establecimiento del mercado y de la propiedad privada como instituciones dominantes, hizo posible que la producción se orientara por la evolu-

ción de los precios relativos. Sin embargo, la respuesta ante los requerimientos del mercado no fue inmediata, tal y como ha supuesto la historiografía convencional. La respuesta siguió dependiendo del momento y la manera en que la falta de agua y de nutrientes pudo ser paliada o superada. Tales limitantes fueron *localmente* modificados con innovaciones tecnológicas, cuyo ritmo de implantación estableció un abanico a veces muy estrecho de posibilidades con que responder a las demandas del mercado. Desde esta perspectiva se explica con relativa facilidad que el crecimiento agrario fuese, hasta la crisis finisecular al menos, modesto y en algunos momentos incluso inexistente, ya que con la tecnología disponible resultaba muy difícil vencer las limitaciones citadas. Se pudo reanudar el crecimiento e incluso adquirió mayor celeridad y amplitud cuando fue posible importar dotaciones suficientes de energía y materiales externos o utilizar de manera más eficiente —a través de innovaciones tecnológicas— las fuentes propias.

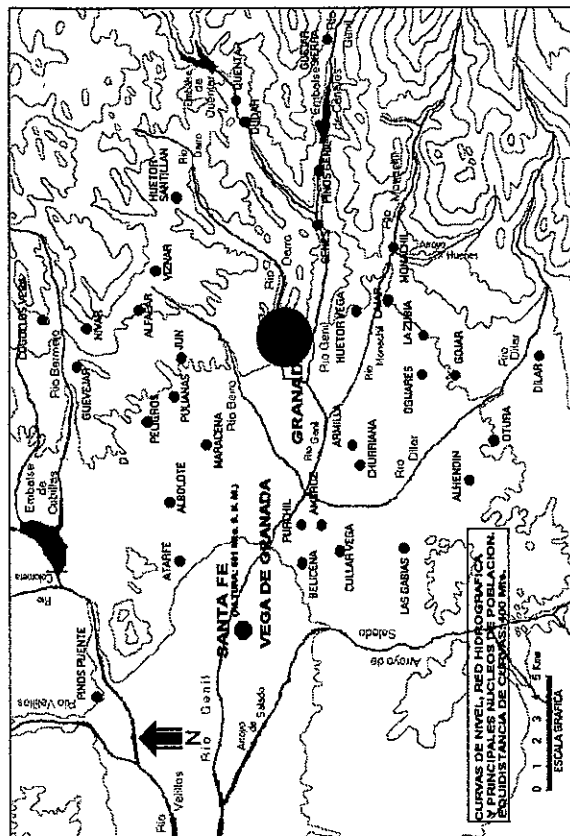
La situación actual, sin embargo, está demostrando que el crecimiento económico no se puede mantener de manera indefinida si no es a costa de un grave deterioro de los recursos naturales y de las funciones ambientales del agroecosistema de la zona. Dicho de manera más clara, nuevos incrementos de la producción y de los rendimientos chocan frontalmente con las disponibilidades limitadas de agua y con la capacidad del agroecosistema para reciclar la contaminación química que está generando el uso intensivo de fertilizantes y fitosanitarios, al menos al nivel de eficiencia en el uso de los recursos que hoy conocemos. El análisis histórico que hemos realizado pretende ilustrar precisamente sobre el impacto que la implementación de un modelo de desarrollo económico dominante, el crecimiento agrario —caracterizado por el incremento constante de la base física de la producción y del consumo y por la ignorancia de las limitaciones ambientales—, ha tenido sobre los agroecosistemas semirídos del sur peninsular. Para ello hemos utilizado una metodología que luego explicaremos pero que requiere forzosamente un análisis y unos datos que sólo un estudio de caso muy concreto puede proporcionar. Para ello hemos utilizado Santa Fe, un municipio enclavado en la Vega de Granada de poco más de tres mil hectáreas, que ya nos sirvió para realizar una investigación anterior sobre fertilización tradicional; ello nos ha permitido también establecer cierta línea de continuidad con los resultados de la investigación anterior (González de Molina y Pouliquen, 1996). La privilegiada situación del lugar elegido, en una de las zonas de regadío tradicional y con la presencia histórica del secano y del riego juntos, nos ha permitido estudiar la evolución en un período muy largo de tiempo y captar la significación de los cambios habidos desde la implantación del régimen liberal y de la economía de mercado. Las condiciones edafoclimáticas que a continuación se detallan permiten, además, extraer conclusiones que, con las debidas precauciones, pueden ser generalizables a la mayoría de los agroecosistemas del sur semiárido español.

Gráfico 14.1



Fuente: Mapa Topográfico Militar. E: 1:50.000.

Gráfico 14.2



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14.3

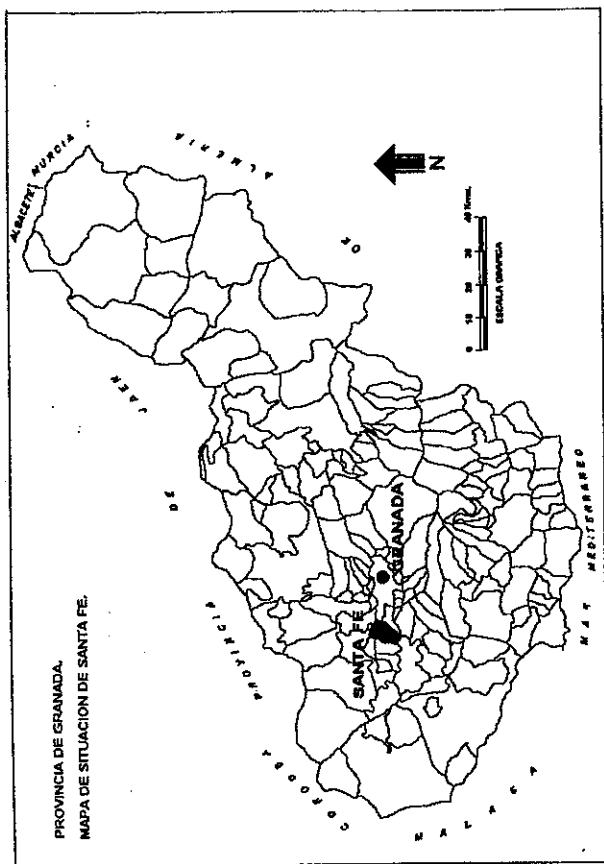
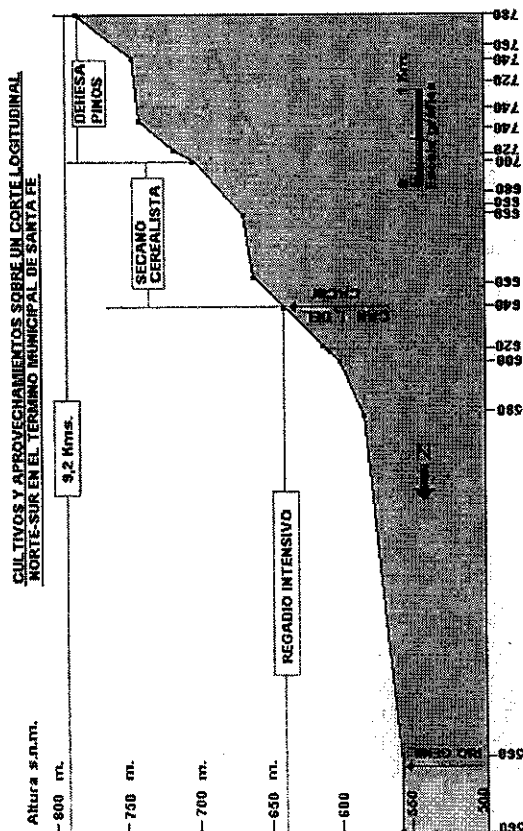


Gráfico 14.4



Fuente: Elaboración propia.

1. Marco físico

1.1. Relieve

Para la descripción de la zona de estudio nos guiaremos por los trabajos llevados a cabo en la Universidad de Granada dentro del proyecto LUCDEME. Dicha descripción está encuadrada, desde el punto de vista cartográfico, en la hoja 1009 (19-41) 1:50.000 (Simón *et al.* 1995). La zona de estudio corresponde a lo comúnmente denominado «Vega de Granada», que comprende los terrenos aluviales de la vega del río Genil, situados al poniente de la capital granadina. Geológicamente, la depresión de Granada está circundada por un conjunto de sierras al norte y este, elevándose el terreno lento y progresivamente mediante formas en general suaves. Las alturas de dichas sierras son moderadas, con una altitud media de 900 m; las más destacadas son: al noroeste, la sierra de Moclín (máx. 1.307 m), al noreste, la sierra Arana (máx. 1.741 m), y al este un conjunto formado por la sierra de Alfacar y Viznar (máx. 1.606 m), la de la Yedra (máx. 1.486 m) y la sierra de Cogollos (máx. 1.663 m). Fuera de la hoja cartográfica, la vega está delimitada al sur por las estribaciones de la parte occidental del macizo de Sierra Nevada.

Desde la sierra de Moclín hacia el este, se pasa progresivamente por un paisaje colinado disectado por las vegas de los ríos Frailes, Colomera y Cubillas; hacia el sur, hacia la vega, se descende igualmente por un relieve progresivo ondulado. En la zona este, dominada por la sierra Arana, encontramos pendientes escarpadas que enlazan con importantes piedemontes y glaciares muy influenciados por la red del río Cubillas. En el relieve configurado destacan los barrancos encajados que han dejado relieves de pendientes convexas. Hacia el sur se suceden la sierra de Cogollos, con un extenso glacis cruzado por numerosos arroyos y que acaba en el embalse del Cubillas; la sierra de la Yedra, con pendientes elevadas en sus laderas y cumbrones de morfologías suaves, y la sierra de Alfacar y Viznar, con laderas abruptas junto a zonas de relieves más suaves y de la que nacen numerosas surgencias. Desarrollada sobre la llanura aluvial del río Genil se extiende la vega de Granada, de gran simplicidad morfológica, caracterizada por una topografía suave y sencilla cortada en su centro por el cauce del río. La altitud en Santa Fe es de 582 m.

1.2. Geología

Sin ánimo de ser exhaustivos en este punto, comentaremos que la vega de Granada corresponde geológicamente a una depresión formada en el período neógeno bajo ambiente marino. A lo largo del período tortonense

se produce la transgresión marina, continentalizándose la zona. A lo largo del tuoliense superior se van acumulando depósitos aluviales de naturaleza metamórfica y carbonatada. Progresivamente se pasa a materiales fluviales de limos micáceos, arenas y gravas con yeso. La posterior evolución hacia un régimen lacustre endorreico hace que aparezcan depósitos constituidos por bancos carbonatados con alternancias de yesos y lutitas. Del período tuoliense terminal-plioceno se encuentran conglomerados con cantos de gran tamaño y depósitos conglomeráticos con arcillas y limos, en los que aparecen paleosuelos. En el pleistoceno-holoceno se configura la vega de Granada. Al norte de la capital está la Vega Alta, desarrollada como un conjunto de sedimentos aluviales de canal, con gran desarrollo de llanura de inundación (arcillas rojas, gravas y arenas), donde aparecen paleosuelos. Relacionados con el cauce del Genil y sus afluentes se recogen todos aquellos materiales ligados al funcionamiento actual o subactual de la red fluvial. Como formación aluvial importante está la denominada Vega Baja, al oeste de Granada, en la que se diferencian hasta tres niveles de terrazas.

2. Caracterización edafoclimática

2.1. Características de los suelos

Según el estudio del proyecto LUCDEME (Simón *et al.*, 1995), los suelos que encontramos en la vega de Granada corresponden a la unidad taxonómica regosol, según el Sistema FAO de 1988. La mayoría de los suelos son, por tanto, de texturas finas, aunque en profundidad se alternan horizontes de diferente textura. Salvo por esta característica, los horizontes están muy poco diferenciados. Al acercarnos al cauce del Genil aparecen texturas cada vez más gruesas, así como manchas grises y pardo-rojizas, típicas de condiciones de hidromorfía. La no recepción de aportes periódicos y la ausencia de diferenciación morfológica y analítica de los suelos hace que la mayoría se encuadren en la categoría de regosoles calcáricos. Según la clasificación USDA-1990 serían xerorthents típicos. Sin embargo, en el mapa de cultivos y aprovechamientos (MAPA, 1975) la mayoría de los suelos de la vega se clasifican como xerofluvents, al considerarse que sí reciben aportes más o menos periódicos del río Genil. Esto les conferiría unas características más favorables a la agricultura que en el caso de considerarlos xerorthents, tal y como su profundidad, buena permeabilidad y aireación. El estudio del proyecto LUCDEME finaliza la descripción de los suelos de esta zona calificándolos como suelos con una elevada disponibilidad de agua útil, una capacidad de cambio relativamente elevada, un grado de saturación del complejo de cambio del 100%, pH neutro o lige-

ramente alcalino y CaCO_3 en todo el perfil, características que hacen a estos suelos muy fértiles, teniendo en cuenta la disponibilidad de agua de riego. Visto lo cual, parece más sensato clasificar ese tipo de suelos como xerofluvents que como xerorthents. En cualquier caso corresponden a entisoles, suelos recientes y poco evolucionados que suelen presentar un perfil tipo A/C más o menos profundo.

Como ejemplo de este tipo de suelos, ofrecemos la analítica textural y química de un suelo correspondiente al área de estudio, concretamente al NE de la localidad de Lachar, situado a una altitud de 515 m, llano, de topografía circundante plana, uso para cultivos de vega y de clase 3 de drenaje:

Horizonte	Prof. cm	% Arena	% Limo	% Arcilla	Textura USDA
Ap	0-15	18,1	48,7	33,2	F. Arc. Lim.
C1	15-40	5,7	57,9	40,8	Arc.Lim.
C2	40-90	10,2	45,5	47,5	Arc.Lim.

Horizonte	% CO	% N	CN	p.p.m.		% de humedad		
				P ₂ O ₅	K ₂ O	%CaCO ₃	33 kPa	1.500 kPa H ₂ O útil
Ap	0,91	0,088	10,3	5,7	3,5	38	28,6	16,3
C1	0,94	0,09	10,4	3,3	2,7	39	29,8	18,2
C2	0,96	0,092	10,3	3,0	1,9	38	29,1	18,0
								72,1

Horizonte	PH(H ₂ O) 1/2	Bases extraíbles (cmol/kg) ¹			Cmol/kg		dS/m	
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CIC	% V	CE
Ap	8,0	sat.	6,6	0,2	0,9	20,2	100	-
C1	8,1	sat.	7,6	0,4	0,7	23,9	100	-
C2	8,0	sat.	7,6	0,4	0,5	21,6	100	-

¹ Tradicionalmente la CIC y las bases extraíbles se han venido expresando en miliequivalentes de cationes (es decir, milimoles de cargas eléctricas positivas) por cada 100 g de suelo, aunque actualmente empieza a utilizarse el centímol de cargas positivas por kg de suelo: 1 cmol/kg suelo = 1 meq/100 g suelo.

Esta analítica muestra un tipo de suelo clasificable como pesado (alto porcentaje de arcillas), pobre en materia orgánica, con una relación C/N correcta, a pesar de la posibilidad de condiciones de hidromorfía a relativamente poca profundidad. Los niveles de fósforo en la capa arable pueden calificarse de bajos a muy bajos, teniendo en cuenta el método analítico utilizado (Olsen), la clase textural y el nivel de exigencia de los cultivos a que se dedica el suelo. Es un suelo con una capacidad de intercambio catiónico alta. Los niveles de potasio intercambiable se califican como excesivos, según los distintos métodos de evaluación consultados (Saña Vilaseca *et al.*, 1996), al igual que el magnesio. La relación K/Mg^{2+} es de 0,13, lo que se acerca a una situación de riesgo de carencia de potasio por interferencia con el magnesio. Los carbonatos tienen una presencia elevada en la CIC, saturando el complejo de cambio con el ión Ca^{2+} . En principio, no podemos evaluar su influencia en la fertilidad al carecer del dato de caliza activa. El sodio no plantea ningún problema de dispersión de arcillas debido a su escasa presencia ($PSI = 1$). Todos estos datos confirman, en líneas generales, las características atribuidas al comienzo de este apartado a los suelos predominantes de la zona, es decir, suelos fértiles y con gran aptitud agronómica.

2.2. Clima

Según la clasificación agroclimática de Papadakis, el área de estudio presenta un clima Mediterráneo templado, con inviernos tipo Avena cálido (Av), veranos tipo Arroz (O) y un régimen de humedad Mediterráneo seco (Me) (MAPA, 1975). Las principales variables climáticas de Santa Fe podemos verlas en el cuadro 14.1. La evapotranspiración potencial se ha calcu-

Cuadro 14.1

PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS SANTA FE (GRANADA)

Datos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	AÑO
Precipitación	45,0	40,0	32,0	38,0	28,0	17,0	5,0	3,0	16,0	39,0	53,0	55,0	369,0
Eto	22,0	28,0	108,0	129,0	195,0	234,0	257,0	242,0	183,0	93,0	33,0	22,0	1.546,0
Tª máxima	10,0	12,6	16,1	18,6	22,2	27,5	32,1	31,2	27,3	20,6	14,9	11,1	20,4
Tª mínima	0,9	2,9	4,1	7,6	11,4	15,9	18,2	16,8	13,7	8,9	5,1	3,2	9,1
Tª media	9,1	9,9	12,2	14,3	17,8	21,3	24,8	24,9	22,1	17,2	12,7	9,8	16,3

Fuentes: Precipitación: elaboración propia a partir de datos del INM-Centro de Andalucía Oriental (Málaga). Eto: evapotranspiración de un cultivo de gramíneas, cálculo según método de Blaney-Criddle a partir de datos del INM-Centro de Andalucía Oriental (Málaga). Temperaturas: elaboración propia a partir de datos del INM-Centro de Andalucía Oriental (Málaga).

lado siguiendo el método de Blaney-Criddle. Se ha preferido este cálculo al considerar que los datos de evapotranspiración en los meses de verano dados por otros métodos (Thornthwaite, principalmente) son excesivamente bajos. Para el cálculo se han empleado datos meteorológicos primarios de temperaturas, humedad relativa, velocidad del viento e insolación. Con ello hemos obtenido un balance hídrico global marcado por la imposibilidad de alcanzar el nivel máximo teórico de reservas en el suelo (100 mm), lo que motiva la no existencia de meses con excedente de agua y sí un marcado período de déficit durante el verano y el primer tercio del otoño.

Cuadro 14.2

BALANCE HÍDRICO GLOBAL SANTA FE (GRANADA)

Datos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Precipitación	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39	53	55	371
ETP	22	28	108	129	195	234	257	242	183	93	33	22	1.546
ETR	22	28	108	50	28	17	5	3	16	39	33	22	371
Variación R.	23	12	76	12							20	33	
Reserva	76	88	12								20	53	
Excedente													0
Déficit				79	167	217	252	239	167	54			1.175

ETP: evapotranspiración potencial; ETR: evapotranspiración real.

R: reserva del suelo.

Fuentes: Elaboración propia a partir de datos del INM. Cálculo de la ETP según método de Blaney-Criddle, en J. Doorenbos y W. O. Pruitt (1986). Reservas máximas estimadas: 100 mm. El balance se empieza a calcular al comienzo del período de recarga (noviembre).

2.3. Vegetación natural

Dada la limitada altitud de la zona de estudio, la vegetación se incluye en el piso mesomediterráneo. Está caracterizada por la comunidad climática *paonium-quercetum rotundifoliae*, que se conserva de forma aislada. Aparecen comunidades arbóreas y arbustivas cuyos integrantes suelen tener una fisonomía semejante xérico-esclerófilos, muy alterados por acciones antropozógenas. Entre ellas encontramos el matorral-tomillar en zonas de degradación de la vegetación climática. Este mismo proceso facilita la aparición de comunidades de terófitos (anuales) que constituyen pastizales áridos localizados en cotas superiores circundantes a la estudiada (650-1.000 m). La catena natural del río Genil debió constar de tarayares (*tamaricetum gallicae*), con sauces de porte medio que formarían una

banda más o menos continua respecto a las choperas. Éstas contactarían con olmedas, que junto a zarzales entrarían en contacto con encinares o quejigares al hacerse los suelos más secos (Simón *et al.*, 1995).

