

EVOLUCIÓN DE TÉCNICAS DE RIEGO EN EL SUDESTE DE ESPAÑA

José López-Gálvez¹ y Alberto Losada²

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

INTRODUCCIÓN

Las líneas que siguen tratan sobre técnicas de riego que se han desarrollado o han tenido significación notable en el sudeste español. En particular, se centran en los regadíos de la vega de Laujar y del Campo de Dalías, en la provincia de Almería, y del Campo de Cartagena, en la provincia de Murcia. La situación de las zonas mencionadas se indica en la Figura 1.



Figura 1. Situación de los regadíos de la vega de Laujar y de los campos de Dalías y de Cartagena.

EL MEDIO NATURAL

Geomorfología

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

Clima

La suavidad de las temperaturas y la escasez e irregularidad de las lluvias son rasgos propios de la zona consi-

¹Departamento de Economía, Sociología y Política Agraria. Universidad de Almería. Campus Universitario. 04120 Almería, España. e-mail: jlgalvez@ualm.es

²Departamento de Ingeniería Rural. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid, España. e-mail: losada@iru.etsia.upm.es

Artículo publicado en Ingeniería del Agua. Vol.5 Num.3 (septiembre 1998), páginas 41-50, recibido el 28 de abril de 1998 y aceptado para su publicación el 11 de septiembre de 1998. Pueden ser remitidas discusiones sobre el artículo hasta seis meses después de la publicación del mismo. En el caso de ser aceptadas, las discusiones serán publicadas conjuntamente con la respuesta de los autores en el primer número de la revista que aparezca una vez transcurrido el plazo indicado.

derada, sobre todo en la costa. Aunque las cifras de Cabo de Gata y Desierto de Tabernas no deben generalizarse a toda Almería, es significativo que en dichos puntos puedan no sobrepasarse los 100 mm anuales. En cuanto a la región costera donde se halla el Campo de Dalías, la irregularidad interanual queda ilustrada con diferencias pluviométricas importantes entre años secos y lluviosos, que llegan a superar al 100% (ver *Tabla 1*). A su irregularidad temporal, con el otoño como estación más lluviosa, hay que añadir el carácter torrencial con que a veces se produce.

Campaña	Lluvia anual (mm)	Intensidad máxima (mm)	Nº de días con lluvia
76/77a 90/91	226	52	47
84/85*	109	14	42

* Campaña de menor lluvia en el periodo considerado
Datos de la Estación Experimental "Las Palmerillas"

Tabla 1. Variabilidad pluviométrica en el Campo de Dalías.

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

Suelos

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

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

Rasgos hidrológicos

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

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

CAPTACIÓN, TRANSPORTE Y REGULACIÓN DE AGUA

A lo largo de la historia, el hombre ha tratado de aprovechar las circunstancias propias de rasgos hidrográficos como los arriba apuntados, mediante técnicas adecuadas a sus condiciones de aridez. Del éxito de diversas empresas, hay buenos ejemplos en obras enraizadas en la prehistoria (Gilman y Thornes, 1985).

En primer lugar, las características de las ramblas son apropiadas para la captación de corrientes efímeras, y la cultura tal vez prehistórica de las *boqueras de cañón* es un ejemplo de ello (Giráldez *et al.*, 1988). Por tratarse de obras de interés agrícola, se hará más adelante una descripción detallada de las mismas, en el apartado sobre agricultura del regadío.

El encauzamiento de escorrentías locales ha servido de base para asegurar una pequeña provisión de recursos hídricos, y las numerosas *cisternas* (o *aljibes*) han sido un ejemplo vivo de ello hasta tiempos muy recientes¹; sin embargo, su potencial para asegurar una captación de agua regular y a gran escala es excesivamente limitado.

Aunque realizados más recientemente, otros esfuerzos para aumentar las reservas superficiales de algunas cuencas no han dado el resultado esperado. Así lo mostraría el aterramiento del pantano de Níjar, prontamente fuera de uso tras su inauguración en 1850. Dificultades de otro tipo han llevado a que el embalse de Benínar, construido ya en los años 80, también tenga problemas de almacenamiento; pero estos son aquí debidos a que la permeabilidad de su vaso no fue prevista en proyecto.

