

## EL REGADÍO SOSTENIBLE EN AL-ANDALUS

José Roldán, María Fátima Moreno y José Luis del Pino

*Universidad de Córdoba*

### INTRODUCCIÓN

*Él es quien hace caer agua del cielo; de ella bebéis, y de ella [se nutren] las plantas con las que aparentáis a vuestros animales; [y] por medio de ella hace crecer para vosotros las cosechas, y olivos, palmeras y vides, y todas [las demás] clases de fruta: ¡ciertamente, en esto hay en verdad un mensaje para gente que reflexiona!*

Corán, 16:10-11

**E**n época medieval, la difusión que conoció el regadío en al-Andalus contribuyó, sin duda, a mejorar notablemente el bienestar de la sociedad andalusí, destinataria del aumento y variedad de la producción agrícola. Pero el agua no sólo se empleó entonces para regar cultivos, pues tuvo –y tiene–, como es sabido, usos y significados muy diversos, algunos de los cuales merecen por su importancia ser ahora recordados.

En efecto, en el mundo islámico, el agua tiene, por ejemplo, un carácter marcadamente religioso. Así, se la considera, como en la Antigüedad, un don divino, origen de la vida y uno de los cuatro elementos constitutivos de la materia (Carabaza, 1994). Está presente en la escatología musulmana formando parte tanto del Paraíso - *“Y a quien obedezca a Dios y a Su Enviado, Él le hará entrar en jardines por los que corren arroyos, en los que permanecerán: ese es el triunfo supremo”* (Corán, 4:13)-, como del Infierno, *“lugar de reunión de los transgresores, en el que permanecerán eternamente. Sin disfrutar ni de frescor ni de bebidas, sólo de agua hirviendo y pus. Única recompensa que merecen”*. (Corán, 78:21-26). El agua adquiere también un significado simbólico en la práctica cultural de las abluciones, pues purifica el cuerpo y alma del creyente (Cherif Jah y López Gómez, 1994).

Como es obvio, el agua tiene en la cultura islámica otros usos más prosaicos; es necesaria para la limpieza doméstica y la higiene personal; tiene aplicaciones medicinales (Garijo, 1990; Hernández Juberías, 1996); y desarrolla, asimismo, una función vial, como transporte de hombres y mercancías (Epalza, 1991). Además, adquiere otros valores propios del espíritu; sirve de inspiración a poetas (Albarracín y Martínez, 1989); y cumple una función estética de primer orden, al convertirse, en este caso, en un elemento decorativo, articulador de espacios y jardines, en casas y palacios (Bermejo, 2002). Esto es evidente en la Alhambra y Generalife de Granada y también en otras almunias, donde agua, vegetación y arquitectura conforman un todo armonioso. Por ejemplo, de an-Naura, ubicada junto al Guadalquivir en las inmediaciones de Córdoba, el emir Abd Allah *“hizo de ella un vergel hermoso, ampliamente delineado, pues su deseo era convertir su propiedad en lugar ameno y delicioso. Con ese fin la ensanchó y pobló de árboles y plantas...mejoró la construcción, introdujo nuevos ornamentos en los edificios y aumentó el caudal de agua en las cisternas”*. (Arjona, 1982). Pero, sobre todo, el agua es vital para el hombre, los animales y las plantas, tal y como lo expresó el agrónomo granadino al-Tignarí (edición de García Sánchez, 2006): *“Debes saber que no hay vida animal ni crecen plantas sin agua”*.

En consecuencia, las poblaciones de al-Andalus, como las de cualquier otro lugar y cultura, debían contar con suficiente provisión de agua para satisfacer sus necesidades más elementales. A menudo se recurría para ello a la construcción de pozos, lógicamente allí donde las condiciones del terreno y la existencia de capas freáticas subterráneas lo permitían; tales perforaciones –casi siempre de sección circular-, se hacían preferentemente en los patios de las casas; los pozos solían ir provistos de brocales para evitar la caída accidental en ellos de personas y animales; esos brocales eran de muy diversa factura y tipología, tal y como revela la rica colección existente en el Museo Arqueológico Provincial de Córdoba (del Pino,

2007). Muchas casas —es evidencia arqueológica— contaban con la infraestructura necesaria para canalizar, transportar y almacenar el agua procedente de lluvia o de otras fuentes de aprovisionamiento (tuberías, atarjeas, pilas, aljibes domésticos, contenedores de cerámica, etc.).