3. Metodología aplicada al estudio

Los datos de precipitación que hemos utilizado corresponden a la media de los registrados en la estación meteorológica del INM del aeropuerto de Granada (situado en Santa Fe), entre los años 1975 a 1997. La evapotranspiración potencial o de referencia (ET_o), se ha calculado, tal y como hemos dicho, según el método de Blaney-Criddle, según datos proporcionados de la misma fuente. Las temperaturas medias han sido elaboradas a partir de datos de la misma fuente que las precipitaciones. La temperatura máxima corresponde a la medición de las 14.00 o de las 18.00 h y la temperatura mínima a la lectura de las 7.00 h. El ciclo de los cultivos se ha determinado según información oral transmitida por agricultores de la zona, por investigadores del CIDA² de Granada o por fuentes bibliográficas del siglo XIX en caso del cáñamo y remolacha. Los coeficientes de cultivo (kc) se han estimado en función de las tablas que aparecen en *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*, de Doorenbos y Kassam (1986) y editado por la FAO. Al principio se intentó el cálculo de estos coeficientes de cultivo según las tablas y curvas de relación que aparecen en *Las necesidades de agua de los cultivos* de Doorenbos y Pruitt (1986), también editado por la FAO, pero se hallaron resultados contradictorios con la anteriormente citada y con otras fuentes de literatura fitotécnica española, por lo que se optó finalmente por utilizar las indicadas.

Los balances hídricos se han realizado estimando una capacidad de reservas del suelo de 100 mm, que corresponden al perfil explorable por las raíces. Se ha optado por esta magnitud como media de la profundidad de las raíces de los cultivos a lo largo de todo su ciclo. Un cálculo más real debería hacerse determinando la profundidad de las raíces en cada mes y las reservas que le corresponderían según la analítica mostrada más arriba. Al no disponer de dichos datos, se ha optado por la profundidad indicada y sus reservas.

El cálculo se inicia con el análisis de la diferencia entre precipitaciones y evapotranspiración del cultivo máxima. Si esta diferencia es positiva, el resultado pasa a integrar las reservas del suelo, hasta que se alcanzan los

100 mm. Cuando esto ocurre, la cantidad se considera excedente de agua o pérdida por percolación al sobrepasarse la capacidad de campo. Si la diferencia entre precipitación y evapotranspiración del cultivo máxima es negativa, se completa con las reservas hasta alcanzarse la igualdad. Una vez agotadas las reservas, estos resultados negativos se consideran déficit, al sobrepasarse el punto de marchitamiento del suelo. Esta metodología se aplica tanto al secano como al regadío, sumándose, en este caso, las precipitaciones y el aporte de riego y operando de forma análoga a la descrita. Al final de cada cultivo, se arrastra la reserva de agua del suelo al siguiente cultivo. El «coeficiente de cultivo» del terreno desnudo se ha estimado en 0,1 según se deduce de los coeficientes de cultivo de las fases iniciales.

El rendimiento relativo de los distintos cultivos en secano y regadío se ha calculado según la metodología expuesta en Doorenbos y Kassam (1986), aplicando las limitaciones climáticas (déficit hídrico) a los periodos del ciclo del cultivo críticos, ya que la limitación de agua no se produce homogéneamente a lo largo del mismo. Las dotaciones de riego se han estimado sobre la base de los datos proporcionados por investigadores del CIDA de Granada (para cultivos de los años setenta) y a la Comunidad de Regantes de Santa Fe. El número de riegos se ha establecido a partir de las mismas fuentes y comunicaciones orales de agricultores de la zona. Para cultivos del siglo XIX, se han elegido los datos aportados por la Junta Consultiva Agronómica (1916), que describe el estado hidrológico de la agricultura española y que especifica número y dotación de riegos para los cultivos de la época. Finalmente, las sucesiones de cultivos de los años setenta (cuando las rotaciones como tales habían dejado de practicarse) se han diseñado en función de los datos que aparecen en el *Mapa de cultivos y aprovechamientos. Granada, hoja 1009 E 1:50.000* (MAPA, 1975) y la tesis doctoral de M.^a del Carmen Ocaña, *La Vega de Granada* (1974).

4. El agua en la agricultura orgánica tradicional

A mediados del siglo XVIII y según refiere el Catastro de Ensenada, los cultivos dominantes eran los típicos de la trilogía mediterránea y tenían como orientación principal el autoconsumo dada la penuria de las comunicaciones y el relativo aislamiento de unas poblaciones respecto a otras (Morell y Terry, 1888). De las poco más de tres mil hectáreas de suelo útil para las actividades agrarias no inundado o sometido a las frecuentes avenidas del río Genil, Santa Fe poseía casi un 70% de superficie cultivada (2.697 ha), de la que sólo 288 ha tenían posibilidades de ser regadas con regularidad. El resto se repartía entre las fincas que tenían una dotación insuficiente (riego eventual), de las que luego hablaremos, y unas

² Queremos agradecer la información y el asesoramiento que nos ha brindado desinteresadamente Ricardo Ávila, del Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de la Consejería de Agricultura en Granada, especialmente en lo referente al manejo actual del agua del que es, sin duda, uno de sus mejores conocedores.

1.128 ha de secano. En estas últimas predominaba la típica rotación al tercio, sembrándose indistintamente trigo o cebada para consumo humano o de los animales de labor. El sistema en su conjunto mostraba un alto grado de integración, dedicándose las partes bajas del pueblo al regadío donde se producían alimentos y un pequeño excedente de plantas textiles que servían para la exportación; las zonas en las que la pendiente dificultaba la llegada del agua se dedicaban a la producción en secano de cereales para consumo humano y de los animales de labor; finalmente, en la parte más alta del término municipal, existía una dehesa de casi 400 ha dedicada al descanso del ganado. Tanto los cereales en secano, los residuos en regadíos como las hierbas de la dehesa permitían mantener una relativamente numerosa cabaña ganadera (2.609 cabezas) con la que era posible practicar el cultivo más intensivo en las tierras mejor dotadas de agua.

En cualquier caso, los rendimientos medios de este sistema integrado no eran muy considerables y en ningún caso podían competir con los obtenidos por las agriculturas del norte de Europa (5 y 6 hl de trigo o 10-11 hl de cebada por hectárea en el secano, frente a los 33 hl de trigo de Dinamarca o los 24 de Holanda o 25 de Bélgica, según Simpson (1996). Estas significativas diferencias fueron tradicionalmente consideradas como prueba inequívoca del atraso de la agricultura meridional y de la ineficiencia de las prácticas agrícolas tradicionales, guiadas por la rutina y la desidia más que por el espíritu de superación y el interés individual. Sin embargo, las razones de tan bajos rendimientos deben buscarse en las fuertes limitaciones ambientales a que estaban sometidos los agroecosistemas semiáridos del sur peninsular, de los que Santa Fe constituye un buen ejemplo.

Cuadro 14.3

BALANCE HÍDRICO DEL TRIGO.
CONDICIONES DE SECANO DE SANTA FE (GRANADA)
(DATOS REFERIDOS AL CICLO DEL CULTIVO EXPRESADOS EN mm)

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	TOTAL
Precipitación	26	55	45	40	32	38	28	17	280
ETc	6	12	17	21	103	148	185	35	527
ETRc	6	12	17	21	103	66	28	17	270
Variación R.	20	43	28	10	72	29			
Reserva	20	63	90	100	29				
Excedente				9					9
Déficit						82	157	18	257

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.

ETRc: evapotranspiración real del cultivo.

R: reserva del suelo.

Nora: Ciclo del trigo en Santa Fe: mediados de noviembre a junio.

El balance hídrico de la rotación que se practicaba en el secano santafesino (trigo o cebada/erial/barbecho blanco) y que era tan común en los campos meridionales, arroja algunos datos de interés. En el caso del trigo al tercio (cuadro 14.3), el cultivo sufría estrés hídrico a partir del mes de abril, en que se daban las fases más críticas para el rendimiento final (floración y llenado del grano). El rendimiento relativo calculado, teniendo en cuenta este hecho, se debió situar en un 60% del rendimiento máximo obtenible si no existieran limitantes hídricos. El cálculo del balance hídrico de los años de erial y barbecho siguientes nos indica que no debió existir un efecto de acumulación de reservas de agua significativo que paliara el déficit primaveral indicado. Sólo podría haber influido en los primeros meses de su desarrollo, cuando las necesidades hídricas del trigo estaban cubiertas suficientemente. En cualquier caso, el balance también muestra que de marzo a noviembre no existían excedentes algunos de agua y que en los meses de mayo, junio, julio y agosto se producían incluso déficits importantes. Ello quiere decir que sin las enmiendas hídricas no era posible cultivar plantas de ciclo primaveral o veraniego. Las condiciones ambientales de la zona sólo permitían cultivos de invierno y con la limitación añadida que significaba la escasez de precipitaciones en los períodos críticos del cultivo.

En cualquier caso, el balance muestra algo que intuíamos: el agua constituyó el factor limitante principal de los rendimientos. La falta de precipitaciones suficientes limitó la producción de biomasa por hectárea. A ello debe añadirse la falta crónica de nutrientes (González de Molina y Pouliquen, 1996), efecto inducido también por la falta de humedad, que reducía aún más los rendimientos reales y obligaba a dejar la tierra sin cultivar durante dos años. No puede sostenerse, pues, la vieja idea de una agricultura ineficiente, responsable del atraso o del estancamiento de la agricultura, tal y como mantiene aún buena parte de nuestra historiografía económica (Prados, 1992; Simpson, 1992; Tortella, 1994; Fusi y Palafox, 1997), sino de la existencia de fuertes limitaciones ambientales para practicar una agricultura como la del norte húmedo europeo. En otro trabajo (González de Molina, 1998), hemos destacado la imposibilidad material de generalizar en el sur de la península rotaciones como las que protagonizó la revolución agrícola en los Países Bajos o Inglaterra.

Es más, la pretendida ineficiencia del labrador o del campesino andaluz no se sostienen si se realiza un análisis mínimo de sus prácticas culturales. Constituían éstas una adaptación empírica a la falta de precipitaciones y a las carencias estacionales de humedad para paliar en lo posible su incidencia en los períodos críticos del cultivo. El cruce entre el balance hídrico (cuadro 14.3) realizado para los cereales al tercio con barbecho blanco y el tipo y calendario de las labores que se le practicaban, demuestran tal adap-

ración. Al trigo de secano se le daban generalmente dos escardas que teóricamente tenían como objetivo la eliminación de malas hierbas. La primera de ellas se realizaba en los meses de febrero o marzo, y la segunda, entre los meses de abril-mayo, siempre en función del régimen de precipitaciones y la evolución del cultivo. El primer período coincidía con una fase en que el cultivo se encontraba casi cerrado y en que comenzaban a debilitarse las reservas hídricas del suelo. Ello permitía, por un lado, comenzar la fase de encañado (crítica) sin la competencia de las malas hierbas por el agua y dejar la superficie del suelo «preparada» para poder absorber lo más rápidamente posible las aguas de primavera. La segunda fecha de escarda tenía básicamente la misma función, si bien la eliminación de malas hierbas debía prevenir también la interferencia de éstas en la recolección. El efecto mecánico de la escarda sobre la superficie del suelo consistía básicamente en romper la costra formada al humedecerse y evitar las pérdidas de agua por capilaridad. De esta forma, el agua quedaba retenida a pocos centímetros de la superficie y no podía ascender y evaporarse. Es de suponer que el conocimiento local, muy específico del lugar, permitiría decidir con precisión las fechas adecuadas para controlar la competencia por el agua de las malas hierbas y las pérdidas por evaporación, ello a la vista de las precipitaciones del año y la evolución del cultivo y las malas hierbas acompañantes.

En este sentido merece la pena detenerse un momento a valorar la práctica tan habitual del barbecho. Considerada como el paradigma de la

Cuadro 14.4

BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA DE CULTIVO HABAS/TRIGO BAJO
CONDICIONES DE SECANO. ALTERNATIVA HIPOTÉTICA
AL BARBECHO BLANCO. DATOS EN ^{mm}. SANTA FE (GRANADA)

Mes	Habos año 1.º												Trigo 2.º año											
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.				
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39	53	55	45	40	32	38	28	17				
ETc	12	12	17	26	121	144	177	115	26	24	18	9	7	12	17	21	103	148	185	35				
ETRc	12	12	17	26	121	48	28	17	5	3	16	9	7	12	17	21	103	66	28	17				
Variación R.	41	43	17		90	11					30		46	24			72	29						
Reserva	41	84	100	100	11						30		76	100	100	100	29							
Excedente			11	14										18	28	19								
Déficit																			82	157				
								96	149	98	21	21	2											

ETc: Evapotranspiración máxima del cultivo.

ETRc: Evapotranspiración real del cultivo.

ETc se calcula en función de la ET_o y el coeficiente de cultivo kc en cada período del cultivo.

R: reserva del suelo.

existencia del cultivo, se le ha asociado con el desinterés de los propietarios o con la falta de capitales y mano de obra suficiente para cultivar la tierra, como un símbolo del atraso. Pero el barbecho es, como hemos demostrado en otro lugar³, ante todo una práctica agronómica absolutamente necesaria en agroecosistemas con baja dotación de nutrientes o con escasa capacidad de importarlos de fuera. No obstante, creemos que la falta de humedad no incidió directamente sobre la necesidad de barbechar sino de manera indirecta, reduciendo la biomasa total que a través de los convertidores biológicos disponibles (población humana y cabaña ganadera) podía transformarse en nutrientes (estiércol) con que compensar las extracciones que el cultivo de cereales realizaba en cada ciclo anual. Otros autores (Schlegel y Havlin, 1997; Garrabou *et al.*, en este mismo volumen) han sugerido la posibilidad de que el barbecho constituyese también una necesidad hídrica.

Sin embargo, el balance hídrico que hemos realizado para una rotación hipotética de trigo/habas, la más frecuente en los ruedos de los pueblos andaluces de entonces, demuestra que al menos en las condiciones ambientales de Santa Fe y lugares agroclimáticamente semejantes, una rotación bianual de cereales y leguminosas de ciclo invernal, que proporcionaba el N_2 suficiente como para aumentar los rendimientos del trigo, era posible sin menoscabo teórico de las disponibilidades de humedad para los momentos críticos de su ciclo. Según podemos ver en el cuadro 14.4, aunque al comienzo del cultivo del trigo tras un cultivo de habas grano el nivel de reservas no se situaría en el máximo, éstas se recuperarían durante el período de recarga otoñal, de tal manera que los periodos críticos de demanda del trigo sufrirían el mismo estrés hídrico que si se hubiese practicado el barbecho⁴. En general, cualquier otra leguminosa mediterránea de cultivo habitual (garbanzo, lenteja, veza) arrojaría resultados similares, ya que la recolección se realizaría como muy tarde en agosto y la recarga de reservas de otoño marcaría el ciclo posterior del trigo. De hecho, cuando en los años setenta el uso de fertilizantes químicos estaba suficientemente extendido, las rotaciones (o secuencias de cultivos, para ser precisos) más habituales en secano fueron trigo/girasol o habas/trigo/cebada; en los balances correspondientes (cuadros 14.5 y 14.6) se puede apreciar la misma limitación hídrica, impuesta por el régimen climático y no por la naturaleza de la rotación o secuencia de cultivos.

³ Véanse los trabajos contenidos en GARRABOU, R. y J. M. NAREDO (1996) entre el que se incluye el nuestro (GONZÁLEZ DE MOLINA, M. y Y. POULIQUEN, 1996).

⁴ El balance hídrico se inicia considerando que las reservas del suelo son 0 mm al inicio del cultivo de las habas, lo cual no se corresponde con la realidad, ya que en el mes de octubre se produce una primera acumulación de reservas; ello no influye en las estimaciones posteriores en los períodos críticos de demanda. Igual consideración cabe hacer a los datos del cuadro 14.3, en que las reservas del suelo al comienzo del ciclo del trigo serían 80 mm después del año de barbecho.

BALANCE HÍDRICO DEL CULTIVO DE TRIGO/GIRASOL.
CONDICIONES DE SECANO DE SANTA FE (GRANADA). DATOS EN mm

Mes	Girasol						Trigo					
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitac.	26	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
ETc	2	2	2	3	59	121	218	176	64	24	18	9
ETRc	2	2	2	3	59	110	28	17	5	3	16	9
Variac. R.	24	52	24	28	73				30	24	20	43
Reserva	24	76	100	100	73				30	54	20	63
Excedente		19	37									10
Déficit						10	190	159	59	21	2	82

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.

ETRc: evapotranspiración real del cultivo.

R: reserva del suelo.

Las razones del barbecho, en Andalucía oriental al menos, deben buscarse en las limitaciones de nutrientes, limitación que la fijación de N₂ realizada por la leguminosa no lograba compensar. Quizá porque (y ésta es una hipótesis que habría que verificar para suelos concretos mediante un balance de nutrientes para una alternancia de trigo/leguminosas en secano y sin aporte externo de estiércol) era el fósforo y no el nitrógeno el auténtico factor limitante a medio y largo plazo. Se explicaría así más fácilmente que los rendimientos del trigo aumentaran en cuanto los campesinos lograron acceder, a comienzos de esta centuria, a la fertilización con superfosfatos. Ello sugiere, por tanto, que una rotación con leguminosas era factible en condiciones de secano y bajas precipitaciones; sólo que estaba limitada a determinados terrenos (ruedos) que tenían fácil acceso a la fertilización con estiércol (González de Molina, 1998).

No obstante, la producción en secano podía crecer sensiblemente mediante un adecuado suministro de agua, es decir, mediante irrigación. Esta práctica, tan antigua en la Vega de Granada (Al-Mudayna, 91; Malpica, 1997; Bolens, 1994), no era posible, sin embargo, en todos los lugares. En una economía que tenía el sol como principal fuente de energía y que, por tanto, sólo podía utilizar la biomasa o la fuerza del viento o el agua para conducirla (Wrigley, 1988; Pfister, 1990), las posibilidades de riego estaban determinadas por la existencia de cursos de agua más o menos caudalosos y de pendientes más o menos pronunciadas que la hicieran fluir con la fuerza suficiente. De esa manera, el riego en sociedades orgánicas tenía que basarse en la gravedad y, en muy escasa medida, en la elevación del subsuelo mediante sistemas accionados por el aire (molinos), la propia agua o motores de sangre (norias). Para este tipo de regadíos, la

BALANCE HÍDRICO DE LA ROTACIÓN HABAS/TRIGO/CEBADA.
CONDICIONES DE SECANO DE SANTA FE (GRANADA).
DATOS EN mm

Mes	Habas											
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
ETc	12	12	17	26	121	144	177	115	26	24	18	9
ETRc	12	12	17	26	121	48	28	17	5	3	16	9
Variación R.	41	43	17	90	11							30
Reserva	41	84	100	100	11							30
Excedente			11	14								
Déficit						96	149	98	21	21	2	

Trigo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39	53
ETc	7	12	17	21	103	148	185	35	26	24	18	9	3
ETRc	7	12	17	21	103	66	28	17	5	3	16	9	3
Variación R.	46	24			72	29							30
Reserva	76	100	100	100	29								30
Excedente		18	28	19									
Déficit						157	18	21	21	2			

Cebada

Mes	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
ETc	8	17	21	97	135	176	111	39	24	18	9
ETRc	8	17	21	97	72	28	17	5	3	16	9
Variación R.	20			66	35						30
Reserva	100	100	100	35							30
Excedente	26	28	19								
Déficit					63	148	94	34	21	2	

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.

ETRc: evapotranspiración real del cultivo.

R: reserva del suelo.

Vega de Granada tenía ciertas ventajas derivadas de su localización al pie de Sierra Nevada, donde las aguas navales y el conjunto de las precipitaciones que recogía la cuenca hacían fluir no sólo ríos relativamente caudalosos como el Genil, el Darro, Dílar, Cubillas, Velillos, etc., sino que recargaban un importante acuífero subterráneo⁵, cuyo nivel freático provocaba abundantes surgencias repartidas por toda la superficie de la Vega, especialmente en las zonas más bajas.