Los problemas derivados de una aportación escasa e irregular de los cursos de agua superficiales han impulsado, también desde tiempos remotos, la explotación de los recursos hídricos de acuíferos subterráneos. Ésta se hace viable gracias a la permeabilidad de mantos superficiales y profundos. Ahora bien, dadas las características geográficas de las zonas consideradas, es lógico, por una parte, que las aguas subterráneas no hayan llegado a significar (al menos en tiempos recientes) la presencia de acuíferos aprovechables tan superficiales como los que, hasta hace pocas décadas, existían en áreas geográficas vecinas. A este respecto, por su interés como curiosidad, puede recordarse cómo en tierras bajas de la comunidad valenciana, el manto freático era a veces tan somero que hacía posible la práctica del "riego de abajo", por ascenso capilar, y a brazo, con recipientes apropiados (*rec a carabassí*) o con la *taona* (ver *Figura 2*). Pero, por otra parte, también explican la existencia de algunas fuentes que han venido sustentando un regadío

de extensión reducida que se compone de pequeñas manchas de zonas regadas. En todo caso, los manantiales naturales son raros, por lo que un tipo de alumbramiento de aguas, aún en uso, es el de galerías (minas) que buscan horizontalmente los acuíferos. La explotación de éstos es de tradición muy antigua que se remonta a la cultura de cimbras y kenats (Bertrand y Cressier, 1985). En ocasiones, entre los lugares de alumbramiento y de explotación se interponen distancias y accidentes topográficos importantes que son salvados por interesantes acueductos. No es seguro que el acueducto de Carcauz sea de la antigüedad que algunos le han supuesto, pero su estilo primitivo tiene cierto atractivo que lleva la imaginación a tiempos lejanos (Gil Albarracín, 1983).

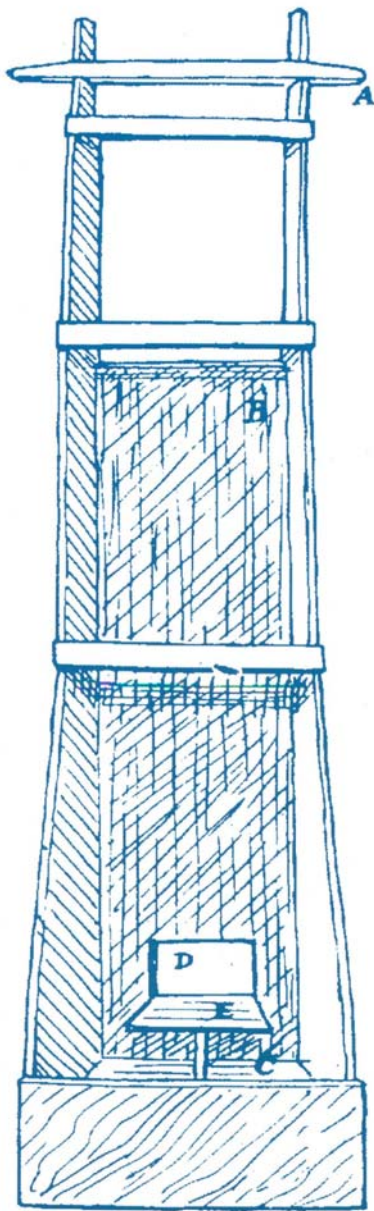


Figura 2. Taona para regar²

Para capas freáticas no muy profundas, la noria (en sus versiones de sangre, o de tiro, y de viento) fue durante siglos la máquina más eficaz. En particular, las norias "cartageneras", de arcaduces o cangilones, accionadas por el viento, extraían el agua de una profundidad que oscilaba entre los 5 y 10 m (ver Figura 3). Han funcionado hasta mediado el siglo XX, como ejemplo de técnica cuyo respeto a la naturaleza no ha sido mantenido por otras técnicas más modernas³.