Además, el Estado utilizó recursos económicos y humanos para financiar la construcción —o el mantenimiento— de infraestructuras hidráulicas, especialmente las relacionadas con el abastecimiento y distribución de agua a los núcleos urbanos: transporte (como en Madinat Azhara, Vallejo, 1991), instalación de fuentes, pilas y baños públicos, ampliación y mejora de la red de saneamiento o construcción de grandes aljibes, caso del existente en el patio de la Mezquita aljama de Córdoba, que recibía el agua de lluvia del propio pavimento del patio y de los tejados constituidos por canaletas diseñadas para evacuar rápidamente, y sin que se formasen balsas de retención, el caudal de escorrentía generado (Roldán et al., 2006).

En el ámbito estrictamente rural, los árabes iniciaron una etapa de crecimiento de la agricultura a partir del siglo octavo que condujo a una mejora y ampliación de la práctica del riego en todo el mundo islámico, incluyendo al-Andalus (Glick, 1988). La civilización islámica adquiere un carácter de síntesis tecnológica que desarrolla y perfecciona los conocimientos técnicos de la antigüedad.

Así, por ejemplo, la terminología hidráulica romana del regadío fue sustituida por arabismos (*acequia*, derivada del árabe *jaqiya*, reemplaza a la palabra latina *canalis*); se adoptaron de forma generalizada mecanismos hidráulicos introducidos por los árabes, como la *noria* o, más propiamente, los *qanats* (Goblot, 1979); se desarrolló una mayor agricultura de regadío, extensas huertas, alrededor de las grandes ciudades; se introdujeron cultivos necesitados de regadío para poder crecer adecuadamente en nuestras condiciones climáticas de carácter mediterráneo (altramuz, naranja, alfalfa, algodón, etc.); y, aún hoy, se conservan topónimos en zonas de regadío medieval que demuestran un claro pasado islámico.

Los árabes, pues, introdujeron en el oeste del Mediterráneo técnicas agrícolas orientales, entre las que se encontraba el regadío, de origen nabateo y mesopotámico. Asimismo, Glick (1988), señala que, al igual que ocurría en esos lugares, los modelos de reparto del agua se basaban en la necesidad de su justa distribución y en el imperativo de evitar conflictos. Algunos de estos principios comunes eran: reparto de agua proporcional a la cantidad de tierra que se trabaja; responsabilidad individual hacia la comunidad de regantes en aspectos tales como mantenimiento de acequias, sometimiento a los turnos y resarcimiento por los daños causados a los vecinos; y carácter autónomo de los regadíos de modo que la justicia fuese realizada internamente por sus propias instituciones de autogobierno, aunque dependiendo jurisdiccionalmente del juez o cadí general (Glick, 1996).

Por último, los árabes encontraron en Hispania grandes obras hidráulicas realizadas por los romanos —acueductos, 2 presas, canalizaciones (ver figura 1), me-

canismos hidráulicos de elevación del agua, etc.- (Malissard, 1996), sobre las que actuaron implantando las técnicas del Oriente Próximo que sirvieron para mejorar la aplicación del agua de riego. El objetivo final era desarrollar una floreciente agricultura basada en el policultivo y que sirviera de apoyo a una pujante economía.