No obstante, regadíos «orgánicos» como los que estamos comentando estaban sometidos a fuertes limitaciones en el caudal y en su distribución a lo largo del año, debido a la irregularidad y fuerte estacionalidad de las precipitaciones, de la alta evaporación y de la escasa escorrentía que reducía considerablemente los recursos hídricos disponibles. En el caso que estudiamos, los regadíos se habían organizado para contrarrestar al máximo tales limitaciones. Las aguas que regaban Santa Fe provenían de dos fuentes principales: de las traídas por el río Genil y las proporcionadas por varias surgencias, denominadas «ojos» o «madres», del acuífero subterráneo y que suponían una dotación complementaria de vital importancia al estar menos sometidas tales fuentes a las oscilaciones veraniegas del caudal. El Genil dividía las tierras regadas del término en dos zonas diferenciadas: la parte derecha, regada por el Caz de Jotáyar que captaba aguas de

acuífero a través de «Las Madres del Rao» y en la que se asentaba una parte menor de la superficie irrigada, y la margen izquierda, donde se situaba el resto. El aporte fundamental provenía de la derivación de las aguas que trata el mencionado río y que eran captadas en las presas Real, Tercio y en la existente en el Puente de las Canales, situadas aguas arriba, poco antes de llegar a la ciudad. En dichas presas se situaban tres tomaderos que proporcionaban el agua a otras tantas acequias principales: Real, Gorda y Macho, que se bifurcaban a su vez en una tupida red de brazales y de acequias secundarias. Los regadíos de la margen izquierda se completaban con la acequia principal y acequias secundarias que conducían el agua de los «Ojos de Viana» (450 l/s a finales de los años sesenta), otra surgencia situada en la parte este del término, muy cerca del río. Junto a estas fuentes consolidadas, el regadío de Santa Fe disfrutaba de los sobrantes de las acequias que regaban las tierras de los dos pueblos situados inmediatamente por encima, Purchil y Ambroz. Tales aguas se encauzaban por las acequias del Tercio y Alta y regaban sólo ocasionalmente los pagos altos, dedicadas al cultivo asociado de olivar y viña. Cuando las aguas dejaban de discurrir por el cauce del Genil («a la altura del cruce del Beiro» o «a la altura del Bado de Málaga»), cosa que sucedía con frecuencia sobre todo en el verano, Santa Fe gozaba de un privilegio Real, desde el mismo momento de su fundación, por el cual se podía captar todas las aguas de las acequias de Granada (Gorda, Terramonta y Arabyleila, situadas a una cota más alta) desde el mediodía del viernes al mediodía del domingo de cada semana, derecho denominado de *Alquézares*. Cuando la presa Real no podía desviar hacia la red de acequias el agua suficiente, se poseía el derecho de captar dos quintas partes de las aguas que llevara la Acequia Gorda, una de las principales de la vega en su conjunto, derecho este denominado de *Quintos*⁶.

El transporte se realizaba por medio de acequias de tierra con una anchura que oscilaba entre el metro y el metro y medio y una longitud

⁵ Así describe tales derechos los estatutos y ordenanzas de la Comunidad de regantes de la Ciudad y Tierras de Santa Fe en su artículo 3: «Los Alquézares y Quintos tienen su origen en la distribución de aguas que hicieron los árabes para fertilizar la Vega de Granada y que después sancionaron los Reyes Católicos; distribución que determinó el derecho nunca por nadie interrumpido que tiene la Ciudad de Santa Fe y su Vega, que representa hoy el antiguo pago del Gosco, a usar según usos y costumbres en el modo de pedir y aprovecharlas todas las semanas durante 48 horas, o sea, desde las 12 del viernes hasta igual hora del domingo, todas las aguas de las cinco acequias principales de la capital referida, en concepto de Alquézar. El derecho llamado de los Quintos consiste en que cuando la Presa real de Santa Fe no permite discurrir hacia abajo las aguas del río Genil porque todas estas puedan introducirse en el caz que posee esta comunidad, tiene facultad y derecho reconocido esta misma comunidad para tomar por el bocal llamado de los Quintos, situado delante del puente que da paso a la acequia Gorda por bajo del río Beiro en término de Granada, dos quintas partes de todas las aguas que lleva la misma acequia Gorda, derecho que únicamente cesa cuando discurren por el río Genil más aguas de las que puede contener la Presa real y recibir el caz de Santa Fe, o cuando esta ciudad hace uso de los alquézares semanales».

⁶ El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) describe de esta manera el mencionado acuífero: «[...] se extiende a ambas márgenes del río Genil, entre las localidades de Cenes de La vega y Láchar; corresponde al depósito aluvial de dicho río y de sus afluentes de cabecera, los ríos Dílar, Monachil, Darro, Beiro, Cubilla y Velillos. Este depósito aluvial, que ocupa una superficie próxima a los 250 km², está constituido mayoritariamente por alternancias de gravas, arenas y limos; no obstante, hacia los bordes del acuífero son frecuentes las intercalaciones arcillosas [...] El acuífero que se describe presenta una forma alargada según un eje de dirección E-W de unos 22 km de longitud por 8 de eje menor. La potencia del mismo llega a superar los 250 m en el sector centro-oriental, bajo el cauce del río Genil, y disminuye hacia los bordes del acuífero [...] Las oscilaciones piezométricas interanuales son mínimas, indicativas de un sistema acuífero de gran inercia, aunque los hidrogramas de las zanjas de drenaje (Madres) proporcionan una imagen un tanto distorsionada de la realidad. A escala estacional se observa subidas generalizadas de nivel en invierno-primavera, seguidas de bajadas, en algunos casos muy notables, en los meses de verano, ligadas todas ellas a la intensa extracción a que está localmente sometido el acuífero [...] Las reservas hídricas, calculadas a partir de la cubicación aproximada del acuífero saturado, se suponen próximas a los 2.000 hm³. Los recursos medios renovables están próximos a los 230 hm³/año [...] La alimentación del acuífero procede mayoritariamente de la infiltración de las aguas de escorrentía superficial que acceden a la Vega de Granada desde una cuenca vertiente de 2.900 km². La infiltración se ve favorecida por la irrigación a través de una densa red de acequias, derivadas de los cursos superficiales. Se calcula que por este concepto el acuífero recibe anualmente un volumen de agua de aproximadamente 190 hm³. Otras partidas minoritarias de alimentación son las procedentes de la infiltración de la lluvia útil sobre la superficie (30 hm³) y de las aportaciones ocultas procedentes de acuíferos limítrofes (12 hm³). La descarga de toda esta alimentación tiene lugar fundamentalmente a través de salidas por manantiales («madres» de la Vega de Granada) y de emergencias difusas a los ríos Genil y Cubillas, aguas debajo de las poblaciones de Fuente Vaquerías y Valderrobio, respectivamente, todo ello en el sector occidental del acuífero. Se calcula una descarga anual, por este concepto, próxima a los 190 hm³. A grandes rasgos, el resto de la descarga correspondería a la explotación neta a que está sometido el acuífero». Las últimas evaluaciones del IGME cifran esta explotación neta (sin incluir retorno) en 32 hm³/año (IGME, 1990, p. 56).

variable, que fue creciendo a medida que se amplió la superficie regada. Una vez en finca, se regaba «a manta», previa nivelación de la parcela y realización de las «tasquillas» que dirigían el agua dentro de la misma e impedían su paso a la siguiente. De acuerdo con la pendiente, se fragmentaba la parcela mediante caballones para evitar una distribución irregular. En cualquier caso, la disponibilidad de agua es la que determinaba las posibilidades de riego y su carácter eventual o constante. La «eventualidad» ha sido interpretada de dos maneras diferentes: precariedad en las dotaciones o precariedad en los derechos de riego. Desde nuestro punto de vista, la acepción más correcta es esta última ya que la precariedad de las dotaciones era tan generalizada que normalmente afectaba, unos años más que otros bien es verdad, a los riegos constantes. Quien poseía el derecho de regar eventualmente era aquel labrador que podía utilizar sólo «las aguas sobrantes» de otros labradores con mejores y más estables derechos y dotaciones, normalmente situados aguas arriba. Es el caso de las aguas sobrantes del sistema de acequias de Purchil y Ambroz, que como hemos visto eran introducidas por las acequias del Tercio y Alta y regaban los pagos más altos del municipio, teniéndose que dedicar —dada la escasez de los sobrantes— a cultivos leñosos asociados (olivar y vid) o a cultivos de cereal en año y vez. El caso contrario es el representado por los derechos de «Quintos» y «Alquézares» que permitieron calificar de constantes muchos de los riegos santafesinos.

Pero los riegos constantes, aquellos que poseían un derecho consolidado y estaban situados en aquellas zonas más cercanas a las acequias principales, no disponían de un suministro regular durante todo el año. La inexistencia de grandes presas —imposibles de realizar con la tecnología disponible— que regularan el caudal durante el año imponía fuertes estiajes tanto en el propio río como en las acequias; todo ello cuando aún no se había podido encauzar ni el propio río Genil que muchas veces discurría por encima de las tierras de labor inundándolas e inutilizándolas para el cultivo. Incluso las surgencias, cuya pertenencia al «embalse subterráneo» (acuífero) permitía mejorar las dotaciones, estaban también sujetas a una disminución significativa de los caudales. De esa manera, los regadíos tradicionales de Santa Fe, tal y como estaban organizados a mediados del siglo XVIII, sufrían la escasez veraniega que imponía el período seco.

Ello limitaba la siembra de determinados cultivos y la práctica de determinadas rotaciones. Las posibilidades de diversificación productiva —lo que ha sido visto como un signo inequívoco de modernidad— dependía más del medio ambiente que del afán de los agricultores. El carácter «extensivo» que a primera vista tenían los cultivos en las zonas regadas (cereales y leguminosas sobre todo) respondía no a las coordenadas típicas del atraso, sino a la existencia de fuertes condicionamientos ambientales. Por ejemplo, las

segundas cosechas o «segundos frutos» no eran físicamente posibles más que en unas cuantas hectáreas con la dotación hídrica suficiente⁷. Ésta es la razón por la que los regantes habían adoptado desde antiguo el sistema de riego llamado «de turno y tanda» en los momentos en que comenzaba a escasear el agua. Durante el otoño y el invierno, el uso era discrecional, en tanto que con la llegada de la primavera comenzaban las dificultades de aprovisionamiento y se establecía el mencionado sistema de turno y tanda. Éste consistía en el establecimiento de un orden riguroso de riego que impedía la repetición del mismo hasta que la parcela situada en la parte más distante de la acequia o brazal no lo hubiera hecho⁸. Esta práctica, que continuó realizándose hasta hace muy poco tiempo, constituía en realidad una adaptación a la escasez estival y una forma de distribuir de manera más o menos equitativa el poco agua existente entre todos los participantes con derecho consolidado (riego constante). En cualquier caso, el agua era aún gratuita, no era todavía un «bien económico» (Naredo, 1998), y sólo se pagaban los gastos de limpieza y reparación de la infraestructura.

No es de extrañar, pues, que a mediados del siglo XVIII, cuando el objetivo principal de la agricultura santafesina era aún el autoabastecimiento, las hectáreas con derechos a riego constante no pasaran de 288. En el riego eventual se practicaban rotaciones en las que alternaba el barbecho con el cereal (1.281 ha) y, por tanto, poco exigentes en agua. En el riego constante, las rotaciones eran más intensivas y en ellas tenían cabida

⁷ En este sentido, un informe realizado por peritos expertos para la Diputación Provincial en 1840, venía a decir lo siguiente: «que las tierras de esta vega y especialmente las que están inmediatas al río Genil, no tienen toda el agua necesaria para la crianza de un fruto y que, por ello, los labradores que las cultivan se privan de echar matces y frutos tardíos en las referidas tierras, porque apenas pueden regar y sacar los primeros frutos en la primavera, pues luego que llega el estío queda enteramente seco el expresado río Genil desde el bado de Churriana para abajo, porque las acequias y presas que hay colocadas y abiertas antes de llegar a dicho punto absorben toda la poca agua que trae». Archivo Histórico Provincial, sección Aguas, legajo 1773.

⁸ Así lo describe M.^a Carmen OCAÑA (1974, 181-182): «Se establece en primer lugar un tandeo entre los distintos pagos. El tandeo suele ser corto, la tanda más frecuente es la semana, dividida en una serie de dulas que adoptan los nombres de los días de la semana en que son utilizadas. Luego dentro de cada pago se establece además un turno riguroso, y sus tierras se riegan rigurosamente de cabeza a cola, según su posición topográfica y la orientación de los brazales de riego. El agua no puede retroceder ni aun dentro de una misma propiedad; de igual modo, si se determina el tiempo asignado en la tanda a un pago y en él no se ha podido regar la totalidad de sus tierras, el agua pasa al pago siguiente, pero en la próxima tanda comenzará a regarse en aquel punto en que quedó suspendido, y sólo cuando termine comenzará de nuevo por la cabecera. De este modo, aunque el tandeo sea corto el ciclo que puede dos riegos consecutivos puede hacerse mucho más largo. Por último, el turno y tanda supone una restricción general en el uso del agua, así se suspenden gran parte de los riegos eventuales, se prohíbe el encharcamiento de las tierras, utilizado tradicionalmente como abonado, y también se limita el número de albercas, etc. En ocasiones, ni esta utilización racional es suficiente para mantener unos riegos con normalidad en las tierras de riego fijo. Cuando la escasez alcanza este grado, se establecen unos turnos extraordinarios dentro de cada pago. Normalmente no están decididos de antemano, sino que se establecen cuando llega la ocasión. La única solución es reducir las zonas regadas; la forma de hacerlo puede variar, o bien se reduce en todas las propiedades en una cantidad proporcional a la extensión o bien se establece una prelación atendiendo a los frutos».

plantas con ciclos de primavera-verano. La rotación tipo era de cuatro años, sucediéndose por este orden: habas-trigo (2.^a cosecha de mijo)-lino-trigo (cuadro 14.7); o también melones (2.^a cosecha de mijo)-trigo-trigo-lino. En cualquier caso, la segunda cosecha dependía de la abundancia de precipitaciones del año en cuestión y sólo era posible en las tierras con mejores dotaciones. La frecuencia con la que se repetía el lino dependía de la abundancia de nutrientes y de las escasas posibilidades agronómicas de repetir el cultivo, pero dependía también de la escasa dotación de agua de que se disponía por lo general desde mayo hasta su recolección en julio.

Cuadro 14.7

BALANCE HÍDRICO DE LA ROTACIÓN HABAS/
GRANO/TRIGO/LINO/TRIGO. BAJO CONDICIONES DE REGADÍO
DE SANTA FE (GRANADA). MEDIADOS DEL SIGLO XVIII

Habas

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego					53	53	53	53				
ETc	12	8	17	21	121	144	218	164	48	24	18	9
ETRc	12	8	17	21	121	144	90	69	5	3	16	9
Variación R.	41	47	12	37	54	9						30
Reserva	41	88	100	100	63	9	0					30
Excedente			15	19			129	95	43	21	2	
Déficit												

Trigo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego					50	50	50					
ETc	7	12	17	21	103	148	185	35	26	24	18	9
ETRc	7	12	17	21	103	116	78	17	5	3	16	9
Variación R.	46	24		72	29							30
Reserva	76	100	100	100	29							30
Excedente		18	28	19			32	107	18	21	21	2
Déficit												

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.
ETRc: evapotranspiración real del cultivo.
R: reserva del suelo.

Cuadro 14.7 (continuación)

BALANCE HÍDRICO DE LA ROTACIÓN HABAS/
GRANO/TRIGO/LINO/TRIGO. BAJO CONDICIONES DE REGADÍO
DE SANTA FE (GRANADA). MEDIADOS DEL SIGLO XVIII

Lino

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego					50	100	100					
ETc	3	2	2	6	59	116	205	199	109	24	18	9
ETRc	3	2	2	6	59	116	173	117	5	3	16	9
Variación R.	50	20		28	28	45						30
Reserva	80	100	100	100	73	45						30
Excedente		32	43	34								
Déficit							32	82	104	21	2	

Trigo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego					50	50						
ETc	7	12	17	21	103	148	185	35	26	24	18	9
ETRc	7	12	17	21	103	116	78	17	5	3	16	9
Variación R.	46	24		72	29							30
Reserva	76	100	100	100	29							30
Excedente		18	28	19								
Déficit							32	107	18	21	21	2

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.
ETRc: evapotranspiración real del cultivo.
R: reserva del suelo.

En otras palabras, el cultivo de lino, pese a su rentabilidad y a no necesitar agua en los meses críticos de agosto y setiembre por estar fuera de cosecha, no podía cultivarse más frecuentemente sino con una dotación mayor de agua.

En otro lugar (González de Molina y Pouliquen, 1996), hemos descrito el proceso mediante el cual la Vega de Granada protagonizó lo que algunos han dado en calificar como una verdadera «revolución agrícola». La demanda de velámenes y cordelería para la Armada Real y el proteccionismo dispensado por la Corona a las producciones de fibras textiles de la mencionada vega a partir de los años ochenta del siglo XVIII, deter-

Cuadro 14.8

BALANCE HÍDRICO DE LA ROTACIÓN HABAS/GRANO/CÁÑAMO/
TRIGO/TRIGO/LINO/TRIGO. CONDICIONES DE REGADÍO DE
SANTA FE (GRANADA). MEDIADOS DEL SIGLO XIX. DATOS EN mm

Habas

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego					53	53	53	53				
ETc	12	8	17	21	121	144	218	164	48	24	18	9
ETRc	12	8	17	21	121	144	90	69	5	3	16	9
Variación R.	41	47	12	37	54	9						29
Reserva	41	88	100	100	63	9	0					29
Excedente		15	19									
Déficit							129	95	43	21	2	

Cáñamo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego						50	50	100	150	50		
ETc	3	2	2	8	49	103	218	262	244	194	69	9
ETRc	3	2	2	8	49	103	95	117	155	53	16	9
Variación R.	50	21	18	65	17							30
Reserva	79	100	100	100	83	17						30
Excedente		31	43	32								
Déficit							123	145	89	140	53	

Trigo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego						50	50					
ETc	7	12	17	21	103	148	185	35	26	24	18	9
ETRc	7	12	17	21	103	116	78	17	5	3	16	9
Variación R.	46	24		72	29							30
Reserva	76	100	100	100	29							30
Excedente		18	28	19								
Déficit							32	107	18	21	2	

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.
ETRc: evapotranspiración real del cultivo.
R: reserva del suelo.

Cuadro 14.8 (continuación)

BALANCE HÍDRICO DE LA ROTACIÓN HABAS/GRANO/TRIGO/
TRIGO/LINO/TRIGO. CONDICIONES DE REGADÍO DE SANTA FE
(GRANADA). MEDIADOS DEL SIGLO XIX. DATOS EN mm

Trigo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego						50	50					
ETc	7	12	17	21	103	148	185	35	26	24	18	9
ETRc	7	12	17	21	103	116	78	17	5	3	16	9
Variación R.	46	24		72	29							30
Reserva	76	100	100	100	29							30
Excedente		18	28	19								
Déficit							32	107	19	21	2	

Lino

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego						50	100	100				
ETc	3	2	2	6	59	116	205	199	109	24	18	9
ETRc	3	2	2	6	59	116	173	117	5	3	16	9
Variación R.	50	20		28	28	45						30
Reserva	80	100	100	100	73	45						30
Excedente		32	43	34								
Déficit							32	82	104	21	2	

Trigo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego						50	50					
ETc	7	12	17	21	103	148	185	35	26	24	18	9
ETRc	7	12	17	21	103	116	78	17	5	3	16	9
Variación R.	46	24		72	29							30
Reserva	76	100	100	100	29							30
Excedente		18	28	19								
Déficit							32	107	18	21	2	

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.
ETRc: evapotranspiración real del cultivo.
R: reserva del suelo.

minó una rápida e importante expansión del lino y el cáñamo. Al margen de la amplitud de su cultivo, la novedad residía en que se alternaron en una nueva rotación que estaría vigente hasta los años ochenta del siglo XIX. La secuencia era la siguiente: habas-cáñamo-trigo-trigo-lino-trigo (cuadro 14.8). La rotación respondía a un manejo que pretendía maximizar las oportunidades de mercado de acuerdo con las limitaciones ambientales. Es por ello que, salvo la leguminosa que tenía ante todo una función fertilizadora, se mezclaba cereal para consumo alimentario de alta demanda y mejor precio con cultivos intensivos en trabajo y asimismo de buena rentabilidad económica como el lino y el cáñamo. Como mostramos en el trabajo citado (González de Molina y Pouliquen, 1996), la introducción de esta nueva rotación necesitó una mayor aplicación de nutrientes (un 33% más de estiércol por ha y año) y acabó desequilibrando el balance territorial del agroecosistema, modificando la composición interna de la cabaña ganadera y generando un déficit crónico de fertilizantes orgánicos. Pero, como demuestra el cuadro 14.9, la rotación también trajo consigo un incremento de las aplicaciones de riego de aproximadamente un 17% (de 1.650 m³/año se pasó a 1.930); aumento que tuvo lugar precisamente en los meses con peor disponibilidad de agua: la terminación del ciclo del cáñamo —el nuevo cultivo de la rotación—, en setiembre hacía que los riegos más decisivos tuvieran lugar durante los meses de julio y agosto; en conjunto consumía tres riegos más que el lino, cuyo ciclo era semejante salvo en la maduración de la planta. La no coincidencia en el mismo año de nada más que la cuarta parte del regadío con los cultivos de más requerimientos, garantizaba la viabilidad hídrica de la rotación, adaptándose a las carencias del verano. El diseño de la rotación no sólo intentaba combinar cultivos para maximizar el aporte de nitrógeno y reducir las malas hierbas, sino también responder a las limitaciones hídricas del agroecosistema.