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

Conviene mencionar que el potencial de las norias para ampliar el espacio hidráulico dominado por un sistema de distribución fue hábilmente aprovechado por los árabes, y con ese fin fueron usadas, desde tiempos que se pierden en el pasado, tanto las arriba mencionadas como las hidráulicas, accionadas por una corriente de agua (caso de la ñora de Murcia, representada en la Figura 4). Otro ejemplo significativo en una región próxima a la que aquí tratamos es el de la noria de tiro que alimentaba los albercones de La Alhambra (Diversos autores, 1995). También, el de la Albolafia, cuyo funcionamiento no sigue manteniendo la corriente del Guadalquivir, a su paso por Córdoba, desde que, en 1485, quedara fuera de servicio porque, según parece, lo que a los oídos de algún poeta del siglo XI sonaba a melodía fueron chirridos para los de la reina Isabel, sólo de paso por la ciudad aquel año (Abderrahman y López, 1994).



Figura 3. Noria de viento.



Figura 4. La "ñora" de Murcia, destruida en 1936 (según Caro, 1988).

AGRICULTURA DEL REGADÍO

Introducción

Por razones obvias, los restos arqueológicos correspondientes a obras para captar y explotar recursos hídricos subterráneos han sido detectados con más frecuencia y en mejores condiciones de conservación que los relativos a captación y uso de aguas superficiales; pero este hecho no contradice la hipótesis de mayor antigüedad en la práctica del riego en la península Ibérica, que le ha sido reconocida a un vestigio de acequia del poblado argárico de Granada (Al-Mudayna, 1991). En todo caso, más que en la reseña de ese u otros ejemplos específicos de los que conocemos muy poco, nuestro interés se centra ahora en el estudio de técnicas que han venido a significar una fase de desarrollo hacia la agricultura regional actual.

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

Desarrollo de técnicas para el uso de aguas y suelos

Entre las técnicas para el aprovechamiento de suelos y aguas, las *paratas* son, en esencia, el resultado de un aterrazamiento del suelo, mediante la construcción de *albarradas*. Estas son paredes de piedra seca que sostienen los bancales pequeños y estrechos que forman y aseguran la conservación de las paratas (Cara, 1989).

Al paliarse la erosión que de otra forma tendría lugar, debido a la pendiente del terreno natural y al carácter torrencial de las lluvias, se controlan las aguas de escorrentía así producidas y se racionaliza su aprovechamiento. Las aguas descenden las laderas con el necesario control, dando lugar a la fertilización del suelo abancalado. Pequeñas paratas plantadas de olivos, higueras o almendros se pueden observar aún hoy en numerosos barrancos.

También los secanos en numerosas ramblas han venido siendo mejorados con el apoyo de una cultura hidráulica cuyo origen se pierde en épocas remotas, consistente en interceptar parcialmente el agua superficial de las avenidas que discurren temporalmente por un río. Esto se consigue con diques en tierra que penetran en su cauce y cuyos extremos de cabeza conforman sendas boqueras de toma de las zanjas o cañones que resultan (ver Figura 5). Parte del caudal se desvía del río y, en tanto no se produce su agotamiento, da un riego a campos de cultivo escalonados según franjas alargadas, como paratas, aterrazadas en el sentido aguas abajo. La capacidad de derivación, tanto de la boquera como del cañón, no debe ser superada por el caudal desviado del curso de agua. En caso contrario, la avenida arrastra el dique y no entra más agua. Los campos de cultivo que se desarrollan desde el mismo dique de cabeza quedan entonces protegidos.

Tras fertilizar un primer campo de destino, si hay exceso, el agua puede pasar a campos sucesivos: a través de una abertura o sangrador protegido por piedra, a modo de vertedero, este abre paso al agua sobrante, hacia el campo de cota inferior, cuando el de arriba está lleno. Así se consigue un aprovechamiento notable del agua de avenidas, además de la formación de un fértil suelo junto a las vegas bajas de los ríos princi-



Figura 5. Boqueras preparadas para riego de escorrentías⁵

pales, por acumulación de depósitos sucesivos de sedimentos renovadamente enriquecidos por tarquín. Muy posteriormente, con fuentes de agua más seguras, los suelos profundos en las estrechas fajas aluviales resultantes servirían de base a un regadío más estable.