De hecho, el uso agrícola del agua, con frecuencia asociado en los textos escritos a la existencia de huertas y jardines, contribuyó, como decíamos al principio, a mejorar los rendimientos. La producción alcanzó un notable desarrollo en las zonas periurbanas. Las referencias a estos espacios agrícolas suburbanos son muy frecuentes en las descripciones geográficas, que abundan en testimonios de la feracidad de los contornos de las ciudades (Manzano, 1986), donde se advierte la existencia de unidades de explotación agrícola, denominadas en las fuentes árabes con términos distintos (García Sánchez, 1996). Una de ellas, la almunia, proliferó en los alrededores de la Córdoba califal, hasta alcanzar, según información escrita, un total de unas quince o más; en algunas de ellas, como en la denominada Arruzafa, había áreas de experimentación agrícola, en las que se aclimataban nuevas especies o se mejoraban otras ya existentes en el suelo peninsular. En esa almunia, Abdarrahan I *"formó un hermosísimo jardín con toda clase de plantas raras y exóticas y hermosos árboles de todos los países, tratando de que tuvieran agua para su riego"* (Arjona, 1982).



Figura 1. Tramo del acueducto romano de Valdepuentes (siglo I reutilizado en el S. X para el abastecimiento de aguas a la ciudad de Medina Azahara)

(Foto de J. L. del Pino, 2007).

## I. AGRICULTURA DE SECANO Y AGRICULTURA DE REGADÍO

El régimen pluviométrico de la Península Ibérica concede un carácter semiárido e incluso árido a gran parte de su territorio. Su variabilidad estacional -la mayoría de la lluvia se recibe entre octubre y abril-, impide el desarrollo de cultivos en la época estival si no se aplica agua artificialmente, esto es mediante riego.

Ya Homero, en la Odisea, se refiere a Iberia de la siguiente forma: “*Allí los hombres disfrutaban la vida más fácil, al abrigo de la nieve, de los hielos y de las lluvias*”. Del mismo modo, el geógrafo romano Estrabón hace una cita a lo que llama el *Campo Spartario, Gran llanura sin agua donde crece el esparto*, y lo sitúa en la región levantina. Asimismo, ese autor hacía una clara distinción entre la Turdetania (Andalucía del sur) fértil y una Castilla Central de inmensas mesetas pedregosas y áridas.

Se entiende por **Agricultura de Secano** aquella en la que se practica una agricultura pluvial o dependiente de la lluvia. Por el contrario, la **Agricultura de Regadío** es la que se hace en tierras colonizadas tras la aplicación de agua mediante riego. Originariamente, estas zonas podrían tener un carácter árido que ha sido transformado por el hombre en vergeles y huertas mediante la aplicación del agua.

El nuevo sistema agroecológico que se genera en las tierras irrigadas en época islámica, a diferencia del existente en época romana, no es solo consecuencia del agua sino de la introducción de diferentes especies vegetales ajenas a nuestro entorno climático. En efecto, las plantas cultivadas en tiempos romanos, cuyos más claros ejemplos son el trigo, la vid y el olivo (Saez, 1987), corresponden a un ecosistema claramente mediterráneo análogo al de especies naturales del que derivan. Ambos tipos están adaptados a condiciones de temperatura extremas y a períodos de sequía prolongados. Esta agricultura, denominada extensiva, tenía unos rendimientos muy bajos y se practicaba el sistema de año y vez, es decir, un año se cultivaba y al siguiente se dejaba en barbecho (Malpica y Trillo, 2002). En consecuencia, la estacionalidad agrícola es muy marcada en contraste con la agricultura árabe que, a consecuencia del riego, llega a modificar el calendario agrícola haciéndolo más continuo y casi independiente de las condiciones climáticas (Trillo, 2002). En el Tratado de Agricultura de Ibn al-Awan (siglo XII, edición de Cubero, 2001) se citan más de 400 especies vegetales diferentes cultivadas en al-Andalus lo que contrasta con las 150 que Columela nos dice que había en el siglo I.