Cuadro 14.9

APORTE MENSUAL ESTIMADO DE AGUA EN LOS REGADÍOS
CONSTANTES A PARTIR DE LAS ROTACIONES TIPO (1752-1970).
DATOS EN mm

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Aporte total medio anual
1750	13	51	63	38				166
1850	9	42	59	42	25	8		185
1900	18	34	80	63	46	46		287
1970	12	36	84	84	108	96	36	456

Pero la introducción de esta nueva rotación trajo consigo también la primera expansión y consolidación importante de las tierras regadas en Santa Fe. Como muestra el cuadro 14.10, las tierras con dotaciones de riego constante pasaron de 288 a 1.204 ha, multiplicándose por cuatro; las de riego eventual quedaron reducidas a menos de la mitad (de 1.281 a 534 ha), en tanto la superficie de secano quedó inalterada. Las posibilidades de ampliar los riegos a cotas más altas —lo que hubiera significado la reducción del secano— eran bastante escasas en esa época; hubo que esperar hasta la aparición y difusión de los motores accionados con electricidad para que fuera posible bombear el agua hacia las zonas altas del pueblo e irrigarlas y, sobre todo, que la construcción de un pantano de regulación y su correspondiente infraestructura hiciera posible la transformación en la segunda mitad de este siglo; pero de ello hablaremos más tarde. El caso es que, durante mucho tiempo, la manera más sencilla y rentable de «ampliar» la superficie efectiva de riego fue consolidando las dotaciones de los riegos constantes y, sobre todo, los derechos y dotaciones de los eventuales.

Cuadro 14.10

EVOLUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO (ha), 1752-1991

Uso	1752	%	1856	%	1904	%	1991	%
Riego constante	288	7,5	1.204	31,2	1.333	34,5	2.591	67,1
Riego eventual	1.281	33,2	534	13,8	464	12,0	—	—
Secano	1.128	29,2	1.225	31,7	1.239	32,1	691	17,9
Sup. cultivada	2.697	69,9	2.963	76,8	3.036	78,6	3.282	85,0
Dehesa/pastos	360	9,3	166	2,4	93	2,4	—	—
Pinar	—	—	—	—	—	—	210	5,4
SAU**	3.057	79,2	3.129	81,1	3.129	81,1	3.492	90,5
Uso urbano	*	*	*	*	*	*	149	3,8
Otros	803	20,8	731	18,9	731	18,9	219	5,7
TOTAL	3.860	100,0	3.860	100,0	3.860	100,0	3.860	100,0

* Los datos correspondientes al uso urbano están incluidos en «otros».

** Superficie agraria utilizada.

Fuente: Para 1752, el Catastro de Ensenada; para 1856, el Amillaramiento de la riqueza nística de ese año; para 1904, la «Contestación del cuestionario agrícola remitido por el Gobierno Civil...», y para 1991, los datos recogidos en la Cámara Agraria de Santa Fe.

El proceso de consolidación de los regadíos constantes y la reconversión de los eventuales es un proceso mal conocido, quizá porque no requirió grandes obras hidráulicas, sino pequeñas ampliaciones y reparaciones, costeadas por los partícipes y coordinadas —hasta que no se constituyeron

los sindicatos o comunidades de regantes— por el ayuntamiento⁹. En cualquier caso, el análisis conjunto de la fertilización y de los aportes de agua sugieren que, pese a ser bastante escasa y repartirse mal a lo largo del año, el agua no constituía a mediados del siglo XIX el único factor limitante de la producción¹⁰ en los regadíos, sino también la carencia estructural de fertilizantes orgánicos. Así parece demostrarlo la frecuencia con que se practicaba el *entarquinamiento* alberconado de la parcela con el objetivo de fertilizar con lodos, o la frecuencia con que se tenían que realizar cultivos de año y vez en regadíos constantes por falta de nutrientes, tal y como pudimos demostrar para el pueblo contiguo de Pinos Puente (Núñez Delgado y González de Molina, 1998). Dicho de manera más simple: la posibilidad de aumentar la superficie regada o de que registrase rendimientos más altos estaba limitada fuertemente por la carencia estructural de fertilizantes en las épocas del año en que no existía escasez de agua y por ésta cuando llegaba el verano: la escasez de estiércol limitaba las superficies en las que se podían practicar las rotaciones más intensivas (pero adaptadas a las carencias hídricas veraniegas como hemos visto) y la falta de agua en el verano limitaba el tipo de cultivos que podían formar parte de las rotaciones. Todo ello en el marco de una economía orgánica en la que las posibilidades de sustituir mano de obra por tracción animal o mecánica estaban severamente limitadas, de tal manera que la población y sus oscilaciones tenían mucho que ver con la producción y viceversa¹¹.

Ello hace pensar que el crecimiento agrario tuvo necesariamente que ser escaso e incluso inexistente mientras que no se pudo importar de fuera del sistema los nutrientes, y vencer la falta de agua en verano. Los datos contenidos en el cuadro 14.11 muestran que los incrementos de la producción *per capita* fueron bastante modestos (de un tercio solamente) a

⁹ Puede consultarse la abundante y minuciosa documentación que sobre aguas hay depositada en el Archivo Municipal de Santa Fe (legajos 579, 580 y 581) y en la sección de aguas del Archivo de la Diputación Provincial de Granada (ADPG), especialmente los legajos 1773, 1604, 2142, 2143, 2144, 2145, 2631, 2632, 2633 y 2634b. En esta documentación se recogen multitud de solicitudes de particulares al Ayuntamiento o a la Diputación pidiendo autorización para ampliar el tamaño de las presas, la anchura de las acequias o la apertura de nuevos brazos para regar superficies pequeñas. Por un presupuesto realizado en 1840 (ADPG, sección aguas, legajo 1773), sabemos que el coste de la construcción de una nueva presa y tomadero sobre el río Genil a la altura de Santa Fe y la correspondiente ampliación de las acequias (Macho y Alta), con las que se podían consolidar los riesgos eventuales de unos 15 ó 16.000 marjales (800 ha) situados en los pagos altos (acequias Macho y Alta) tenía un coste presupuestado de 18.000 reales a pagar entre los beneficiarios. Se estimaba que la mejora en la dotación de agua supondría al menos la triplicación del valor del marjal (528 m²).

¹⁰ Nos referimos a la posibilidad de expandir a más superficie la rotación de seis años o las diversas variantes que de ésta se practicaba en la Vega (OCAÑA, C., 1974) y que requerían grandes cantidades de estiércol por marjal (seis carros por ciclo).

¹¹ En otro lugar (GONZÁLEZ DE MOLINA, M., 1995) hemos realizado un estudio demográfico a fondo de Santa Fe en el que mostramos la falta de dinamismo de la población debido a las frecuentes epidemias y la adecuación entre el ritmo de crecimiento de ésta y las variaciones interanuales del tamaño superficial del regadío constante.

INDICADORES DEL CAMBIO AGRARIO, 1752-1904 (EN REALES CONSTANTES)

Indicadores	1752	Incremento	1856	Incremento	1904	Incremento
Valor producto	516.255	100	1.404.702	272	3.830.108	741
Producción por habitante	216	100	288	133	540	250
Producción por activo agrario	938	100	993	106	1.367	145
Producción por hectárea	186	100	474	255	1.261	678
Tasa de crecimiento (%)	-	-	1,6	-	3,6	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro y Amillaramientos citados en el cuadro 14.10.

pesar de que la producción bruta por hectárea se multiplicó por 2,5. En resumidas cuentas, la lentitud inicial del crecimiento agrario (allá donde éste pudo darse, gracias a la relativa abundancia de agua) tuvo mucho que ver con la imposibilidad tecnológica de superar los factores limitantes del agroecosistema más que en una modesta medida. En este contexto se puede explicar el relativo estancamiento de la agricultura santafesina durante los años sesenta y setenta del siglo XIX, que provocó importantes movimientos migratorios. La sustitución de la vieja rotación por nuevos cultivos estuvo poco estimulada por los precios relativos del cereal y de las plantas textiles hasta comienzos de la década de los años ochenta. No hubo incentivos suficientes para la importación de materiales y energía o para la introducción de innovaciones que supusieran un uso más eficiente de los propios recursos.

5. El agua en la crisis de la agricultura orgánica tradicional

Esta situación de relativo estancamiento o de imposibilidad de crecer más allá de un punto, consiguiendo incrementos muy modestos de la producción *per capita*, hizo más vulnerable a la agricultura del sur peninsular (basada en el cultivo de cereal, para lo que carecía de *ventajas ecológicas comparativas*) a la unificación del mercado mundial de productos agrarios. Cuando eso tuvo lugar, a comienzos de la década de los ochenta del siglo XIX, la caída de los precios percibidos por los agricultores y en especial de los cereales obligó a una reconversión de la producción. En nuestro caso, tal reconversión se debió no tanto a la caída de los precios del trigo —que en realidad fue bastante modesta— como al hundimiento de los precios del lino y del cáñamo. A comienzos de los años ochenta, se introdujo el que sería el cultivo sustitutivo de los tradicionales, la remolacha azucarera

BALANCE HÍDRICO DE LA ROTACIÓN HABAS/REMOLACHA/TRIGO.
CONDICIONES DE REGADÍO DE SANTA FE (GRANADA).
FINALES DEL SIGLO XIX-PRINCIPIOS DEL SIGLO XX (mm)

Habas												
Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego					53	53	53	53				
ETc	12	8	17	21	121	144	218	164	48	24	18	9
ETRc	12	8	17	21	121	144	91	70	5	3	16	9
Variación R.	41	47	13	37	54	10						30
Reserva	41	88	100	100	64	10						30
Excedente			15	19								
Déficit							127	94	43	21	2	

Remolacha												
Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego							137	137	137	137		
ETc	3	2	2	13	86	124	218	242	244	230	146	40
ETRc	3	2	2	13	86	83	165	154	142	140	16	39
Variación R.	50	20			55	46						
Reserva	80	100	100	100	46							
Excedente		32	43	27								
Déficit					41	53	89	102	90	130	1	

Trigo												
Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego						50	50					
ETc	7	12	17	21	103	148	185	35	26	24	18	9
ETRc	7	12	17	21	103	116	78	17	5	3	16	9
Variación R.	46	43	12		72	29						30
Reserva	46	89	100	100	29							30
Excedente			16	19								
Déficit					32	107	18	21	21	21	2	

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.
ETRc: evapotranspiración real del cultivo.
R: reserva del suelo.

(Martín Rodríguez, 1982), que protagonizaría la «segunda revolución agrícola» de la Vega granadina hasta la década de los años veinte. Pero no sería hasta comienzos de los noventa cuando el cultivo se difundió extraordinariamente gracias a la seguridad y alta rentabilidad que ofrecían mediante contrato las numerosas fábricas azucareras asentadas en Granada.

La hipótesis que finalmente verificamos en el trabajo anterior referido a la fertilización (donde puede encontrarse una descripción de la remolacha como cultivo) es que su expansión fue posible gracias a la importación de fertilizantes químicos. A ello debe añadirse otra afirmación complementaria: dicha expansión fue posible porque se dispuso de una mayor dotación de agua durante el verano, gracias a la explotación y canalización de nuevos recursos. Aunque cabían varias posibilidades rotacionales, la más frecuente fue habas-remolacha-trigo (cuadro 14.12), que, al margen de suponer una duplicación de las necesidades en nutrientes (que sólo pudo ser satisfecha con abonos químicos), representaba un aporte de agua que ya comenzaba a ser considerable: 2.860 m³ de media anual, lo que suponía un incremento de casi el 50% respecto a la rotación anterior y de casi el doble de la práctica a mediados del siglo XVIII (cuadro 14.15). Según podemos ver en el cuadro 14.12, la remolacha requería agua abundante en los meses de verano en una magnitud que, según los datos disponibles, no llegaba a alcanzarse. De ahí que las labores de escarda fueran numerosas. Siendo la siembra en febrero, a partir de la nascencia y establecimiento se daban cuatro escardas repartidas entre los meses de marzo a junio, siendo la primera también de aclareo y reposición de marra, y la última un «manoteo» o arranque de malas hierbas, preparando el cultivo para la recolección. Las dos escardas intermedias se colocaban en momentos de elevado déficit hídrico (abril y mayo), intentando aprovechar al máximo el agua de riego y evitar su pérdida por evaporación del suelo facilitada por la capilaridad del mismo, como ya hemos comentado para otros cultivos.

Como era de prever, la demanda del cultivo se centraba entre los meses de marzo a setiembre; durante este período la planta recibía un total de ocho riegos, siendo más numerosos y abundantes en agua entre julio y setiembre. El cuadro 14.9 muestra el importante incremento experimentado en las aportaciones durante el verano. Con la dotación existente hasta finales de los años ochenta, la expansión de la remolacha no hubiera sido posible. Fue menester utilizar de manera más intensa las aguas del subsuelo mediante un mayor aprovechamiento de las surgencias ya conocidas y la apertura y encauzamiento de otras. En este sentido, el acuífero comenzó a operar como un embalse de regulación de carácter natural.

Según la documentación de que disponemos, perteneciente al Archivo de la Comunidad de Regantes de Santa Fe (constituida legalmente en 1906), entre 1884 y 1894 se amplió el caudal de tres surgencias distintas que permitió no sólo mejorar las dotaciones de la red tradicional, sino tam-

bién abrir nuevas acequias y ramales. En 1884, la comunidad de regantes adquirió del marqués de Retortillo el alumbamiento llamado de «San Juan», que fue ampliado tanto en su embocadura como en la longitud de sus acequias (250 l/s de máxima); en 1893 fue abierto a costa de los participantes el alumbamiento llamado de «Isabel la Católica», que proporcionaba un caudal de 350 l/s; y en 1894 fue ampliado el antiguo alumbamiento llamado «Ojos de Viana», que había regado con dificultad las tierras de la parte norte del término, por debajo del Genil y hasta los alrededores del Jau (150 l/s). Según el Informe de la Junta Consultiva Agronómica de 1916 (1918: 517 y ss), el aprovechamiento de las aguas subterráneas mediante máquinas elevadoras accionadas por energía de origen externo y preferentemente fósil había comenzado ya en el partido judicial de Santa Fe, sin que sea posible deducir de la fuente si alguna de ellas estaba localizada o servía a los riegos del pueblo. No obstante, los datos contenidos en las ordenanzas de la Comunidad de regantes permiten aventurar la hipótesis de que al menos dos pozos fueron abiertos junto a los alumbamientos de Isabel la Católica y San Juan. La mencionada Junta registraba en el partido judicial de Santa Fe, en efecto, la existencia de 20 bombas centrifugas movidas por vapor y energía eléctrica que, sin embargo, no regaban más que 654 ha, el 6,3% de todas las irrigadas. El destino de tales aguas era el de abastecer a aquellas tierras que disponían de poco riego o éste era eventual. La profundidad a la que se situaban los pozos oscilaba entre los 4 y los 25 metros y la dotación más frecuente obtenida era de unos 35 l/s. En cualquier caso, el dato demuestra que la transición hacia un uso más intensivo del agua gracias a la creciente adición de energía y materiales para extraerla del subsuelo o embalsarla (uso «industrial» del agua, frente al uso «orgánico» tradicional) se había iniciado gracias a la expansión de la remolacha, salida practicada a la crisis agraria finisecular, que aquí hemos querido interpretar también como crisis de la agricultura orgánica tradicional.

La progresión experimentada por superficie de riego y la consolidación de sus dotaciones siguió el curso que ya vimos en el epígrafe anterior. La extensión de los riegos constantes se incrementó en un 11%, a costa de los eventuales y a costa de las tierras ganadas al río tras su fortificación y marginación a finales del siglo XIX; la superficie de secano siguió prácticamente inalterada. Pero el cambio fundamental debió venir de una mayor y mejor dotación de agua durante el verano, cuestión esta que se intuye fácilmente de la observación de los datos de aportes de riego y su distribución intraanual. En definitiva, la adición de energía y materiales de fuera del agroecosistema, que comenzaban a venir de fuentes agotables, permitió acelerar la tasa de crecimiento económico. El cuadro 14.11 muestra que la tasa de crecimiento anual acumulativo pasó del 1,6 del período 1752-1856 al 3,6 entre esa fecha y 1904; y lo que es más importante, la producción por habitante, que había crecido sólo en una tercera parte en el primer período considerado, casi se

duplicó en el segundo. Queda demostrado, pues, que las posibilidades reales de crecimiento económico de los agroecosistemas semiáridos del sur peninsular estaban ligadas al aporte externo de energía y materiales y al desarrollo de tecnologías que permitieran superar el déficit crónico de humedad¹².

6. Hacia la agricultura industrial

En ausencia de cambios apreciables en el nivel de las precipitaciones hasta al menos los años ochenta, en los que se ha comenzado a hablar seriamente de la posibilidad de un cambio climático, el cultivo en secano sufrió importantes transformaciones gracias a la introducción de fertilizantes químicos y nuevas variedades de semillas. El barbecho desapareció y comenzaron a practicarse sucesiones de cultivos vinculadas directamente con el mercado y las directrices de la Política Agraria Común (PAC). Para nuestro propósito, hemos realizado el balance hídrico de la sucesión de cultivos que se practicaba en los años setenta (cuadros 14.5 y 14.6). Tales sucesiones estaban conformadas por trigo-girasol o habas-trigo-cebada, que arrojaban unos rendimientos medios de 1,6 tm/ha para el trigo, 1,8 para la cebada, 0,8 para las habas y 0,75 para el girasol. El balance hídrico realizado para la sucesión trigo/girasol muestra un fuerte déficit hídrico para el girasol en su época más crítica (la floración, en mayo), lo que repercute seriamente en los rendimientos finales. La introducción y extensión de este cultivo hay que achacarla principalmente a la política agraria comunitaria de los años setenta, que primó este cultivo en detrimento de otras grasas vegetales (aceite de oliva básicamente) e hizo muy atractivo su precio. Las escardas se realizaban en los cereales con rastra de púas (dos pases, normalmente) mientras el cultivo no estuviese cerrado (además de eliminar plántulas, se facilita el ahijamiento). Esta labor era posible gracias a la mecanización de la siembra. Posteriormente, se daba una escarda a mano para eliminar las malas hierbas hacia abril-mayo. En general, la disminución de labores de escardas y/o escarificados con respecto a finales del siglo XIX parece responder a una inconveniencia económica del precio de la mano de obra com-

¹² Así de optimista describía la Junta Consultiva Agronómica en su Informe citado de 1916 el cambio experimentado desde finales del siglo XIX: «En el transcurso de un tercio de siglo se ha operado en la agricultura granadina una evolución grandiosa. En aquellas vegas tuvo su cuna el cultivo de la remolacha azucarera, cuyos primeros ensayos dieron comienzo en 1874, erigiéndose la primera fábrica de azúcar en 1882, que con las restantes, construidas casi todas antes de 1892, monopolizaron esta industria, hasta las experiencias de Zaragoza, la implantación en Aragón y la generalización en las demás provincias donde hoy se cultiva la preciada raíz que ha sido clave en el progreso rural del territorio granadino. Se propagó el empleo de los abonos químicos, la aplicación de los arados Bravant arrastrados por potentes yuntas de toros que movilizaron capas de suelo virgen, el empleo de máquinas e instrumentos modernos, la adopción de alternativas racionales de cosechas y todo el progreso, en fin, que lentamente se ha extendido a la agricultura toda de regadío y secano» (1918, pp. 523 y 524).

pensada por los mayores rendimientos de las variedades mejoradas introducidas junto al uso de fertilizantes (un binomio casi imposible de separar).

Como puede apreciarse en el cuadro 14.13, la eficiencia del trigo de secano en el uso del agua de lluvia para producir biomasa comercial se multiplicó por tres, gracias sobre todo a los fertilizantes químicos y al uso de variedades de semillas mejoradas. No obstante, este indicador puede resultar engañoso si se considera de manera aislada: dicho incremento se vio contrarrestado con una pérdida de materia orgánica y de retención de agua en el suelo, debido básicamente al cambio en los implementos mecánicos de laboreo (uso de vertedera, mayor profundidad de labor, que implica mayor aireación de suelo, y por tanto mayor tasa de mineralización de la materia orgánica) y al cambio en las pautas de fertilización (de materia orgánica a fertilizantes químicos). Esto quiere decir que las funciones que dicha materia desempeñaba en el agroecosistema debieron ser asumidas por el agricultor en su manejo: suministro de nutrientes, mayor probabilidad de fracaso en caso de lluvias escasas¹³, aumento del uso de energía en el laboreo, etc... Debe tenerse en cuenta, asimismo, que las variedades tradicionales tenían un coeficiente de cosecha (biomasa comercial/biomasa total) mucho más bajo que las variedades mejoradas, lo que también hace disminuir radicalmente el coeficiente de eficiencia de uso del agua.