La técnica de las boqueras bien pudo significar la génesis de la interesante cultura de los riegos andalusíes, pues los *azudes* son solo una variante de la anterior⁴. En particular, los azudes en el valle del Andarax están formados casi siempre por pequeños diques de piedras y arena, y el agua que retienen en el mismo cauce es oportunamente reconducida, conservando su cota, para ser distribuida aguas abajo a una serie de campos de cultivo, de manera más continuada, mientras exista caudal o mientras éste pueda ser alimentado por el volumen almacenado (Oyonarte *et al.*, 1996). Nunca son estables en el tiempo, de forma que, como las boqueras de cañón, son arrastrados por las aguas cuando aumenta el caudal del río en otoño y se vuelven a reconstruir al principio de cada campaña de riego. Entre el azud y el regadío dominado por la cota de su coronación existe la acequia madre para conducir el agua a los *partidores*, impuestos por la necesidad de repartir agua entre las acequias y, desde aquí, distribuirla a los campos de cultivo. La técnica del reparto proporcional mediante sistemas de control (con régimen crítico) ya era conocida por los regantes andalusíes, como lo demuestra la existencia de pequeños saltos partidores. Además de los partidores, son obras de interés en sus sistemas de riego los *sifones*, para salvar obstáculos, los *aliviaderos*, como salidas a cauces naturales y los saltos, en general, escalonados, para salvar desniveles.

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

La aplicación de las técnicas indicadas en tierras de Almería data, al menos, de tiempos de la dominación árabe y ha sido conservada por sus descendientes moriscos y heredada de estos tras su expulsión. El plano en la Figura 6 es ilustrativo de sistemas de riegos de las Alpujarras, tal como todavía se conserva en Laujar (Oyonarte *et al.*, *op. cit.*).

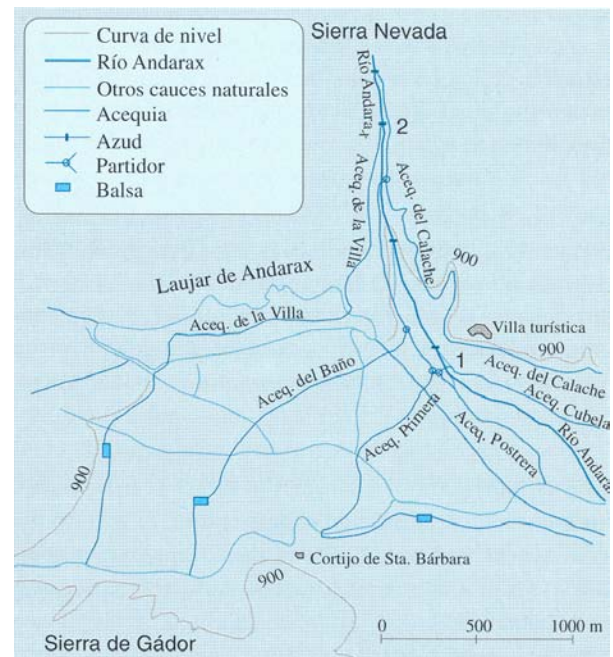


Figura 6. Sistema de riegos de Laujar

Las obras de distribución y control no están datadas, pero puede suponerse que son las que encontraron los repobladores en la red de acequias. El *Libro de apeo y repartimiento de Fondón* (1577) se refiere al reparto en el Llano del Andarax (Ponce, 1984). Para que éste fuera realizado, lo que tuvo lugar en los primeros meses de 1574, los alcaldes y regidores de cada núcleo de población nombraron a "*vecinos antiguos*" que habían con-

vido con los moriscos, para que recogieran el reparto de aguas ya existente. Estos representantes, "debaxo del juramento que tienen fecho y en su cumplimiento declararon que la horden que havía en tiempos de los moriscos rebelados que se guardó siempre fue y es...". Como se ve, el reparto fue idéntico al preexistente. En la actualidad, se mantiene vigente.