La introducción, pues, de plantas y el uso asociado del regadío supuso una auténtica revolución agrícola que permitió cultivar productos hasta entonces desconocidos tanto en la Península Ibérica como en el resto del continente europeo,

posibilitando la proliferación de una diversidad de árboles y cultivos hortícolas espectacular para la época, cuya procedencia fue determinada por el investigador canadiense Watson hace ya algunos años (Watson, 1998). Los resultados fueron muy positivos para el país. Se introducen, entre otros árboles, granados, moreras, limoneros, naranjos, cerezos, albaricoques, melocotoneros, almendros, membrilleros y palmeras datileras; también se traen verduras y hortalizas, tales como berenjenas, pepinos, calabazas, espinacas, zanahorias, coliflores o lechugas; y se cultiva por vez primera arroz, caña de azúcar, cáñamo, lino, azafrán, algodón o anís, llegándose a crear espacios de especialización productiva dirigidos a una ulterior transformación industrial. La introducción de nuevos cultivos vinculados a la agricultura irrigada tuvo también una gran importancia por su efecto en la dieta y por la posibilidad de hacer más intensivo el trabajo mediante cultivos de verano (Poveda, 2000). El uso sistemático del agua en el riego de los campos marcó también la diferencia y fue determinante en la prosperidad de las comunidades, cuyas tierras implementaban así su fertilidad. “*En todo al-Andalus –nos dice Ibn Hawqal en la segunda mitad del siglo X (edición de Romani, 1971), ... no hay ciudad que no esté bien poblada, que no esté rodeada de un vasto distrito rural, o mejor, de toda una provincia con numerosos pueblos y labradores que gozan de prosperidad... Sus tierras están bien regadas, o bien por la lluvia, dando entonces una buena recolección de primavera, o bien por canalizaciones admirablemente conservadas y con una red perfecta*”.

A pesar de la distinción que se está haciendo entre ambos tipos de agricultura, la lluvia ha sido bien ponderada para el crecimiento de los cultivos tanto por los agrónomos romanos como por los árabes. Por un parte, la lluvia facilita el desarrollo de los cultivos de secano, olivo y trigo principalmente, humedeciendo el suelo que conserva el agua para los períodos de escasez. Por otra parte, el discurrir de las aguas de lluvia por arroyos, barrancos y torrentes, tanto superficial como subterráneamente, favorece la agricultura de secano y hace posible la de riego (Bolens, 1994).

Las zonas regadas, vegas y huertas, se concentraban en determinados entornos próximos a ríos. Mediante diversos procedimientos se derivaba una acequia que dominaba la superficie regada. Esta acequia, para mantener una pendiente adecuada a su doble función de conducción y derivación, sigue un trazado que es difícil de modificar (Barceló, 1989). El espacio hidráulico así configurado queda delimitado por dos líneas, superior e inferior, cuya situación está marcada por la gravedad. Así la superior es la propia acequia o canal principal por encima de la cual el agua no puede distribuirse debido a la pendiente del terreno, en tanto que la inferior la constituye el propio curso del agua situado en el fondo del valle. El nacimiento de la acequia se produce desde un azud (ver figura 2). El paso de la

acequia principal hacia otras acequias o hacia los campos de riego se hace frecuentemente a través de partidores que utilizan desde compuertas de madera hasta la propia tierra para contener el agua.