En cualquier caso, las transformaciones más importantes, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, tuvieron lugar en las tierras de

Cuadro 14.13

EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA
(KG PRODUCIDOS POR AGUA EVAPOTRANSPIRADA).
CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE SANTA FE (GRANADA)

	Secano		Regadío			
	Siglo XIX	Años setenta	Siglo XIX		Años setenta	
	Eficiencia Tm/ha (Kg/m ²)	Eficiencia Tm/ha (Kg/m ²)	Eficiencia Tm/ha (Kg/m ²)	Eficiencia Tm/ha (Kg/m ²)	Eficiencia Tm/ha (Kg/m ²)	Eficiencia Tm/ha (Kg/m ²)
Trigo	0,5	0,2	1,6	0,6	1,9	0,5
Habas			0,8	0,3	1,9	0,4
Remolacha					3,3	3,9
					4,5	5,8

¹³ Parece haber consenso en que la fertilización orgánica incrementa el contenido de materia orgánica del suelo. En este sentido, PARR *et al.* (1989, p. 159) han demostrado que, en zonas áridas, el incremento de la materia orgánica eleva la capacidad de retención de agua en el suelo e incluso la capacidad de infiltración. Una opinión un tanto diferente, aunque no del todo contraria, puede verse en MAC RAE, R. J. y G. R. MEHUY (1985).

regadío. La posibilidad de utilizar grandes máquinas para tracción permitió la construcción de grandes embalses de regulación y de potentes bombas de extracción de agua en grandes cantidades del subsuelo. De esa manera no sólo pudieron consolidarse definitivamente los regadíos tradicionales, superando el estiaje, sino también vencerse a gran escala las rigideces que establecía el sistema de riego por gravedad mediante la elevación de agua con motores a coras superiores al punto de toma. El crecimiento agrario experimentó un nuevo y más intensivo impulso, gracias a la introducción de cultivos más intensivos y a la expansión de las tierras irrigadas a costa de los secanos. Éste es el caso de Santa Fe a partir de finales de los años cincuenta y sobre la base de dos fenómenos paralelos. Por un lado, la construcción en 1958 del pantano de Los Bermejales (104 hm³) permitió reconvertir unas 6.000 ha de secano en varios pueblos de la Vega mediante la construcción del «Canal de Cacín»; de ellas, 270 ha estaban situadas en la parte alta del término municipal de Santa Fe. Por otro lado, se ampliaron los pozos de Isabel la Católica y de San Juan. Ambos, con 3,25 m de diámetro y 12 m de profundidad, fueron dotados con un grupo-bomba eléctrico de unos 60 cv de potencia. Con ellos pudo reforzarse y ampliarse incluso la red tradicional de riegos. Otra moto-bomba eléctrica de 125 cv fue instalada también para elevar las aguas de la acequia Real, a través de la cota de gravedad. Pero quizá el cambio más decisivo sobrevino a finales de los ochenta, cuando como consecuencia de la progresiva disminución del caudal de las aguas superficiales¹⁴, de haberse secado los alumbamientos de Isabel la Católica y de San Juan y del último, prolongado e intenso período de sequía, la Comunidad de Regantes de Santa Fe obtuvo de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir la cesión de dos pozos de alta profundidad (<50 m) accionados con bombas eléctricas. El destino de este nuevo recurso quedaba limitado a las zonas regadas ya por la acequia Real, Gorda, Macho y Canal de San Juan. Últimamente, la comunidad estaba negociando con la Confederación la cesión de dos perforaciones más de alta profundidad para abastecer la zona regada de los «Ojos de Viana». En total, la Comunidad estimaba en 3.000 l/s las «necesidades agrícolas» que entre mayo y septiembre (153 días) tenían los regantes asociados, algo más de 38 hm³, constituyendo las aguas subterráneas el aporte fundamental; todo lo contrario de lo ocurrido hasta finales de los cincuenta. A ello habría que añadir el agua proporcionada por el Canal de Cacín y los pozos construidos junto a las «Madres del Rao».

¹⁴ Las que conducía el río Genil sufrieron una apreciable disminución desde el momento en que se terminaron de construir los pantanos de Quénar (1975) y Canales (1988) en la parte alta de la subcuenca y con una capacidad de 84 hm³, dedicados al abastecimiento de la conurbación granadina y a la ampliación y consolidación de los regadíos en los bordes de la Vega.

BALANCE HÍDRICO DE UNA ROTACIÓN TIPO CON LOS CULTIVOS
MÁS REPRESENTATIVOS DE LA VEGA DE GRANADA. CONDICIONES
DE REGADÍO DE SANTA FE (GRANADA). AÑOS SETENTA (mm)

Tabaco

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego							120	120	120	120	60	
ETc	3	2	2	3	11	13	107	216	263	212	146	9
ETRc	3	2	2	3	11	13	107	216	145	123	76	9
Variación R.	50	50					79	21				30
Reserva	50	100	100	100	100	100	100	21				30
Excedente		3	43	37	21	25	41					
Déficit								118	88	70		

Remolacha

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego							120	120	120	120		
ETc	3	2	2	13	86	124	218	242	244	230	146	40
ETRc	3	2	2	13	86	83	148	137	125	123	16	39
Variación R.	50	20			55	46						
Reserva	80	100	100	100	46							
Excedente		32	43	27								
Déficit					41	70	106	119	107	130	1	

Habas

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego		60			60	60	60	60	120	120	60	
ETc	12	8	17	21	121	144	218	164	86	189	183	51
ETRc	12	8	17	21	121	144	112	77	86	162	76	39
Variación R.	41	47	13		30	46	24		39	39		
Reserva	41	88	100	100	71	24						
Excedente			15	19								
Déficit							106	87,2	26	107	12	

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.
ETRc: evapotranspiración real del cultivo.
R: reserva del suelo.

BALANCE HÍDRICO DE UNA ROTACIÓN TIPO CON LOS CULTIVOS
MÁS REPRESENTATIVOS DE LA VEGA DE GRANADA. CONDICIONES
DE REGADÍO DE SANTA FE (GRANADA). AÑOS SETENTA (mm)

Patata

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego						60	60	60				
ETc	3	2	2	3	49	97	218	262	218	97	18	9
ETRc	3	2	2	3	49	97	171	77	5	3	16	9
Variación R.	50	50			18	1	83					30
Reserva	50	100	100	100	83	83						30
Excedente		3	43	37								
Déficit							47	185	213	94	2	

Trigo

Mes	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Precipitación	53	55	45	40	32	38	28	17	5	3	16	39
Riego		60				60	60	60	180	120	60	
ETc	7	12	17	21	103	148	185	70	200	271	131	30
ETRc	7	12	17	21	103	126	88	70	192	123	76	30
Variación R.	46	24			72	29	7					9
Reserva	76	100	100	100	29							9
Excedente		78	28	19								
Déficit					22	97		9	148	55		

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo.
ETRc: evapotranspiración real del cultivo.
R: reserva del suelo.

Como consecuencia de todo ello el agroecosistema de Santa Fe sufrió una transformación radical. El secano retrocedió hasta convertirse prácticamente en marginal (691 ha). La dehesa (210 ha) fue repoblada con especies autóctonas y privada de su tradicional uso ganadero. En conjunto, Santa Fe se convirtió en un agroecosistema especializado por completo en cultivos de regadío, sin integración ninguna con los otros componentes del mismo (dehesa y secano) y desarticulado desde el punto de vista de los flujos de energía y materiales. La electricidad, el agua del subsuelo y la utilización masiva de agroquímicos constituyen en la actualidad el sostén de la agricultura que se practica. Con más agua disponible, las rotaciones se volvieron innecesarias y cobraron protagonismo los cultivos más demandados por el

mercado. Para nuestro análisis hemos optado por una sucesión tipo (cuadro 14.14), de acuerdo con el peso territorial que las fuentes (en este caso el mapa de cultivos de la época) dan a cada cultivo. Las dotaciones de agua de cada riego han aumentado, según se contrasta con las fuentes de información. Aun así, no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de los cultivos, de ahí que los rendimientos relativos se sitúen en torno al 60-70%¹⁵. Las escardas se mantienen básicamente en las mismas fechas que en el siglo XIX, así como las labores más habituales o particulares de cada cultivo como los riegos de invierno en trigo («aciberrado»), que servían para «apretar» la tierra a la semilla tras la siembra, no para cubrir posibles necesidades hídricas. En esta sucesión de cultivos aparecen por primera vez con peso territorial las segundas cosechas y cultivos hortícolas de alta demanda de agua (maíz, patata, tabaco), que hasta la fecha se habían limitado a pequeñas parcelas o zonas con dotaciones de agua muy estables y relativamente abundantes.

Cuadro 14.15

APORTE ESTIMADO DE AGUA EN LOS REGADÍOS CONSTANTES
A PARTIR DE LAS ROTACIONES TIPO (1750-1950).
CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE SANTA FE (GRANADA)

Año	Aporte total (mm)	Años de la rotación	Aporte medio anual (mm)	Superficie en riego (ha)	Aporte medio total (hm ³ /año)
1750	662	4	166	288	0,477
1850	1.112	6	185	1.204	2,231
1900	860	3	287	1.333	3,821
1970	2.280	5	456	2.591	11,815

Como puede apreciarse en los cuadros 14.14 y 14.15, el aporte de agua para riego se ha multiplicado. Éste constituye un buen ejemplo de la política hidrológica seguida por los diferentes gobiernos desde finales del siglo XIX y que algunos han calificado de *Costista* (Corominas, 1995); y ello porque se centró en la oferta de agua, intentando ampliarla todo lo posible, y olvidó la necesaria racionalización y ahorro en el consumo. Como hemos visto, el incremento de la demanda no ha venido sólo de la mejora de las dotaciones y de la ampliación del regadío, sino también de la

¹⁵ Ello confirma la impresión tan extendida por la zona de que a pesar de haber mejorado en las dotaciones de agua, los rendimientos no pueden equipararse a los de otras zonas más húmedas de Europa, dadas las especiales condiciones agroclimáticas de la zona.

utilización de semillas mejoradas de mayores requerimientos hídricos. Pero el crecimiento económico no puede mantenerse indefinidamente si no es a costa de un aporte externo y continuado de energía y materiales y un deterioro progresivo de los recursos locales. El continuo esfuerzo por incrementar los rendimientos o introducir nuevos cultivos y variedades poco adaptados, movido por la competencia mercantil, choca con la dotación de recursos del agroecosistema que a nuestra escala temporal debe considerarse fija. De esa manera, los factores ambientales que limitaron la producción agrícola reaparecen cuando aparentemente se habían superado.

Cuadro 14.16

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ESTIMADA
EN SECANO Y REGADÍO EN SANTA FE
(EN HECTÁREAS Y TONELADAS MÉTRICAS)

	1752	1904	1977
Superficie de secano	1.128	1.239	1.112
Superficie de regadío	288	1.333	2.601
Superficie cultivada	2.697	3.036	2.373
Producto bruto en secano	594	491	1.365
Producto bruto en regadío	1.111	25.389	32.664
Producto bruto total	1.705	25.880	34.029
Producto bruto/ha secano	0,5	0,4	1,2
Producto bruto/ha regadío	3,8	19,0	12,5
Producto bruto/ha total	2,8	8,5	10,4
Ratio secano/regadío	1-2	1-51	1-23

Fuente: Elaboración propia.

Santa Fe y la Vega de Granada en su conjunto constituyen una buena muestra de ello. En los últimos años han comenzado a surgir problemas muy serios relacionados con la cantidad y calidad de los recursos hídricos; problemas que a medio plazo pueden determinar una pérdida de capacidad productiva y que ya hoy están provocando una pérdida relativa de rentabilidad de la agricultura al incrementar los costes de producción. Nos referimos, en primer lugar, a la contaminación del acuífero con nitratos por los retornos de las aguas de riego y aplicación excesiva de fertilizantes (Pouliquen, 1994)¹⁶. Y en

¹⁶ Así describía la situación el IGME en el citado *Atlas*. «Desde el punto de vista de la contaminación, es preciso hacer mención a los procesos de afección provocados por los fertilizantes y pesticidas y por los vertidos de aguas residuales urbanas sin depurar; todavía no es significativa la contaminación

segundo lugar, al riesgo de sobreexplotación de los recursos hídricos de la subcuenca de continuar el crecimiento de la demanda sin medidas correctoras¹⁷. En los últimos años existieron problemas de abastecimiento en los períodos de relativa sequía o de precipitaciones por debajo de la media. En tales períodos las aguas superficiales dejaron de fluir en verano, y los embalses estuvieron casi secos y el nivel freático del acuífero bajó considerablemente como consecuencia de la escasez de la recarga y de la proliferación de pozos algunos legales pero en su mayoría ilegales, de muy difícil cuantificación.

En cualquier caso, las surgencias tradicionales hace ya tiempo que se secaron, prueba inequívoca de la disminución del nivel piezométrico. La mayor dependencia del agua subterránea y el creciente gasto energético invertido en su elevación ha convertido al agua en la principal partida de los costes de producción, aumento que es directamente imputable al deterioro del recurso. El agua ha pasado a convertirse, como lo están haciendo otros recursos naturales, en una «bien económico» de primer orden. Esta combinación de aumento del consumo (demanda) y disminución de la oferta (contaminación) es la responsable del carácter *social* y no natural de la sequía que, a pesar del aumento de precipitaciones experimentado en los cuatro últimos años, seguimos padeciendo en el sur de la Península. Lo ocurrido en Santa Fe en los últimos doscientos años sirve para demostrar de manera palpable los hechos que nos han conducido a esta situación.

Bibliografía

- AL-MUDAYNA (1991), *Historia de los regadíos en España (...a.C.-1931)*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- BOLENS, L. (1994), *Agrónomos andaluces en la Edad Media*, Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- COROMINAS MASSIP, J. (1995), «Agua y agricultura: situación actual y perspectivas», en L. del Moral Ituarte (ed.), *Seminario agua y territorio*. Sevilla: Departamento de Geografía, ejemplar mimeo.

por vertidos industriales. En este sentido, es causa de alarma el continuo crecimiento del contenido de nitratos, que en más del 25% de la superficie del acuífero sobrepasan ya los 50 mg/l, y la alta proporción de pozos con contenidos significativos en nitratos y contaminados microbiológicamente» (IGME, 1990, p. 56). Tanto es así que en este año de 1998 se ha tenido que prohibir definitivamente el consumo de agua de los pozos subterráneos con los que se abastece el consumo humano de Santa Fe y se ha iniciado la construcción de una depuradora de ósmosis inversa para tratar y potabilizar las aguas. El coste de construcción y mantenimiento de dicha planta debería ser tenido en cuenta a la hora de calcular los costes reales de la actividad agrícola en la zona e imputársela a aquellos que perciben unos beneficios absolutamente artificiales.

¹⁷ Una simple ojeada a los datos que recogen la aportación de agua a los cultivos y su multiplicación por las hectáreas reales de riego que existen en la Vega, sirve para desmentir el diagnóstico sin duda optimista que realiza el IGME en la nota 5.

- DOORENBOS, S. y W. O. PRUITT (1986), *Las necesidades de agua de los cultivos*, Roma: FAO, 24.
- DOORENBOS, S. y J. KASSAM (1986), *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*, Roma: FAO, 33.
- FUSI, J. P. y J. PALAFOX (1997), *España: 1808-1996. El desafío de la modernidad*, Madrid: Espasa.
- GARRABOU, R. et al. (1998), «El agua como recurso limitante en los sistemas agrarios de Cataluña (siglos XIX y XX)», en este mismo volumen.
- GARRABOU, R. y J. M. NAREDO (eds.) (1996), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid: Argentario/Visor Dis., 1996, pp. 127-169.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (1995), «La decadencia de la agricultura. Un ensayo de Historia Ambiental», Granada: Memoria de cátedra inédita.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (1998), «Factores sociales y ambientales en la crisis de la agricultura orgánica tradicional. Un estudio de caso», ponencia presentada en el Congreso Internacional de Historia Económica, Madrid, 24-27 de agosto.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M. y Y. POULIQUEN (1996), «De la agricultura orgánica tradicional a la agricultura industrial: ¿Una necesidad ecológica? Santa Fe, 1750-1904», en R. Garrabou y J. M. Naredo (eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid: Argentario/Visor Dis., 1996, pp. 127-169.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1990), *Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada*, Granada: Diputación Provincial.
- JUNTA CONSULTIVA AGRONÓMICA (1918), *Medios que se utilizan para suministrar el riego a las tierras y distribución de Los cultivos en la zona regable. Resumen hecho por ... de las memorias de 1916, remitidas por Los Ingenieros Del Servicio Agronómico provincial*, Madrid: Imprenta de Los Hijos de M. G. Hernández.
- MAC RAE, R. J. y G. R. MEHUY (1985), «The Effect of Green Manuring on the Physical Properties of Temperate-Area Soils», en *Advances in Soil Science*, vol. 3, pp. 71-94.
- MALPICA, A. (1997), «El paisaje agrario medieval en el Reino de Granada. Fuentes escritas y análisis arqueológico», en J. González Alcantud y otros (eds.), *Transformaciones agrarias en Andalucía Oriental y Norte de Marruecos*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 15-66.
- MARTÍN RODRÍGUEZ, M. (1982), *Azúcar y descolonización. Origen y desenlace de una crisis agraria en la Vega de Granada. El «Ingenio de San Juan», 1882-1904*, Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1975), *Mapa de cultivos y aprovechamientos. Granada, hoja 1009 E 1:50.000*, Madrid: MAPA.

- MORELL Y TERRY, L. (1888), *Estudio sobre las causas de la decadencia de la agricultura en la provincia de Granada y medios de regenerarla*, Granada: Imprenta de Indalecio Ventura.
- NAREDO PÉREZ, J. M. (1998), «Consideraciones económicas sobre el papel del agua en los sistemas agrarios», en este mismo volumen.
- NÚÑEZ DELGADO, M. y M. GONZÁLEZ DE MOLINA (1998), «La edad contemporánea: auge y decadencia de una economía agrícola (1750-1936)», en R. Peinado Santaella (ed.), *De Ilurco a Pinos Puente. Poblamiento, economía y sociedad de un pueblo de la Vega de Granada*, Granada: Diputación Provincial, pp. 167-354.
- OCAÑA OCAÑA, C. (1974), *La Vega de Granada*, Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- PARR, J. F., R. I. PAPENDICK, S. B. HORNICK, D. COLACICCO (1989), «Use of Organic Amendments for Increasing the Productivity of Arid Lands», en *Arid Soil Research and Rehabilitation*, vol. 3, pp. 143-170.
- PFISTER, C. (1990), «The Early Loss of Sustainability», en P. Brimblecombe y C. Pfister (eds.), *The Silent Countdown*, Berlín: Springer-Verlag, pp. 37-55.
- POULIQUEN, Y. (1994), *La agricultura en Santa Fe en el siglo XX*, Córdoba: Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, ejemplar mimeo.
- PRADOS DE LA ESCOSURA, L. (1992), «Crecimiento, atraso y convergencia en España e Italia: introducción», en L. Prados y V. Zamagni (eds.), *El desarrollo económico en la Europa del Sur: España e Italia en perspectiva histórica*, Madrid: Alianza, 1992, pp. 27-55.
- SANA VILASECA, J. et al. (1996), *La gestión de la fertilidad de los suelos*, Madrid: MAPA.
- SCHLEGEL, A. J. y J. L. HAVLIN (1997), «Green Fallow for the Central Great Plains», en *Agronomy Journal*, vol. 89, septiembre-octubre, pp. 762-767.
- SIMÓN, M. et al. (1995), *Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos, escala 1: 100.000. Granada-1009*, Granada: Universidad de Granada/ICONA.
- SIMPSON, J. (1992), «Los límites del crecimiento agrario: España, 1860-1936», en L. Prados y V. Zamagni (eds.), *El desarrollo económico en la Europa del Sur: España e Italia en perspectiva histórica*, Madrid: Alianza, 1992, pp. 103-138.
- SIMPSON, J. (1996), «Cultivo de trigo y cambio técnico en España, 1900-1936», *Noticiario de Historia Agraria*, pp. 39-56.
- TORTELLA, G. (1994), *El desarrollo de la España contemporánea. Historia económica de los siglos XIX y XX*, Madrid: Alianza.
- WRIGLEY, E. A. (1988), «Two Kinds of Capitalism, two Kinds of Growth», en *LSE Quarterly*, 2: 2, pp. 97-121 [hay traducción española en *Estudis d'Història Econòmica*, 1, 1989, pp. 89-107].