La red de riego está constituida por las acequias principales, con trazas que se estructuran en espiga y con pendientes ligeras. Cada una de ellas riega las tierras situadas a menor cota hasta la siguiente acequia. La red se completa con acequias secundarias que se denominan brazales, al igual que las acequias terciarias, ya dentro de las fincas. Además, los brazales recogen escorrentías ocasionales y las conducen durante la campaña de riegos hasta acequias que transcurren a inferior cota y, fuera de campaña, hasta cauces naturales (ramblas, ramblillas, barrancos y barranquillos) que atraviesan la vega.

Riegos tradicionales

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

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

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

Para tener derecho al riego, cada regante debe abonar la cantidad necesaria para pagar al acequero (el "acequiaje"), así como otros "repartos" para atender a la monda

o limpieza de las acequias, que se realiza cada primavera, y pequeñas obras de mantenimiento. Asimismo, ha de tener su terreno adecuadamente nivelado y dividido en melgas ("aperado") y mantener limpios los brazales de su finca y los que llevan el agua hasta ella.

Por lo que respecta a la "Almería baja", los cultivos herbáceos ocuparon la mayor parte de sus escasas tierras en riego hasta el siglo XIX (Ferre, 1979). En cuanto a zonas costeras como el Campo de Dalías, eran lugares desérticos en los que apenas había actividad agraria y las tierras se dedicaban a pasto para el ganado, con la excepción de algunas zonas de riego.

Con el inicio del siglo XX, los cultivos que caracterizarían el regadío más importante de Almería (Andarax, Almanzora, Nacimiento, Berja y Campo de Dalías) serían la uva de mesa y los agrios (Consortio de Municipios del Valle Medio del Andarax y Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería, 1994). Estos ocuparían las vegas medias en las cuencas de los ríos y los parrales las zonas altas. Ya a mediados de este siglo los cultivos de hortaliza comestible en la franja costera, con disponibilidades de agua, comienzan la expansión que aún hoy perdura.

En el Campo de Cartagena, a mediados del siglo XVII, el regadío totalizaba 36.930 fanegas (24.102,5 ha), lo que suponía la quinta parte del secano. La mayor parte correspondería a los regadíos de aguas turbias, cuyos sistemas básicos eran terrazas y boqueras, independientemente o asociadas. Tan sólo 4.229 taúllas (472,8 ha) sumarían las pequeñas huertas creadas en las inmediaciones de fuentes y pozos (Gil Olcina, 1993)⁶. Los cultivos principales del secano eran en aquella época los cereales y, allí donde había alguna salinidad, la barrilla. Hasta mediados de este siglo, el secano representaba más del 80% de la superficie labrada de la zona, de algo más de 100.000 ha (Cámara Oficial de Comercio Industria y Navegación de Cartagena, 1973). Las tierras de regadío estaban ocupadas, mayoritariamente, por cultivos herbáceos en cifras cercanas al 50%, manteniéndose algo más del 25% de estas tierras de barbecho debido al gran contenido en sales de algunas aguas de riego. Este hecho obligaba a dejar tierras sin cultivar con el fin de lavar las sales, práctica que se sigue aplicando en la actualidad en determinadas zonas de Almería y Murcia.

Tendencias actuales

Sistemas de riego y distribución del agua

En la actualidad, y volviendo al ámbito general de la zona considerada, se siguen usando las escasas e irregulares aguas de ríos y fuentes de que ya se disponía, manteniéndose la superficie o incrementándola con la explotación de pozos cuya profundidad, cada vez mayor, supera en algunos casos los 700 m. La explotación de sus aguas suele ir unida a la de la tierra que se va a regar⁷. En los últimos cuarenta años, las transformaciones en regadío promovidas por el antiguo Instituto Nacional de Colonización (INC, después IRYDA y actualmente Instituto Andaluz de Reforma Agraria, o IARA) han promovido la inquietud por asegurar el mejor uso de las