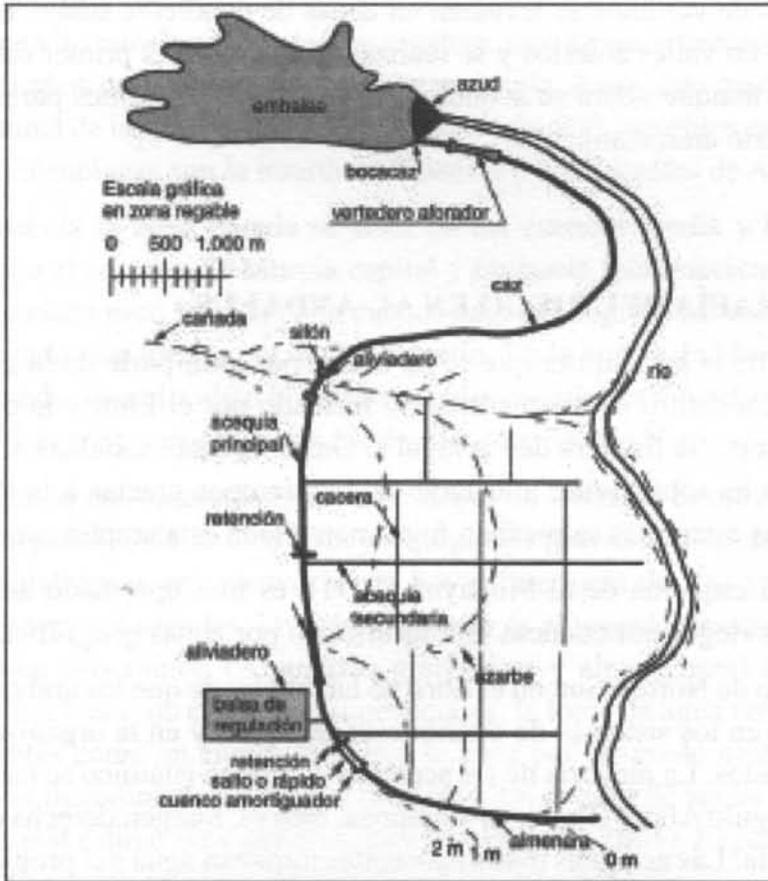


Figura 2. Estructura de un sistema de riego tradicional (Losada, 2005)

Barceló (1995) clasifica los sistemas hidráulicos según su ubicación topográfica en tres tipos: sistemas de fondo de valle; sistemas de terraza con captación a media ladera; y sistemas de vertiente.

Los primeros se construyen en fondos de valle previamente preparados para el riego y son abastecidos, generalmente, por una sola acequia, desde la cual se riega directamente mediante partidores regularmente distribuidos. Si el caudal es suficiente, se suelen construir molinos sobre la propia acequia. Su situación, encima de la acequia, permite recuperar el agua que pasa por ellos aunque, en cualquier caso, antes de cada molino se practicaba una apertura que permitía desviar el agua cuando estaban fuera de servicio. El aterrazamiento es mínimo y las parcelas de cultivo, alargadas y en forma de huso, se adaptan al relieve.

Las terrazas captan el agua a media ladera y consisten en un conjunto de bancales superpuestos y escalonados en una pendiente natural, siguiendo las curvas de nivel, de modo que la pendiente se modifica artificialmente, pero asegurando la contención del terreno y deteniendo el efecto de la erosión.

Los sistemas de vertiente se levantan en zonas de pendiente suave. La captación se localiza en valles abiertos y se realiza, igual que en el primer caso, en el fondo del valle aunque ahora se acondiciona una de las vertientes para el riego mediante un cierto aterrazamiento.

## II. LA GEOGRAFÍA DEL RIEGO EN AL-ANDALUS

La mayoría de la agricultura que se ha hecho por gran parte de la geografía española (inscrita dentro de un cuadrilátero formado por el Ebro y la cordillera Cantábrica al Norte, la frontera de Portugal al Oeste, la costa andaluza al Sur y el levante al Este) ha sobrevivido a lo largo de los tiempos gracias a la lluvia. El riego y las zonas esteparias salpicaban fugazmente toda esta amplia zona.

Siguiendo el esquema de al-Mudayna (1991), es más apropiado analizar el alcance de estos riegos por cuencas hidrográficas o por zonas geográficas.

Comenzando de Norte a Sur, en el Ebro no hay dudas de que los árabes aportaron una mejora en los sistemas de distribución de aguas y en la organización de los campos regados. La mayoría de las acequias de origen islámico se han encontrado en el triángulo Alfaró-Tarazona-Zaragoza, esto es, margen derecha del Ebro a partir de Tudela. Las acequias más importantes tomaban agua del propio Ebro y del Gállego.

En las Baleares, el regadío se desarrolló fundamentalmente en época islámica creando unos paisajes agrarios que han llegado hasta nosotros. A destacar los numerosos qanats, o captaciones de aguas subterráneas, y el sistema de bancales regados. En concreto, Mallorca es la región de al-Andalus con mayor número de qanats conocidos (Barceló et al., 1986). Los qanats fueron introducidos en el siglo X y la mayoría forman parte de conjuntos abancalados. En el caso de riegos por inundación, las terrazas son totalmente horizontales mientras que si el riego es por canalización, la terraza tiene tanto una inclinación longitudinal, en la dirección de la acequia, como transversal para que el agua alcance toda la extensión de la terraza. En Ibiza existe un sistema de riego que parece ser único, las *feixes*, y que se comentará en detalle más adelante.