CAPÍTULO 15

LA AGRICULTURA DE REGADÍO EN UNA
COMUNIDAD DEL NE DE LA PALMA
(ISLAS CANARIAS): LOS SAUCES*

José Antonio Batista Medina
Universidad de La Laguna (Tenerife)

Introducción

En el presente trabajo vamos a analizar un sistema de riego situado en San Andrés y Sauces, municipio de 42,75 km² del NE de La Palma (Islas Canarias). Queremos destacar, ahora, tres interesantes características del mismo. Por un lado, la mayor parte del agua utilizada en este municipio procede de unos manantiales que en los últimos años han visto reducido su caudal, lo que ha sido problemático. Por otra parte, el agua de estos manantiales, de dominio público, la gestiona una Comunidad de Regantes (C.R. de Los Sauces) fundada en 1903, tipo de organización poco frecuente en Canarias pues se ha considerado, por lo general, privado tal recurso. Por último, el cultivo que ocupa la mayor parte de la zona de riego es la platanera, por lo que podemos decir que nos encontramos ante un sistema agrario altamente especializado, lo cual, en lo que se refiere a la gestión del agua, tiene ventajas.

1. Topografía y edafología

La Palma es una isla montañosa. En unos escasos 28 km de anchura máxima (entre Puntagorda y Puntallana) se llegan a alcanzar alturas de más de 2.000 m (el punto más alto es el Roque de los Muchachos [2.426 m]).

* Quiero hacer constar mi agradecimiento a don José Rodríguez Marante (secretario de la Comunidad de Regantes de Los Sauces) por su ayuda y por permitirme usar el equipo informático de la Comunidad, a don Manuel Marcos Pérez Hernández (alcalde del Ayuntamiento de San Andrés y Sauces) por las facilidades dadas para poder viajar a Segovia, y a los técnicos de la Agencia de Extensión Agraria de Los Sauces por sus comentarios y datos.

Luego, si hay una característica que debamos destacar de la zona que analizamos es la pendiente del terreno, que en varios lugares sobrepasa el 30%. Como es de suponer, ello ha llevado a la construcción de pequeños barrancos, cuya espectacularidad es mayor en las laderas del imponente barranco del Agua. Otra característica de la zona que nos ocupa es su «fragmentación». Es decir, aquella se encuentra surcada por barrancos de diferente tamaño: desde profundos y de largo recorrido (cumbre-mar) como el ya citado, hasta otros que no pasan de ser «barranqueras» (barrancos muy pequeños).

No contamos con suficientes datos para realizar una descripción precisa de los suelos del sistema agrario que analizamos, aunque muchas de las terrazas (especialmente las más antiguas) se construyeron con la tierra que había en los lugares de emplazamiento o en sitios próximos a éstos (algunos mapas ponen de manifiesto que la mayor parte del área de riego es zona antropizada con suelo natural [ver Fernández y Tejedor, 1988: 247, y García Rodríguez, 1992: 76]). En tal sentido, podemos decir que la zona de riego ocupa la franja de los denominados *vertisoles* («barros»), situados por debajo de los 350 m de altitud. Éstos son bastante arcillosos, pobres en materia orgánica, poco permeables, con pH de 7 a 8, estructura poliédrica muy desarrollada, etc. (ver Fernández y Tejedor, 1988: 254; Rodríguez Hernández, 1991: 13, y MAPA, 1988: 11-12). Ya en la zona más alta de regadío y, sobre todo, en la de secano nos encontramos los *suelos pardos* y los *ferialíticos*. Estos últimos, que se consideran muy fértiles, son ricos en óxidos e hidróxidos de hierro (lo que les da un color rojizo), contienen un porcentaje elevado de arcilla, un alto contenido de magnesio y medio de materia orgánica. Su pH es ligeramente ácido (ver Fernández y Tejedor, 1988: 254, y MAPA, 1988: 12). Por sus condiciones, estos suelos se han usado tradicionalmente en la construcción de banales para plátanos. Por su parte, los *suelos pardos*, también propios de las medianías, poseen un elevado contenido de potasio, son muy ricos en materia orgánica y profundos, y están bien estructurados (Fernández y Tejedor, 1988: 253).

Con todo, si tenemos en cuenta que tales tierras llevan cultivándose desde hace mucho tiempo, con lo que ello implica, no debe sorprender el hecho de que sus características hayan variado. Análisis realizados en los últimos años (información oral obtenida en la Agencia de Extensión Agraria de Los Sauces) ponen de manifiesto que los terrenos de cultivo estudiados se caracterizan, en general, por contar con un pH ácido o muy ácido y reducidos niveles de nutrientes. El contenido de materia orgánica es medio-bajo. En cuanto a la textura, se puede decir, de acuerdo con la información obtenida en la AEA y del trabajo de campo, que es muy variada, incluso en una misma zona.

Al ser la plantanera el cultivo al que vamos a dedicar el presente trabajo, creemos necesario exponer muy brevemente sus exigencias en suelos (ver

Álvarez de la Peña, 1981: 49-50). En primer lugar, debemos indicar que los terrenos deben contar con un buen drenaje al ser una planta muy sensible al agua estancada. Los agricultores plantaneros canarios, conocedores de esta característica, han creado sistemas artificiales de drenaje en el interior de los banales. Así, debajo de la tierra de cultivo se encuentra una capa de piedras de regular tamaño y sobre ésta otra de materiales menudos. Tal base contribuye a que el agua de riego y lluvia no quede estancada en la capa de cultivo, lo que es perjudicial para la plantanera. En cuanto a la textura, los mejores suelos son los franco-arenosos. Además, deben poseer una buena estructura y gran porosidad. También es muy importante el contenido en materia orgánica de la tierra de cultivo, estableciéndose un mínimo del 2,5 al 3%, aunque en la actualidad tales valores se consideran óptimos (Agencia de Extensión Agraria). Por último, y en lo que se refiere al pH, la plantanera se desarrolla mejor en suelos en los que éste sea ácido o ligeramente ácido (6, 5 y 7).

2. El clima

2.1. Temperaturas

En el municipio de San Andrés y Sauces, las temperaturas medias mensuales oscilan entre 15,5 (enero) y 22,2 (agosto) grados centígrados, luego, la amplitud térmica media es de 6,7 grados centígrados (MAPA, 1991: 102). La temperatura media (año) se sitúa en 18,60°C, con lo cual podemos hablar de un clima, en general, templado. Debemos tener en cuenta que los datos con los que contamos son valores medios, los cuales tienden a «esconder» importantes variaciones. Sin embargo, podemos decir que suelen ser calurosos agosto y parte de septiembre, y fríos enero y febrero (ver también Marzol, 1988: 182-183).

Debemos señalar que las temperaturas varían según la altura. En la costa, las temperaturas medias pueden situarse en torno a 19-20°C. Hacia los 450-500 m (zona de Los Tilos) bajan hasta unos 16°C (Gobierno de Canarias, 1995: 158). A mayor altitud (áreas de cumbre), aquéllas se reducen aún más. Aparte, aumentan los contrastes térmicos diarios.

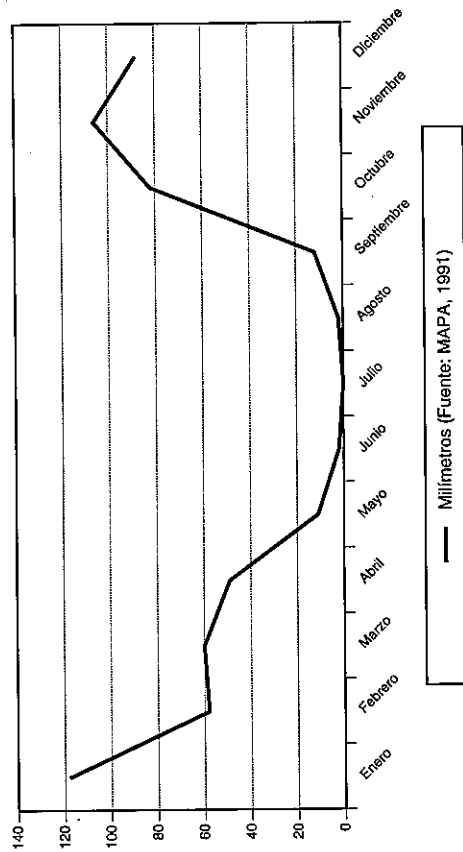
2.2. Las lluvias, la evapotranspiración potencial (ETP) y la humedad relativa

La situación del municipio estudiado en el Nordeste de la isla de La Palma, lo que expone a esta zona a la llegada de vientos cargados de humedad tras su recorrido sobre el océano (Marzol, 1988: 186), hace que se beneficie de abundantes lluvias, que, como es frecuente en Canarias, se agrupan en unos pocos meses.

A una altitud de 300 m, la precipitación media anual se sitúa en torno a 570 mm¹. Los meses de verano y primavera (gráfico 15.1) son pobres en lluvias (111,7 mm, lo que constituye el 19,58% del total anual), pero especialmente los primeros (8,7 mm, el 1,52% de la pluviometría media anual). Podemos decir, pues, que el verano es una estación marcadamente seca, lo que está «ligado a la presencia del anticiclón de las Azores al Norte de las islas y una baja presión térmica sobre el Sahara» (Marzol, 1988: 191). En las estaciones de otoño e invierno, la pluviometría media es de 458,5 mm, concentrando, pues, el 80,41% del total anual, lo que guarda relación con las borrascas que alcanzan a las islas desde noviembre a marzo (ver Marzol, 1988).

Gráfico 15.1

PLUVIOMETRÍA MEDIA MENSUAL



La pluviometría media anual también cambia en función de la altitud. Ya vimos que a una altura de aproximadamente 300 m la media se sitúa en unos 570 mm (un poco menos en zonas más bajas). A una altitud de 500 m (zona de Los Tilos) la pluviometría media es de unos 700 mm (Gobierno de Canarias, 1995: 158). En torno a los 1.350-1.400 m (zona de Marcos y Cordero) la media alcanza los 1.068,5 mm². En ciertas partes, a la lluvia

¹ El período analizado fue 1946-1979 (MAPA, 1991: 99). La situación de la estación a esta altura (300 m) hace que los datos sólo sean representativos de la parte más alta del área de riego, que alcanza aproximadamente los 350 m en la parte de Los Sauces (un poco más en el barranco del Agua).

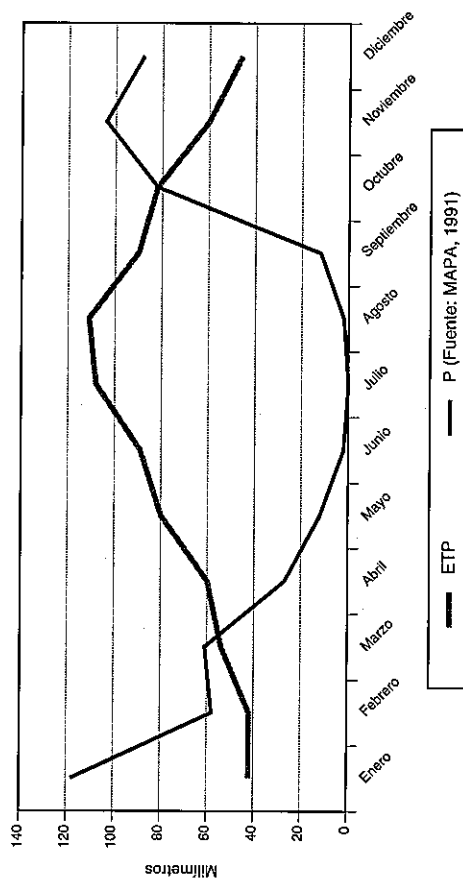
² Período: 1973-1993. *Red pluviométrica de SIC de Tenerife*. ICONA.

debe añadirse la denominada precipitación horizontal («llovizna de bruma») que se produce en la zona afectada por las nieblas, cuyo límite superior se encuentra hacia los 1.400-1.500 m. Se mantiene que el agua producida por la condensación del vapor de agua contenido en el aire de las brumas al entrar en contacto con la vegetación es muy superior, aunque es una cuestión poco estudiada, al total que corresponde a la lluvia normal.

En cuanto a la evapotranspiración potencial media, el MAPA fija para San Andrés y Sauces un total anual de 864,4 mm, correspondiendo a los meses del verano los valores mayores de todo el año. Si comparamos la ETP media mensual con la pluviometría media mensual (P) (gráfico 15.2), observamos una larga etapa de déficit hídrico, que alcanza su cenit en el verano, en la cual debe recurrirse necesariamente al riego.

Gráfico 15.2

BALANCE HÍDRICO



Teniendo en cuenta los anteriores factores, se puede establecer que en el sistema que estudiamos la duración media del período seco es de 4,5 meses (MAPA, 1991: 119). Esta etapa corresponde al final de la primavera, el verano y el comienzo del otoño (junio-septiembre y parte de octubre).

Finalmente, en lo que se refiere a la humedad relativa, que en Canarias guarda estrecha relación con la presencia del mar y una elevada evapora-

ción ligada al caldeoamiento superficial del agua (Marzol, 1988: 195), puede situarse en torno al 70%.

3. Los cultivos: el regadío

En el sistema agrario que estudiamos, el regadío ha sido históricamente más importante que el secano. De hecho, Los Sauces cuenta con una de las zonas de riego más antiguas de La Palma, cuyos orígenes hay que buscarlos en los repartos de tierras y aguas posteriores a la conquista (ver Vña, 1997 y Batista, 1996a).

La zona regable³ bajo el control de la Comunidad de Regantes de Los Sauces es de 326,2616 ha, lo que corresponde a la superficie total del espacio que tiene el siguiente contorno: barranco del Agua, acequia de La Tomada, barranco de la Herradura y el mar (art. 4 de las Ordenanzas). Tal zona se encuentra entre los 30 y los 350-360 m (aprox.) sobre el nivel del mar, ascendiendo un poco más (hasta los 370-380 m aprox.) en la parte de riego del barranco del Agua. Sin embargo, la superficie inscrita en la Comunidad (superficie de riego) siempre ha sido inferior a esas 326,2616 ha. En 1948 aquélla ascendía a 253,91 ha (el 77,82% de la superficie regable) y en 1996 a 241,24 ha (el 73,94% de la superficie regable). No obstante, tales porcentajes aumentan significativamente si tenemos en cuenta que en esas 326,2616 ha se incluye la superficie correspondiente a calles, edificios, etcétera, esto es, si consideramos que la realmente regable es inferior a la establecida.

El índice de Turc para el regadío en esta zona es de 61,2 (valor anual), superando al fijado para el secano (17,5) en 43,7. Para las tierras bajo riego la mayor potencialidad agrícola se alcanza de abril a septiembre, esto es, en las estaciones de primavera y verano (ver gráfico 15.3).

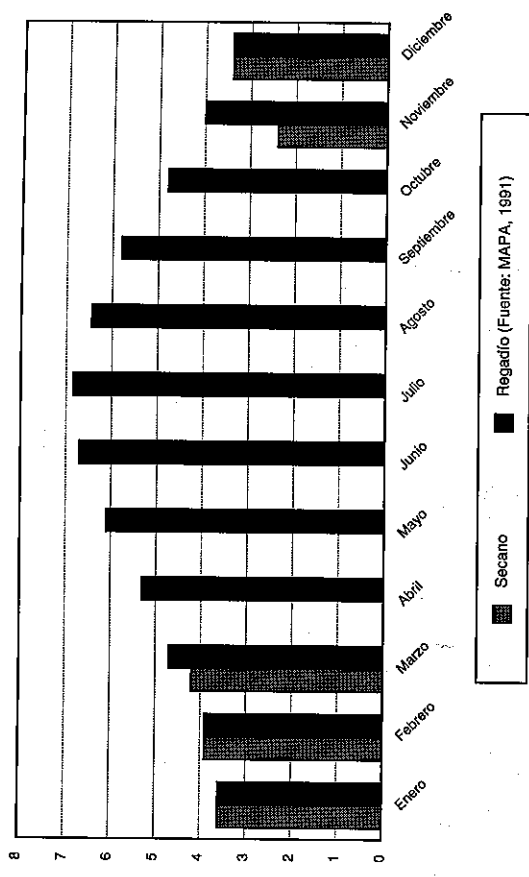
La platanera es, en el sistema agrario que estudiamos, el cultivo de regadío predominante desde los años veinte del actual siglo, aunque también han tenido importancia otros como el ñame (taro), la caña de azúcar y, en general, todo lo que se conoce en la zona como «frutos menores»⁴. En la actualidad, sin embargo, la relevancia de estos cultivos es, salvo las papas, los boniatos y el ñame, reducida, dedicándose a ellos pocas hectáreas.

³ Entiéndase por ésta la «superficie que tiene derecho al uso de las aguas otorgadas por una concesión para riego...» (en LÓPEZ-GÁLVEZ, J. y J. M. NAREDO [eds.], 1997: 399).

⁴ Bajo esta denominación se engloban todos los cultivos destinados al autoconsumo y parcialmente al mercado (papas, boniatos, coles, judías, etc.). Sería, pues, equivalente a la expresión aceptada por los especialistas canarios *cultivos ordinarios* (ver GARCÍA RODRÍGUEZ, J. L., 1992: 125, nota 61).

Gráfico 15.3

ÍNDICE DE TURC



3.1. La platanera

3.1.1. Superficie, variedades y zonas de cultivo

En el municipio al que pertenece el sistema agrario que analizamos se cultivan unas 348 ha (1988-1991 y 1995)⁵ de platanera, lo que supone cerca del 13% de la superficie cultivada en toda la isla, que en 1995 era de 2.744 ha. De los tres municipios de la comarca NE de la isla (San Andrés y Sauces, Barlovento y Puntallana), el que nos ocupa es el que más superficie dedica a plátanos, concentrando el 53,12% (el 53,08% en 1991) del total (ver cuadro 15.1).

La principal variedad cultivada es la Pequeña Enana. Otras variedades más productivas y de mayor tamaño (p. ej., la Gran Enana) han tenido una pobre acogida en nuestro sistema. No obstante, algunos agricultores las han plantado en ciertas parcelas protegidas del viento, más o menos bien comunicadas, etc. También hemos visto algunos ejemplares en medio de terrenos dedicados a la variedad «tradicional».

Empleando como criterio la altitud, se han establecido convencionalmente tres zonas de cultivo: 0-100 m (1ª), 100-200 m (2ª) y 200-350 m (3ª). Por encima de los 350 metros, a causa de la disminución de las temperaturas,

⁵ Los datos de 1988-1991 son del ISTAC (1994: 318) y los de 1995 han sido proporcionados por la Agencia de Extensión Agraria.

SUPERFICIE DE PLÁTANOS EN EL NE DE LA PALMA
 (1988-1990)

Municipio	Hectáreas	%
Barlovento	194	29,61
S. Andrés y Sauces	348	53,12
Puntallana	113	17,25

Fuente: ISTAC (1994: 318).

el ciclo de la platanera se alarga demasiado, por lo que su cultivo no es rentable (Álvarez de la Peña, 1981: 33, 35).

La calidad de la fruta y su peso varían de acuerdo con la zona en la que se sitúa la explotación, siendo mayores en la primera (zona de costa). La costa es, sin duda, el mejor «piso» para el cultivo de la platanera. Por ello, no debe extrañar que tal zona sea la más apreciada por los agricultores, la de mayor valor y la que concentra buena parte del agua disponible, el trabajo, las inversiones en tecnología, etc. En nuestro caso, la platanera se cultiva prácticamente en toda la zona de riego, aunque en las partes más altas de ésta las parcelas de plátanos coexisten con otras dedicadas a diversos cultivos (ñame, papas, maíz...). Ello quiere decir que llega hasta la cota máxima recomendable para su cultivo (350 metros).

No vamos a tratar la época de plantación de la platanera por ser una cuestión irrelevante en nuestro caso. Sí debemos señalar que la continuidad de tal cultivo está ligada al hecho de que cada planta emite varios retoños llamados comúnmente «hijos». De éstos, el agricultor ha de seleccionar el más adecuado⁶ para reducir la competencia por los nutrientes, el agua y la luz. Se trata, pues, de lograr el máximo rendimiento del hijo seleccionado (ver Álvarez de la Peña, 1981: 77 y ss., y Méndez Hernández, 1994). A esta labor, realizada tradicionalmente con una barra de hierro con uno de sus extremos aplastado («barreta»), se le denomina «deschijado». Tal operación es sumamente importante, pues de la elección del mejor «hijo» depende, en buena medida, el éxito de futuras cosechas.