tierras y de las aguas. A partir de 1960, la explotación de aguas más o menos profundas, promovida por la administración (INC e IRYDA), tenía como objetivo fundamental el incremento de la superficie de riego. La expansión del regadío se ha sentido de manera intensa en la zona del Saltador de Huerca-Overa, en el Campo de Níjar y en el Campo de Dalías. Ya más recientemente, la capacidad limitada de los acuíferos ha venido a significar una serie de disposiciones destinadas a evitar su sobreexplotación⁸.

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

A finales de los años 60, como consecuencia de las explotaciones de pozos, se produce un notable incremento de las tierras regadío. En estos años proliferan los pozos con grupos motobombas y se abandona por completo el procedimiento de extraer agua mediante norias de viento. Así lo prueba el hecho de que en 1969 ya existieran más de 300 pozos con una potencia instalada superior a los 4.000 CV (García, 1990).

En 1969, el Gobierno aprueba el comienzo de las obras del trasvase Tajo-Segura. La dotación a derivar, de un modo global, quedó establecida en 1.000 hm³/año, y, de ellos, 600 hm³/año serían los correspondientes a la primera de sus dos fases⁹. El Campo de Cartagena recibiría 122 hm³/año. Esta circunstancia no supuso un cese en las perforaciones de pozos, sino que se produjo un incremento de las mismas, al prever algunos agricultores la publicación del *Plan General de Transformación*, por el que se considerarían tierras exceptuadas de expropiación las que en el momento de su publicación estuvieran transformadas en regadío mediante obras de captación y conducción de aguas.

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

puesta en riego en 1985. Respecto a la Zona Regable Occidental la puesta en riego se ultimó en 1993.

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

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

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

El agua repartida en la forma indicada era aplicada *a pie* a los campos de cultivo; pero el goteo está sustituyendo dicho método de riego, hasta haber llegado a convertirse en el método de aplicación más extendido en los regadíos del sudeste español. A este efecto, se hacía necesario dotar de mayor flexibilidad a los calendarios de riego. El regante ha resuelto este problema con balsas o albercas de regulación (ver *Figura 7*). La presencia de estas balsas vino a constituir un elemento característico de la explotación agraria, pero tiende a desaparecer cuando el servicio de distribución es a la demanda y con suficiente presión.

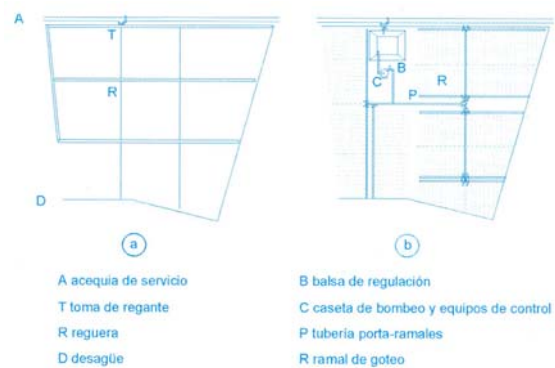


Figura 7. Estructura de un típico sistema de riego de invernadero. a) Antes de ser modernizado b) Adaptado para cultivos forzados

Con objeto de regular la aplicación discrecional del agua de riego, existen dos tipos fundamentales de balsa o alberca. Cuando las fincas son pequeñas (menor de 2 ha) suelen ser de obra de fábrica o de hormigón, con paredes verticales y armadas. La profundidad no suele so-

brepasar los 3 o 4 m y las dimensiones y planta son variables. El otro tipo de balsa es la revestida de caucho butilo o de algún material plástico, con taludes inclinados. Este tipo es mas barato y rápido de construir. A cambio, precisa una mayor superficie de terreno para igual capacidad, y es más propenso a enturbiar el agua. La capacidad de las balsas oscila alrededor de 200 a 500m³/ha, o incluso más, en función de la forma de entrega del agua a las fincas.