En Valencia, el geógrafo al-Idrisi (siglo XII, citado por Carrasco, 1996) nos ha dejado testimonio de algunas estructuras de regadío y, en cualquier caso, parece

que las ocho acequias que constituyen la red definitiva de canales de la huerta existían al final de la dominación musulmana. Aunque los riegos valencianos tienen un origen romano, no hay duda que los árabes contribuyeron a su gran crecimiento. Giner Boira (1997) mantiene que los pobladores del levante español no eran árabes (procedentes de lo que hoy denominamos Arabia Saudí), que no conocían el regadío pues sus tierras no se regaban, sino sirios, libaneses y egipcios con cinco mil años de tradición de agricultura regada. Asimismo mantiene que el actual Tribunal de las Aguas fue creado hacia el año 960. Notables ejemplos de áreas regadas valencianas son la huerta de Valencia y los regadíos de Alicante y Elche.

En Murcia la zona regada se sitúa en las cuencas media y baja del Segura destacando el entorno de Murcia capital y Orihuela (perteneciente a la Comunidad Valenciana pero situada en la cuenca baja del Segura) así como el Campo de Lorca regado este último por el Guadalentín. En la huerta de Murcia destacan las norias, ruedas que elevaban el agua mediante cangilones movidos por la corriente de agua. Las más conocidas son las de Alcantarilla y la Ñora.

El regadío en Andalucía Oriental o Reino de Granada es muy diferente al del levante español dada la orografía y el régimen pluviométrico de la zona. Aquí, fundamentalmente, se aprovecharon hoyas interiores de ríos y zonas de sierra mediante terrazas regadas. Lo más destacado es el ingenio desarrollado para captar agua en esta región (Alpujarras granadinas y almerienses) de gran escasez hídrica. En el caso de corrientes superficiales, la toma de agua tanto en corrientes permanentes como en cursos efímeros se hace por sangrado mediante diques de derivación denominados azudes o boqueras. En el caso de aguas subterráneas, el uso del qanat estuvo muy generalizado (Hermosilla, 2006). El pequeño tamaño y su gran dispersión impiden destacar algunas zonas regadas.

En el valle del Guadalquivir no hay referencias a grandes espacios de regadío, sino más bien a zonas de huertas en entornos urbanos y a almunias, o fincas de recreo de los notables, destacando las de Jaén, Córdoba (la Arruzafa) y Sevilla (la Buhayra). También hay constancia de regadíos en ambas orillas a lo largo del Guadalquivir desde donde el agua se derivaba mediante norias (como la de la Albolafia en Córdoba) y presas.

Por último, y fuera de los ámbitos geográficos ya citados, hay que mencionar las vegas de Toledo (Huerta del Rey) y de Talavera en la cuenca del Tajo. El encajonamiento de este río a su paso por Toledo dio lugar al desarrollo de unos sistemas de elevación de agua que han sobrevivido durante muchos siglos.

### III. PRÁCTICAS AGRONÓMICAS SOSTENIBLES EN EL RIEGO

Ibn al-Awam (siglos XII-XIII), basándose en el texto de Agricultura Nabatea escrito por Ibn Wahsiya en el siglo IX, dedica apartados específicos de su libro a las prácticas agronómicas en el riego. Muchas de ellas, como más adelante se indica, tienen un carácter sostenible y guardan gran armonía con el entorno natural en el que se desenvuelven.

Según los tratados de agronomía andaluces, el agua y la tierra son inseparables y la calidad, sabor y temperatura de una orientan sobre las de la otra. En general, la elección del agua se hace después de seleccionar una buena tierra para el cultivo.

En relación con el uso de las aguas subterráneas, se comenta que es *condenable hacer venir el agua de lejos* por lo que es mejor buscar aguas en el subsuelo. Así, por un lado, hay que observar señales o signos para saber si el agua está lejos o cerca de la superficie terrestre y, por otro lado, es necesario conocer dónde situar y cómo construir los pozos.