3.1.2. Recolección y rendimiento

La recolección de los racimos (cada planta produce uno) o «piñas» tiene lugar a lo largo de todo el año, aunque según las zonas, aparte de

⁶ A veces se deja un hijo «extra» que se denomina «nancuena» (Álvarez de la Peña, F. J., 1981: 78).

otros factores, tanto a nivel insular (Norte o Sur) como local (1.^a, 2.^a y 3.^a) existen variaciones en lo que respecta a los períodos principales de corte. Aunque es difícil generalizar, se señala (IBERPLÁN, 1972: 38) que en la zona de costa del Norte las recolecciones mayores tienen lugar entre el final del invierno y la primavera. En partes más altas, la época principal de «corte» es la que comprende el final de la primavera y el verano. En nuestro caso, un estudio de seis fincas situadas en diferentes partes nos permite corroborar, *grasso modo*, lo expuesto. Debemos indicar que tal diferenciación es sumamente importante, pues ha repercutido en los ingresos que obtienen los agricultores de sus explotaciones. Hay que tener en cuenta que los precios pagados al agricultor, distintos para cada categoría, han sido mayores en los meses de otoño e invierno y menores en pleno verano (julio-agosto, sobre todo), lo que se comprueba al analizar períodos largos (ver Rodríguez Brito, 1986: 307-333). Ello obedece, entre otros factores, a que en el verano siempre ha sido mayor la variedad de frutas de temporada existente en los mercados peninsulares, es decir, éstos no se hallan, como en el invierno y sus proximidades, desabastecidos de frutas frescas. Por tal motivo, han resultado mucho más rentables aquellas explotaciones en las que el grueso de la producción se ha logrado en el otoño y el invierno (especialmente octubre-diciembre), que es cuando, por lo general, mejor se han pagado los plátanos. Con todo, tal situación ha cambiado en los últimos años. De hecho, datos de 1996 y 1997 facilitados por las cooperativas AGUSA y CUPALMA ponen de manifiesto que se han pagado mejores precios en verano que en pleno invierno.

En cuanto al rendimiento, debemos apuntar que por factores de diversa naturaleza (zonas, nivel de atendimiento...) hay notables variaciones de unos casos a otros, incluso en un mismo lugar. En las mejores zonas (1.^a y 2.^a), la producción media oscila, aproximadamente, entre 40 y 50.000 kg/(ha año), bajando en zonas más altas (ver MAPA, 1988: 21)⁷.

3.1.3. Marco de plantación y necesidades de agua

En aquellos terrenos en los que se continúa regando «a manta» (que en el sistema agrario que estudiamos son la mayoría), las plantas se encuentran dispuestas en lo que en la zona se denominan «calles», esto es, compartimientos de longitud y ancho variables muchas veces de forma rectangular (p. ej., 6 x 2 m) limitados por bordos llamados «camallones» (caballones), siendo usual una separación entre plantas de aproximadamente 2,50 x 2,50 m, aunque, como señalan los agricultores, con el paso del tiempo la plantación

⁷ En este estudio del MAPA se habla de 30-35.000 kg/ha (MAPA, 1988: 21), aunque nosotros hemos visto rendimientos aún menores.

va «degenerando», por lo que deben introducirse correcciones mediante el «deshijado». Dentro de las parcelas, el agua es conducida, en muchos casos, por el «macho», esto es, una especie de acequia que las atraviesa longitudinalmente. En otros casos, los «machos» han sido sustituidos por canales de cemento que han hecho posible una notable reducción de las pérdidas de agua y que han aumentado la comodidad del riego. Por lo general, sólo hay un canal interno, aunque ello depende, en última instancia, de la longitud de las «calles» en el momento de su implantación. En las parcelas en las que aquéllas eran demasiado largas, se ha introducido un canal adicional en el medio, con lo cual se divide, en lo tocante al riego, el terreno en dos secciones. Tales modificaciones se comprenden si tenemos en cuenta que desde 1986 se viene limitando el tiempo de riego que corresponde a cada terreno, cambio en la asignación que dio lugar a la aparición de incentivos a nivel individual para reducir las pérdidas de agua en el interior de las parcelas y regar en el menor tiempo posible.

La platanera es una planta muy exigente en agua. Se podría afirmar que para mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo, fundamental para lograr buenos rendimientos, es necesario aportar cantidades de tal recurso en intervalos de tiempo cortos y mejor aún si se hace de modo continuo. En los períodos de lluvias, el agua requerida es aportada de forma natural, pero cuando aquéllas escasean, lo que es corriente en Canarias, debe recurrirse al riego.

En el sistema agrario que estudiamos, al igual que en otros de esta zona de la isla, la demanda anual de este cultivo se ha fijado en 17.610 m³/ha (Gobierno de Canarias, 1992: 73). Lógicamente, las necesidades se reparten a lo largo del año de modo desigual. Si tomamos los datos que recoge Álvarez de la Peña (1981: 102), referidos a zonas de costa en las que se emplee el riego a manta, comprobamos (ver gráfico 15.4) que entre junio y septiembre (incluyendo ambos meses) se concentra el 43,18% de las necesidades. En otro estudio (IBERPLÁN, 1972: 32), éstas aparecen más concentradas (ver gráfico 15.4) en esos meses, aparte de fijarse un valor 0 para enero y diciembre, período en el que, en zonas Norte (a las que se refiere), las necesidades hídricas son, por lo general, satisfechas por las lluvias.

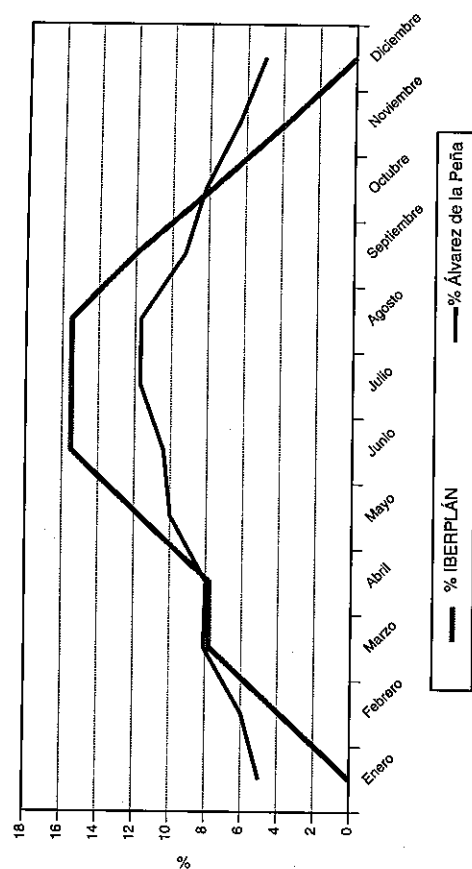
3.1.4. Abonado

De los elementos necesarios para la platanera los más importantes son el potasio (con influencia en la fructificación y, especialmente, en el tamaño y peso de las «piñas»), el nitrógeno (que influye en el desarrollo de la planta) y, en menor medida, el fósforo⁸. Los agricultores proporcionan esos

⁸ Ver ÁLVAREZ DE LA PEÑA, F. J. (1981: 121-122), MARTÍN RUIZ, J. F. *et al.* (1991: 15), LÓPEZ GÓMEZ, A. (1972: 31) y HERNÁNDEZ GÓMEZ, G. (1991: 101).

Gráfico 15.4

DISTRIBUCIÓN MENSUAL (%) DE LAS NECESIDADES DE LA PLATANERA (RIEGO A MANTA)



elementos (en muchos casos de forma poco racional [ver Hernández Gómez, 1991: 101, y García, 1980: 45]) con abonadas que se realizan en la época de riego, por lo general de marzo-abril a octubre o incluso noviembre según la presencia o no de lluvias, etapa que coincide con la fase de crecimiento activo de la planta (Álvarez de la Peña, 1981: 122-123). Los métodos de abonado, sus fórmulas y su programación varían de unos casos a otros, aunque en el que estudiamos y otros próximos es corriente, sobre todo en el riego a manta, dejar dos ciclos de riego por medio entre una aplicación y otra. Lo frecuente, en tal caso, es extender el abono sobre la superficie del terreno un poco antes de regar, aunque entre los agricultores que tienen sistemas de riego por aspersión se está generalizando el uso de lo que llaman «abonadoras», que son pequeños bidones o tanques metálicos en los cuales se mezcla el abono (productos muy solubles) con el agua con la que se va a regar. Sea como fuere, lo cierto es que, en general, el agricultor platanero canario ha dado prioridad, hasta incluso llegar a excederse (García, 1980: 45), a la fertilización nitrogenada, lo que se entiende si tenemos en cuenta que, por las condiciones climáticas de las islas, los suelos suelen ser muy pobres en nitrógeno (IBERPLÁN, 1972: 25). En cuanto al potasio, cuyas necesidades son elevadas, se cuenta con la ventaja de que los suelos canarios son, por lo general, ricos en tal elemento, lo que hace que la fertilización potásica sea, en principio, algo menos importante, aunque ello dependerá de cada caso concreto (ver García, 1980: 46 y Borges, 1980: 41-43). De hecho, en el nuestro se han analizado suelos en los que el conte-

nido de potasio es bajo, siendo, pues, fundamental la aportación de éste. Indicar, por último, que desde hace tiempo se usan bastante los abonos complejos, que poseen, en distintas cantidades, todos los elementos necesarios para la platanera. Por otro lado, se está acudiendo más a los técnicos de los «empaquetados» y de la Agencia de Extensión Agraria en busca de asesoramiento.

El agricultor platanero canario siempre ha considerado importante el abonado orgánico de la platanera⁹. Sin embargo, el *estercolado* (especialmente en su modalidad de enterramiento)¹⁰, que ha dependido tradicionalmente de una ganadería (vacas, sobre todo) ligada a las explotaciones agrícolas, ha ido perdiendo protagonismo debido a toda una serie de factores estrechamente relacionados. El más importante ha sido, sin duda, la crisis de la ganadería tradicional. A ello debemos añadir la paulatina reducción de la mano de obra disponible y el aumento de los salarios agrícolas (ver, p. ej., Martín Ruiz *et al.*, 1991: 26-28), factores estos últimos con especial incidencia en la modalidad antes citada. En la actualidad, y al contrario que en el pasado, es considerable la dependencia de los abonos químicos. De hecho, hay muchas explotaciones que no reciben aportaciones de estiércol desde hace bastantes años. Salvo los agricultores que aún obtienen su propio estiércol, los demás que quieran conseguirlo deben comprarlo en pueblos del norte de la isla (p. ej., Garafía), lo cual aumenta considerablemente los costes de producción, pues se estima que el necesario para una hectárea alcanza las 450.000 pesetas (1997).

4. El riego

4.1. El agua: origen y disponibilidades

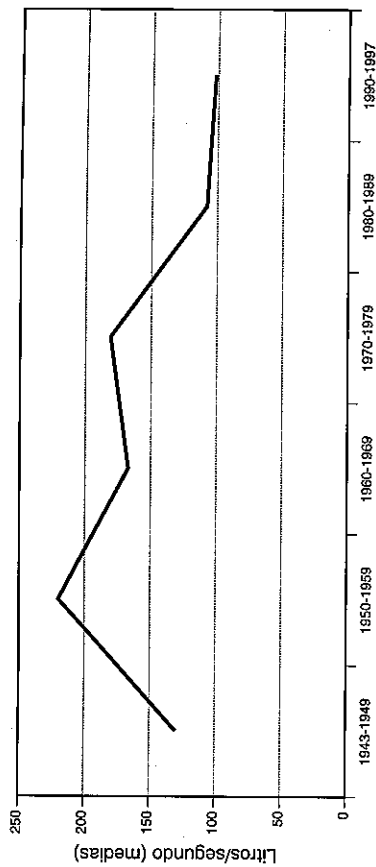
La mayor parte del agua de riego empleada en el sistema agrario que analizamos proviene de los manantiales de Marcos (1.360 m) y Cordero (1.420 m), aprovechados en esta zona desde poco después de la conquista. El caudal de estos nacientes es considerable, situándose en el período 1990-1997 en 101,96 litros/segundo (media). Debemos señalar, no obstante, que, debido principalmente a las «galerías» que han captado agua del acuífero que los alimenta, la producción hídrica de Marcos y Cordero ha venido reduciéndose desde hace bastantes años, lo que se comprueba con claridad en el gráfico 15.5, donde hemos recogido las medias de la etapa 1943-1997 dividida en seis grupos.

⁹ Al respecto, ver, por ejemplo, ÁLVAREZ DE LA PENA, F. J. (1981: 122), MARTÍN RUIZ, J. F. *et al.* (1991: 26-28), LÓPEZ GÓMEZ, A. (1972: 41) y HERNÁNDEZ GÓMEZ, G. (1991: 91).

¹⁰ En Canarias ha sido corriente la práctica, dura y costosa, de enterrar el estiércol, para lo cual se abren unos hoyos en los que también se depositan elementos como las hojas y otros desechos de la platanera.

Gráfico 15.5

CAUDAL DE MARCOS Y CORDERO EN PERÍODOS ANUALES (1943-1997)



La reducción del caudal de Marcos y Cordero ha llevado a la introducción de agua de otra procedencia, como veremos más adelante. Con todo, el recurso hídrico proveniente del exterior, pese a su importancia para poder regar adecuadamente la platanera, sólo representa en torno al 10% (media 1992-1995) del total disponible cada 15 días.

4.2. Infraestructura hidráulica

En la zona de riego, el agua es conducida y distribuida, en su mayor parte, por tuberías, que desde mediados de la pasada década, y gracias a las subvenciones del gobierno de Canarias, han ido sustituyendo en varias fases los primitivos canales con los que se contaba (donde existían éstos, pues en muchos casos eran simples acequias e incluso barranqueras sin acondicionar o sólo mínimamente preparadas). La instalación de tuberías ha hecho posible que se reduzcan las pérdidas de agua en la zona de riego de la Comunidad, antes escandalosas, y además ha permitido la implantación de un procedimiento de asignación-distribución de tal recurso mucho más eficiente que el anterior y de sistemas de riego por aspersión.

Para almacenar el agua que entra en el sistema, principalmente durante la noche (aunque también durante el día), se cuenta con tres estanques cuya capacidad de almacenamiento total es de unos 13.200 m³ (5.040 m³ + 4.800 m³ + 3.360 m³, aproximadamente). Durante el día, la irrigación se lleva a cabo con el agua del canal general que la conduce hasta la zona de regadío («agua de pie») y con la almacenada en los estanques («agua de

tanques»). No obstante, el riego con la primera sólo tiene lugar en los terrenos situados por encima de los 250 m (aprox.). En la actualidad, de los nueve «chorros» básicos de la zona de riego, uno es en su totalidad de «agua de pie», seis de los estanques y dos se alimentan varios días (de la primera mitad de cada ciclo o «dula») del recurso procedente del canal y después del disponible en aquéllos. Esto quiere decir que la mayor parte de los terrenos de la zona de regadío se riegan con el recurso hídrico depositado en los estanques, lo cual pone de manifiesto la enorme importancia que tienen éstos en el sistema agrario que estudiamos.

Aparte de estos estanques que podemos denominar principales, existen otros más pequeños y, por lo tanto, de menor capacidad (sólo uno rebasa los 480 m³). Su finalidad es recoger «escurrajes»¹¹, con las cuales se riega una superficie considerable. La Comunidad posee tres de estos pequeños estanques que, como es de suponer, se ubican en sitios de la zona de riego en los que pueden almacenar las «escurrajes» de sectores de regadío situados sobre ellos. Además, viene usando desde hace bastante tiempo otro que no es de su propiedad.

Mención aparte merece el embalse de Adeyahamen, obra que forma parte, junto con el denominado Bediesta (cuyos trabajos no han comenzado), del sistema de aprovechamiento y regulación de los manantiales de Los Sauces. Los trabajos de Adeyahamen (337.000 m³), realizados según un proyecto aprobado en 1988, finalizaron en 1993 y su inversión rondó los 400 millones de pesetas, dinero aportado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Este embalse entró en servicio en 1994, aunque no lo hará a pleno rendimiento hasta 1995. Su principal función es almacenar el agua que brota de Marcos y Cordero cuando no se usa para regar (sobre todo, en diciembre y enero).

4.3. La asignación-distribución del agua¹²

En el sistema que estudiamos, el agua está adscrita a la tierra, asignándose, como es corriente en estos casos, en proporción a la superficie de los terrenos propiedad de cada agricultor. En la etapa 1991-1996, se asigna

¹¹ Se denomina «escurrajes» o más abreviadamente «escurres» al agua que sale de los canales de riego (acequias, atarjeas...) por diversas causas (p. ej., fugas) y, sobre todo, a las cantidades que salen de los terrenos (ubicados en zonas determinadas) durante el riego o tras regar por filtración u otros fenómenos. Este recurso hídrico no siempre puede considerarse dentro del conjunto de las pérdidas, pues por lo general es reutilizado (ver la definición de «retorno» que aparece en LÓPEZ-GÁLVEZ, J. y J. M. NAREDO [eds.], 1997: 395).

¹² Nos ocuparemos aquí del procedimiento de distribución que funciona en el período comprendido entre mayo-junio y octubre (aprox.), que corresponde a la etapa seca del año, en la cual el agua se distribuye con todas las formalidades.

ron entre 45 y 60 pipas/celemín (media: 50,50 pipas/celemín [una pipa es igual a 480 litros y un celemín a 437 m³]), es decir, entre 494,27 y 659,03 m³/ha (media: 554,68 m³/ha), siendo la cantidad asignada con más frecuencia 48 pipas/cel. (527,22 m³/ha)¹³. En medidas de tiempo, a las que se convierten (dado un caudal fijo) las pipas asignadas al facilitarse así su distribución, se han concedido entre 15 y 20 minutos/celemín¹⁴.

En el período 1986-1995, el caudal de riego («chorro») corriente durante la distribución «formal» fue de 180 pipas/hora, esto es, 86,40 m³/hora (24 litros/segundo). A mediados de julio de 1994, fue situado en el intervalo 190-200 pipas/hora gracias al agua almacenada en el embalse de Adeyahamen, que entró en servicio ese año. Desde 1996, se ha venido regando con caudales de más de 180 pipas/hora (190 y 200).

El agua se asigna, dada su adscripción a la tierra, a cada finca, pero no a los comuneros. Sin embargo, al distribuir el recurso hídrico los acequeros no siempre tienen en cuenta estrictamente el tiempo concedido a cada terreno. Lo normal cuando un agricultor posee varias fincas dispersas en una zona regada a partir de un mismo «chorro» es que el acequero correspondiente no compute el de cada una, sino que vaya teniendo en cuenta el que se va gastando del total a disposición. En pocas palabras, en la práctica se considera que a determinado regante le pertenecen X minutos. Esto es sumamente positivo para los agricultores, pues les permite ajustar, hasta cierto punto, la cantidad que asignan a cada parcela según las necesidades del momento, pudiendo, pues, responder con relativa facilidad a los cambios en los requerimientos.

Si nos centramos en la plantera, habría que decir que el agua asignada por la Comunidad de Regantes no ha sido en la etapa analizada suficiente para atender sus necesidades. Para hacer frente a la falta de tal recurso, se han adoptado desde esta organización varias soluciones (para un análisis más amplio, véase Batista, 1996b). La primera consiste en permitir que un agricultor destine la cantidad de agua (tiempo de riego) asignada a una finca a otra siempre que ambas sean de su propiedad y, lógicamente, estén en la zona de riego (ver también Roldán *et al.*, 1997: 115). Estas transferencias hídricas entre terrenos o fincas de un mismo comunero se fijan para toda la estación de riego, no cambiándose en los años siguientes mientras el interesado no lo solicite en la secretaría de la Comunidad.

Con posterioridad a la decisión de adoptar tal medida, que es de finales de 1985, se acordó (1986) permitir que un regante transfiera el agua

¹³ A partir de 1995, aparte del agua de los manantiales, también se tiene en cuenta la disponible en el embalse de Adeyahamen.

¹⁴ Se debe tener en cuenta que al regarse con frecuencia con caudales de más de 180 pipas/hora, se dispone de más agua si se agotan los minutos concedidos (no si al ser mayor el «chorro» se riega en menos tiempo del disponible). Por ejemplo, con un «chorro» de 190 pipas/hora las 48 pipas/cel. de 1994 en realidad fueron 50,56 pipas/cel.

sobranste del riego de un terreno a otro a regar con posterioridad. Como en el caso anterior, en esta modalidad los traspaños de agua también deben tener lugar entre fincas de un mismo propietario. La diferencia radica en que estas transferencias no han sido preestablecidas (no quedan registradas, como las anteriores, en las listas de riego), pues son, más bien, ajustes en la asignación del recurso hídrico que se permiten hacer a los agricultores al regar sus terrenos.