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

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

Cultivos intensivos

El sistema de cultivo forzado de Almería se inicia con la aplicación de la técnica de suelo enarenado a cultivos de hortalizas de fruto, principalmente tomate, para los mercados nacionales y de exportación (LópezGálvez y Naredo, 1996). La estructura de alambre propia del parral, para la producción de uva de mesa, vino a facilitar la protección bajo plástico de los cultivos, abriendo camino al desarrollo del invernadero tipo parral de Almería. A la innovación producida con la conjunción de ambas técnicas, se sumó durante los años 70, la que los plásticos significaron para el pleno vuelo de los sistemas de riego por goteo¹⁰. El desarrollo de los plásticos explica pues, al menos en parte, el milagro de Almería, la última provincia española en producción y renta hace 30 años, situada hoy en torno al puesto 30¹¹.

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

Una función del invernadero tipo Almería es mejorar la integral térmica durante el día, con la consiguiente precocidad de los cultivos, ya que durante la noche la temperatura interior se sitúa normalmente por debajo de la exterior (LópezGálvez et al., 1992). Además, los invernaderos desempeñan un papel importante como cortavientos, con la consiguiente incidencia favorable en el ahorro de agua y en la calidad de las cosechas. Anteriormente, se hacía necesaria la protección de los campos con la formación de setos cortavientos, formados con cañas, pues la zona costera de Almería se caracte-

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

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

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

A MODO DE SÍNTESIS

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



Figuras 8 y 9. Boqueras en ramblas y tuberías en acequias, técnicas con milenios de por medio. Foto: Giráidez, Losada y Roldan



NOTAS

¹ Sobre medios de aprovechamiento de aguas por los romanos, consultar Malissard, A. (1994). "Les romains et l'eau", REALIA, Les Belles Letres, y por los árabes, consultar Pavón, B. (1990), "Tratado de arquitectura hispano-musulmana", CSIC, Madrid.

² Según Alcover y MolL, citado por López Gómez, A., (1989) *Estudios sobre regadíos valencianos*, Universitat de Valencia. Al hacer bascular la *tahona* desde el cemo de un azarbe, el agua entra en el cajón mientras este baja, por abrirse la portezuela, en tanto que esta se cierra, mientras se alza, y el agua escurre hacia el cantero.

³ Ya en los tiempos actuales, con el apoyo de sistemas potentes tanto de perforación como de elevación por bombas, la intensificación de los alumbramientos ha podido impulsar cambios que hacen arriesgar la permanencia de la explotación.

⁴ El ingenio que significó la aparición y desarrollo del riego por escorrentías, como el de otras innovaciones tecnológicas que se irían sucediendo en el mundo mediterráneo a lo largo de siglos, hace difícil saber a qué pueblo puede reconocerse su paternidad y, menos aún, hasta qué punto pueden serles específicas. Por ello, pueden ser arriesgadas las hipótesis quienes las enraizan en un pueblo determinado. Es el caso de Amiran (1987), al reconocérselas al pueblo nabateo o, en general, al de Israel.

- ⁵ De fotografía aérea cedida por J. López-Segura.
- ⁶ De las cifras facilitadas en las *Respuestas Generales* del Catastro de Ensenada, parece desprenderse que esos *regadíos de turbias* figuran como secanos mejorados o de primera, puesto que la superficie declarada de regadío se reduce a las taúllas arriba indicadas.
- ⁷ En relación con los usos actuales de agua en Almería, conviene señalar que la agricultura usa el 85%, mientras que el 15% restante corresponde a abastecimientos urbanos e industriales. El hecho de que estos porcentajes no se alejen mucho de la media nacional (80 y 20%, respectivamente), denota un mayor rendimiento de esta agricultura en el uso del agua, dado el peso que el regadío tiene en la economía de Almería.
- ⁸ Para más detalles sobre transformaciones recientes y procedimientos de gestión del agua de riego en el Campo de Dalías, consultar Losada, A. y J. López-Gálvez (1997), "Gestión del regadío en el Campo de Dalías", en J. López-Gálvez y J.M. Naredo (eds.), "La gestión del agua de riego", pp. 33-72.
- ⁹ En ningún año, desde su puesta en servicio, ha trasvasado más de 400 hm³ y la media no alcanza los 300 hm³.
- ¹⁰ El sistema de riego no es lo peculiar de esta técnica de cultivo, ya que, aunque actualmente la mayoría de las explotaciones disponen de riego por goteo, en sus inicios, y hasta mediados de los 80, el sistema usado era el de inundación.
- ¹¹ El *milagro* que la agricultura de invernadero ha producido en Almería ha sido pues en parte debido a la conjunción de técnicas de cultivo apropiadas a las condiciones de clima. A ello hay que añadir las sociales de la zona y, en su fase inicial, la proximidad a los mercados europeos, el principal destino de la producción, así como a la posterior integración de España en la Comunidad Económica Europea.

REFERENCIAS

Al-Mudayna, (1991) Historia de los regadíos en España, MAPA, Madrid.

- Abderrahman, Ch. y M. López, (1994) *El enigma del agua en Al-Andalus*. Ediciones Lunweg, Madrid. La imaginación queda libre para explicar el nombre *torre de la noria*, dentro de la Alcazaba de Almería.
- Amiran, D.H.K., (1987) *Land transformation in Israel*, en Wolman, M.G. y F.G.A. Fournier, (1987) *Land transformation in Agriculture*, SCOPE, Wiley.
- Bertrand, M. y P. Cressier, (1985) *Irrigation et aménagement du terroir dans la vallée de l'Andarax (Almería): les réseaux anciens de Ragol, Mélanges de la casa de Velázquez, tome XXI*. Pris.

- Cámara Oficial de Comercio Industria y Navegación de Cartagena, (1973) *La comercialización en el contexto del desarrollo económico del área de Cartagena*.
- Cara Barrionuevo, L., (1989) *El agua en zonas áridas: arqueología e historia. Hidráulica tradicional de la provincia de Almería*. Instituto de estudios almerienses.
- Caro Baroja, J., (1988) *Tecnología popular española*. Mondadori, Col. Questio.
- Consorcio de Municipios del Valle Medio del Andarax y Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería, (1994) *Modificaciones y alternativas económicas a los actuales usos agrarios de los ríos Nacimiento y Valle Medio del Andarax*.
- Diversos autores, (1995) *El agua en la agricultura de Andalucía*, Lunweg, Madrid.
- Ferre, E., (1979) *El valle del Almanzora*. Tesis Doctoral, Departamento de Geografía del Colegio Universitario de Almería.
- García Conesa, C., (1990) *El Campo de Cartagena. Clima e hidrología de un medio semiárido*. Universidad de Murcia, Ayuntamiento de Cartagena y Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena.
- Gil Albarracín, (1983) *Construcciones romanas de Almería*. Cajal, Almería.
- Gil Olcina, A., (1993) *La propiedad de aguas perennes en el sureste ibérico*. Universidad de Alicante.
- Gilman, A., J.B. Thornes, (1985) *Land Use and Prehistory in South-East Spain*. G. Allen and Unwin, Londres.
- Giráldez, J.V., J. L. Ayuso, A. García, J. G. López y J. Roldan, (1988) *Water harvesting strategies in the semiarid climate of southeastern Spain, Agricultural Water Management*, 14: 253-263.
- López-Gálvez, J., J.C. López-Hernández y F. Bretones, (1992) *Comportamiento climático del invernadero tipo Almería en los meses de invierno y verano, XXII Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura*, CEPLA-CIPA: B.154-B.161.
- López-Gálvez, J. y J.M. Naredo, (1996) *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustrato*. Fundación Argentina-Visor Dis. SA.
- Oyonarte, N., J. Pérez-Parra y A. Losada, (1996) *El riego de la vega de Laujar, Congreso de Riegos, AERYD*, Almería.
- Ponce, P., (1984) *El espacio agrario de Fondón en el siglo XVI*. Ayuntamiento de Fondón, Almería.