La otra solución para hacer frente a la escasez de agua es la adquisición de ésta fuera del sistema agrario que analizamos. Desde la pasada década numerosos agricultores han ido adquiriendo por su cuenta «acciones» (derechos o participaciones) de agua de diversas galerías, especialmente del cercano municipio de Barlovento. Muchos agricultores, sin embargo, lo que han hecho desde 1986 es arrendar la cantidad que estiman les hace falta a través de la Comunidad de Regantes, que media entre ellos y la Unión de Canales de Barlovento y que también se encarga de arrendar el agua que dejan con tal fin algunos comuneros propietarios de «acciones» (normalmente, la cantidad que les sobra [en la actualidad sólo se arrienda ésta]).

Para ver la importancia de cada una de esas medidas (traspaños internos de agua y la adquisición de ésta fuera del sistema) escogimos 370 fincas del listado de riego de 1993, y más concretamente de 8 lotes (5, 6, 7, 8, 13, 16, 17 y 18), a las que se añadía agua. Pues bien, en el 63,5% de ellas tal recurso procede únicamente de galerías (agua arrendada o propia). En el 25,7% el recurso hídrico añadido tiene su origen en las transferencias interparcelarias del primer tipo (estacionales), es decir, proviene de terrenos que no se regaban o que se han dejado de regar para aprovechar tal factor. En poco más de un 10% se combinan estas dos medidas.

Los sectores de riego más favorecidos por el agua traspasada o adquirida fuera del sistema son los situados en las zonas más bajas (de costa o próximas a ella) del área de regadío de la Comunidad, esto es, en los lugares en los que más falta hace. También debemos tener en cuenta, entrando en razonamientos de tipo económico, que en tales zonas el rendimiento de la plananera es mayor, lo que significa que es en ellas donde se maximiza el beneficio neto por unidad aplicada.

4.4. Los métodos de riego

Como ya hemos apuntado anteriormente, en el sistema agrario de Los Sauces predominan los métodos de riego tradicionales. En la mayoría de las explotaciones de plátanos, pues, se continúa regando «a manta», esto es, inundando cada uno de los compartimientos o «calles» que forman parte de los terrenos, aunque, como dijimos, se han introducido algunos cambios para que el riego sea más eficiente.

El riego por aspersión ha ido poco a poco cobrando mayor importancia en el sistema agrario que analizamos. Carecemos de datos (no existen) sobre la superficie regada actualmente por aspersión en tal sistema¹⁵, aunque sí podemos decir que viene aumentando, lentamente, desde la segunda mitad de los años ochenta, coincidiendo con la implantación de tuberías de riego por diversas partes de la zona bajo el control de la Comunidad. El riego es de *cobertura total* con las tuberías enterradas, en la mayoría de los casos. De hecho, sólo hemos visto parcelas con aquéllas en la superficie en las dedicadas a *cultivos ordinarios* (p. ej., papas y boniatos). Dado el pequeño tamaño de los bancales (la gran mayoría de ellos son de una superficie inferior a 437 m²), es normal que de una misma toma se riegue (por aspersión) más de uno.

5. La tierra y el marco sociodemográfico

5.1. Fincas

En el municipio en el que se inserta el sistema agrario que analizamos, hay un predominio casi absoluto del minifundio. Según datos extraídos de los censos agrarios de 1982 y 1989 (ISTAC, 1994: 300), del total de explotaciones agrarias con SAU (superficie agraria utilizada), la casi totalidad en 1982 (el 99,90%) y todas en 1989 se hallaban comprendidas entre 0 y 5 ha. Aunque no contamos con datos más precisos, sí podemos decir que dentro de ese intervalo, la mayoría son menores de 1 ha.

La parcelación es muy acusada. Así, una medición de la zona regable de la Comunidad de Regantes realizada en la segunda mitad de los cuarenta (fecha en 1948), aún vigente en gran medida, arroja el asombroso resultado de casi 7.000 parcelas en una superficie de 265,79 ha. Esto hace que la superficie media de cada parcela sea menor de 0,0437 ha. En otras palabras, los terrenos de cultivo (bancales o terrazas, en realidad) son de pequeño tamaño, lo que, unido a la topografía de la zona, dificulta sobremanera la mecanización.

Otra característica significativa del sistema agrario de Los Sauces es la *dispersión parcelaria*. Esto es, muchos agricultores poseen sus parcelas de cultivo en distintas partes de la zona de regadío de la Comunidad. De los encuestados (n= 100) en 1994-1995, el 44% tenía sus terrenos en 4 o más zonas de las 9 que, en lo tocante al riego, forman parte del área bajo el control de aquélla. Las implicaciones de esto en la práctica de la irrigación son claras. Por un lado, el hecho de no poseer las tierras concentradas

¹⁵ Sólo poseemos datos aún incompletos (no de los últimos años) de la superficie regada por aspersión en el municipio (San Andrés y Sauces): 13 ha en 1991 (ISTAC, 1994: 347).

aumenta las posibilidades de que coincida (como de hecho ocurre) el turno de riego en distintas partes. Por otro lado, incrementa los días, dentro de un ciclo dado, que deben dedicar los agricultores al riego y a otras tareas relacionadas con éste (p. ej., abonar).

En cuanto a los regímenes de tenencia, podemos decir que según datos del Ayuntamiento (1992: 4), el 97,26% de la superficie agraria censada figura en régimen de propiedad, lo que se ajusta bastante al porcentaje que aparece en el censo agrario de 1989 (el 96,99%) referido a la superficie agraria utilizada (ISTAC, 1994: 306).

5.2. Población

El municipio al que pertenece el sistema agrario que analizamos es, y ha sido, el de mayor población del norte de La Palma. En la etapa 1981-1996, la población media de hecho fue de 5.211 habitantes, mientras que la de derecho (población media) se situó en 5.489 habitantes. Luego, en San Andrés y Sauces se concentra casi el 7% de la población insular. La densidad de población (calculada sobre la población de derecho) en los años considerados en nuestro análisis ha estado entre 126,12 (1991) y 131,13 (1981) habitantes por km², lo que hace que este municipio sea el de mayor densidad de todo el norte de la isla.

La mayor parte de la población del municipio se localiza en el lomo de Los Sauces (donde se encuentra la capital municipal con este nombre y el sistema agrario que analizamos), esto es, en el espacio comprendido entre los barrancos del Agua y la Herradura.

Aunque datos de 1991 ponen de manifiesto que sólo el 34,31% de la población ocupada está incluida en el sector agrícola, la agricultura es el principal sector económico del municipio. Debemos tener en cuenta que muchas de las personas que obtienen sus principales ingresos de otros trabajos también se dedican a aquella de modo parcial, lo que les proporciona ingresos adicionales. Por otro lado, muchos de los trabajos de otros sectores están ligados a la agricultura de modo más indirecto. Éste es el caso de los desarrollados en los empaquetados de plátanos. No obstante, sí es cierto que cada vez son menos las personas que pueden calificarse «agricultores a tiempo completo». Por otra parte, la agricultura no constituye, desde hace bastantes años, una actividad atractiva para los jóvenes del municipio, que tienden a trabajar en otros sectores, en la localidad o fuera de ella, o a trasladarse a las islas capitalinas (Tenerife y Gran Canaria) para continuar sus estudios. Entre otras consecuencias, ello ha dado lugar a que cada vez sea mayor la edad media de los agricultores.

En el caso que estudiamos, las tierras son atendidas, en general, por sus propietarios (en la mayoría de los casos) o por los familiares de éstos

(p. ej., cuando la tierra es propiedad de una mujer o de una persona de edad avanzada) y, en su caso, por los «medianeros». No obstante, a veces se recurre a «peones», cuando no se puede contar con amigos o familiares, para llevar a cabo algunas tareas puntuales de mayor dureza o las que requieren determinados conocimientos y cierta especialización (ver también García Rodríguez, 1992: 299). Tal estrategia es más usual entre los agricultores de mayor edad y entre aquéllos implicados sólo parcialmente en la agricultura.

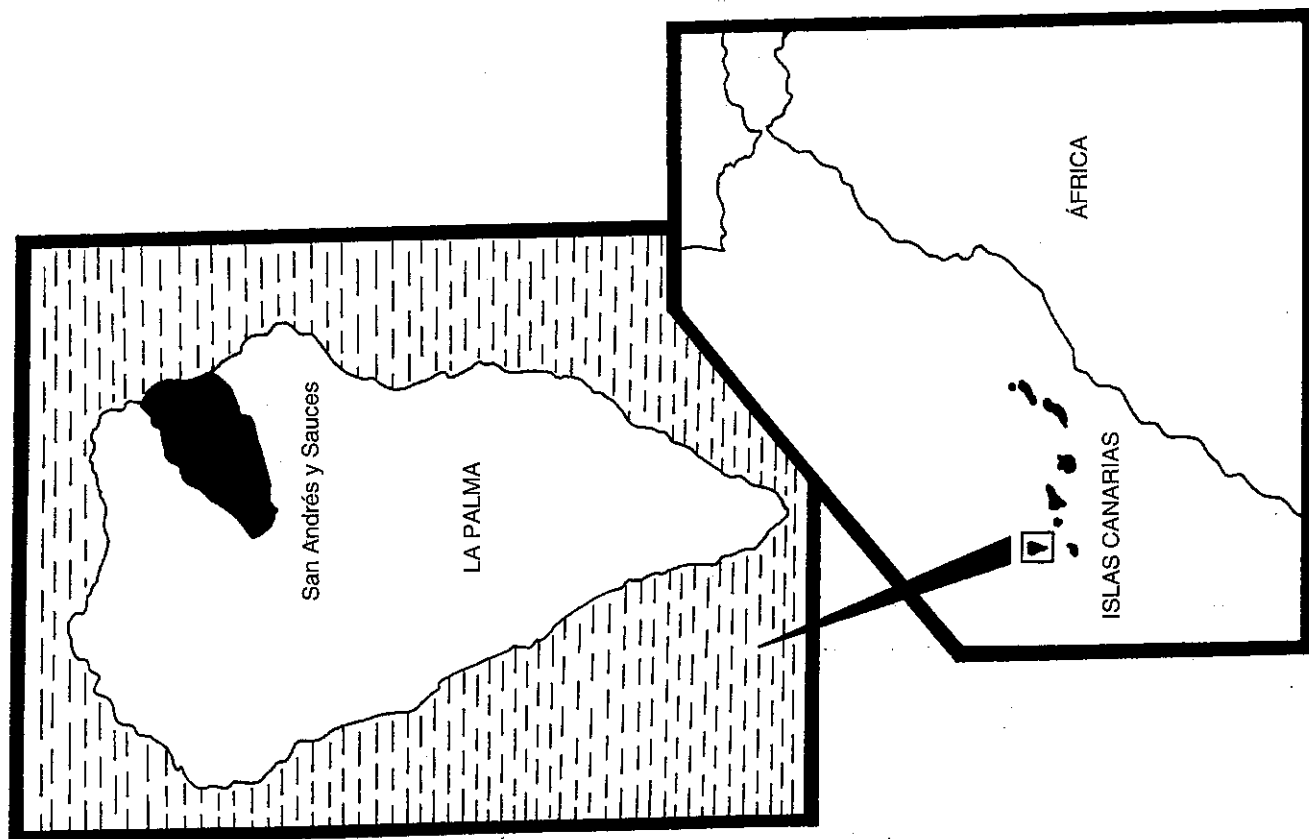
Algo que sí está extendido en el sistema que analizamos es, como ya apuntamos, la agricultura a tiempo parcial. De las personas encuestadas (n= 100), el 39% combinaba su trabajo en diversos sectores con la agricultura. Luego, para muchos individuos ésta es una actividad complementaria a la que suelen dedicar los ratos libres disponibles (fines de semana, días de fiesta, media jornada laboral...). Sin duda, la dedicación parcial al cultivo del plátano es posible, en gran medida, por sus pocas exigencias en mano de obra (ver también García Rodríguez, 1992: 299) y por la flexibilidad que permite en lo tocante a la distribución temporal de ciertas labores, aunque, lógicamente, esto dependerá del tamaño de las explotaciones. A ello debemos añadir, desde hace poco tiempo, la introducción del riego por aspersión que ha venido a aliviar las exigencias y la poca elasticidad ligadas a la distribución del agua por turno.

Conclusiones

En el presente trabajo hemos analizado un sistema de riego del que podemos decir que, en general, se encuentra bien adaptado a su medio (físico, socioeconómico y agrario) y, en particular, al principal cultivo: la platanera. De hecho, buena parte de las reglas del sistema y los procedimientos seguidos en éste para que el agua esté disponible en las parcelas tiene como base el plátano. Podríamos citar para ejemplificar tal afirmación el caudal de riego, la duración de los «turnos», los períodos en los que el recurso hídrico se distribuye con todas las formalidades, etc. Sin duda, el hecho de que tal cultivo sea el predominante hace menos compleja la gestión del agua, pues ésta gira en torno a él. Podemos decir, en otras palabras, que nos encontramos ante un sistema diseñado, en buena medida, para el plátano.

En el caso del cultivo de la platanera, el agua es, como hemos tenido ocasión de comprobar, un recurso de enorme importancia. Hay que recordar que nos encontramos ante una planta que se caracteriza por su poca resistencia al déficit hídrico, por lo que la falta de agua repercute directamente en el rendimiento del cultivo. Por la concentración de las lluvias en unos pocos meses, fenómeno característico del régimen pluviométrico de Canarias, el riego es indispensable durante buena parte del año.

LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



En el sistema que hemos analizado, el agua asignada por la Comunidad de Regantes en los años estudiados puede calificarse, en general, de escasa al haberse situado por debajo de la cantidad requerida por la platanera (aquí nos referimos a los meses de verano). Esto, como vimos brevemente, ha llevado a la adopción de diversas medidas, algunas ciertamente ingeniosas, con las que reducir o eliminar ese déficit. El análisis de éstas pone de manifiesto la capacidad del sistema comunal para responder a este problema sin necesidad de trastocar en lo fundamental el principio sobre el que se asienta y organiza: la adscripción del agua a la tierra.

Bibliografía

- ÁLVAREZ DE LA PEÑA, F. J. (1981), *Cultivo de la platanera*, Madrid: MAPA.
- AYUNTAMIENTO DE SAN ANDRÉS Y SAUCES (1992), «Normas subsidiarias. Memoria de ordenación», San Andrés y Sauces. Mecanografiado.
- BATISTA MEDINA, J. A. (1996a), «Una aproximación a la agricultura de riego de Los Sauces hasta el siglo XIX», *Revista de Historia Canaria*, 178: 11-35.
- BATISTA MEDINA, J. A. (1996b), «Respondiendo a la escasez de agua de riego: cambio institucional y mercado de agua. Estudio de un caso en las Islas Canarias», *Revista Española de Economía Agraria*, 175(1): 167-198.
- BORGES PÉREZ, A. (1980), «El problema del potasio en los suelos canarios», *El Campo*, 76 (abril): 41-43.
- FERNÁNDEZ CALDAS, E. y M. TEJEDOR (1988), «Los suelos», en VVAA, 1988: 243-256.
- GARCÍA GARCÍA, V. (1980), «Los suelos de cultivo y sus necesidades de fertilización en Canarias», *El Campo*, 76 (abril): 44-46.
- GARCÍA RODRÍGUEZ, J. L. (1992), *Emigración y agricultura en La Palma*, S/C de La Palma y S/C de Tenerife: Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno de Canarias y Cabildo Insular de La Palma.
- GOBIERNO DE CANARIAS (1992), *Avance del Plan Hidrológico Insular de La Palma*. Gobierno de Canarias. Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Aguas. Dirección General de Aguas.
- GOBIERNO DE CANARIAS (1995), *Guía de senderos. La Palma*, Gobierno de Canarias. Consejería de Política Territorial. Viceconsejería de Medio Ambiente.
- HERNÁNDEZ GÓMEZ, G. (1991), *Los plátanos*. Barcelona.
- IBERPLAN (1972), *Aspectos estructurales del sector platanero de Canarias*, Las Palmas de G.C. CIES de la Caja Insular de Ahorros (boletín n.º 13).
- ISTAC (1994), *Estadísticas básicas de Canarias 1987-1992*, Consejería de Economía y Hacienda. Instituto Canario de Estadística.

- ISTAC (1995), *Anuario Estadístico de Canarias*, Consejería de Economía y Hacienda. Instituto Canario de Estadística.
- LÓPEZ-GÁLVEZ, J. y J. M. NAREDO (eds.) (1997), *La gestión del agua de riego*, Madrid: Fundación Argentina-Visor.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1972), «El cultivo del plátano en Canarias», *Estudios Geográficos*, 126: 5-68.
- MAPA (1988), *Evaluación de recursos agrarios. Mapa de cultivos y aprovechamientos. Los Sauces -Isla de La Palma-, Santa Cruz de Tenerife*, Madrid: MAPA.
- MAPA (1991), *Caracterización agroclimática de la provincia de Santa Cruz de Tenerife*, Madrid: MAPA.
- MARTÍN RUIZ, J. F., L. M. PÉREZ MARRERO y E. GONZÁLEZ GARCÍA (1991), *La agricultura del plátano en las Islas Canarias*, Las Palmas de G. C.: Cabildo Insular de Gran Canaria.
- MARZOL, V. (1988), «El clima», en VVAA, 1988: 157-202.
- MÉNDEZ HERNÁNDEZ, C. (1994), *El deshielo de la platanera*, Cabildo Insular de Tenerife. Servicio de Agricultura (Hojas Divulgativas, 2).
- RODRÍGUEZ BRITO, W. (1986), *La agricultura de exportación en Canarias (1940-1980)*, S/C de Tenerife: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias.
- RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, C. M. (1980), «Vertisoles canarios», *El Campo*, 76 (abril): 13-15.
- ROLDÁN, J., J. RECA y A. LOSADA (1997), «Uso del agua de riego en el Valle del Guadalquivir: zonas de Bembézar y de Fuente Palmera», en López-Gálvez y Naredo (eds.), 1997: 99-138.
- VÍÑA, A. (1997), *Conquista y repartimiento de la isla de La Palma*, S/C de Tenerife: Búho Ediciones.
- VVAA (1988), *Geografía de Canarias. Geografía física*, S/C de Tenerife: Interinsular Canaria (tomo I, 2.ª edición).

CAPÍTULO 16

EL USO DE LAS AGUAS EN EL SISTEMA AGRARIO GALLEGO (SIGLOS XIX Y XX)*

Alfonso Sánchez Regueiro y Lourenzo Fernández Prieto
Universidad de Santiago de Compostela

Introducción

En este trabajo tratamos de describir los usos y aprovechamientos del agua en la agricultura gallega, cuyos distintos agroecosistemas se caracterizan en general por la conjunción del policultivo y el aprovechamiento ganadero en un marco de dominio histórico de la pequeña explotación familiar, en las condiciones derivadas de una agricultura atlántica en la que el agua no es un recurso escaso, pero está sometido a una creciente demanda derivada de los procesos de intensificación que conoce la agricultura de Galicia entre el siglo XVIII y el XX. Esta supuesta abundancia está relacionada con un régimen de lluvias propio de un clima oceánico, pero matizado espacialmente en función del relieve, el suelo y la altitud. Se trata pues de un dominio climático que garantiza, de acuerdo con el tópico, agua abundante pero igual de esencial para la producción vegetal que en cualquier otra agricultura, y con diferencias espaciales y estacionales que la hacen más esencial aún en algunas comarcas, para algunos cultivos y en algunos meses del año.

De modo concreto, analizamos el uso del agua en el cultivo del maíz y en la alimentación hídrica de los prados, para intentar demostrar cómo las copiosas lluvias no eximen de una gestión regulada del agua, de acuerdo con fórmulas consuetudinarias que garantizan el máximo aprovechamiento al que obliga una demanda estacional o producto de una progresiva intensificación de cultivos —que presiona crecientemente sobre el

* Este trabajo se benefició para su realización del proyecto de investigación *Consolidación histórica de pequeña explotación en Galicia contemporánea*, (D. X. de Universidades de la Xunta de Galicia). Los autores deben agradecer al geógrafo Augusto Pérez Alberti y al edafólogo A. Martínez Cortizas de la USC sus sugerencias y aclaraciones para la mejora del texto del que, en todo caso, sólo los autores somos responsables.