En el primer caso, la vegetación natural orienta sobre la existencia del agua en la proximidad de la superficie. Como ejemplo, hay que destacar la presencia de cipreses, zarzas y espinos pequeños, entre otras muchas. También el color, sabor y olor de la superficie son buenos indicadores ya que cuando el agua está cerca aparece cierta jugosidad que se percibe al tacto y a la vista a manera de sudor o rocío.

Al hablar de los pozos, incluye comentarios sobre su forma: arábigo (redondos en el fondo y de brocal ovalado) o persiano (oblongos tanto en la superficie como en la base), indicando que los pozos árabes contienen más agua que los persas. Las características del terreno son las que determinan su forma y tamaño: en suelo duro podrán ser anchos y en suelo poco estable pequeños. El tamaño debe ser a la medida de la noria o más bien al revés. Su posición la situaba en lo más alto del huerto para dominar todo el espacio hidráulico y cerca de los lugares de acceso. Por último, la época en la que se recomendaba su perforación era entre agosto y octubre ya que entonces el subsuelo contiene la mínima cantidad de agua.

Las aguas para el riego eran clasificadas en cuatro tipos según su procedencia: aguas de lluvia, de río, de fuentes y de pozos. Se consideraba que la mejor agua es la de lluvia y se recomendaba, por tanto, para el riego de hortalizas y, en general, para las plantas más delicadas o débiles. El agua de los ríos también es buena porque es agua corriente y la de fuentes y pozos, más densas, se preferían para el riego de plantas con raíces comestibles. Las aguas de pozos se consideraban demasiado frías para regar las especies de invierno. En general, el riego se conside-

raba un regulador benéfico de la temperatura del suelo: en invierno calienta el suelo y en verano lo refresca.

Ibn al-Awam añade que las aguas salobres y amargas son buenas para regar algunas hortalizas como la verdolaga, espinaca y lechuga. En cambio, no recomienda el agua salada para el riego de ninguna planta.

Según el médico y visir granadino Ibn al-Jatib (siglo XIV, edición de Vázquez, 1984), la mejor agua para beber era la procedente de fuente o manantial de tierra cálida o polvo arcilloso y de curso continuo; también considera buena el agua de las fuentes orientadas al este, así como la procedente de zonas altas que tienen un sabor dulce, de poco peso, inodoras, de fácil digestión y de cocción rápida. Considera peor las aguas de pozo y nocivas las que fluyen por conductos de plomo, las enfangadas y las amoniacales. Las termales las recomienda para los ancianos y personas de complexión fría. Por último, rechaza las aguas procedentes de zonas en cuyas proximidades se estacionen ganados y donde abrevan pues las ensucian y contaminan con sus excrementos, sus pisadas y por introducirse en ellas para beber.

Ibn al-Awam da también recomendaciones sobre el riego de los árboles frutales entre las que cabe destacar aquellas que guardan una correspondencia directa con prácticas sostenibles y actuales de riego:

- Aporte del agua a pie de planta para evitar pérdidas por evaporación o percolación: *riego por alcorques* (ver figura 3) equivalente a riego localizado.
- Aplicación del agua por la noche (riego nocturno): *cuatro horas al día desde la última hora del día hasta la media noche*.
- Riego frecuente para evitar grandes fluctuaciones de humedad en el suelo: *riego durante unas pocas horas pero todos los días*.
- Fertirriego, mediante la incorporación del estiércol al agua: *un riego abundante con estiércol transforma la tierra arenosa y floja en tierra pingüe y buena*. La combinación entre agua y estiércol crean una estructura del suelo permeable y ventilada. El estiércol también se usaba para calentar el agua de los pozos que, como ya se ha comentado, era fría.
- Riego en subsaturación, de manera que se evite un encharcamiento que impida la respiración de las raíces: *se propone que se excave la tierra de alrededor, se pise blandamente y se le incorpore estiércol para que el agua no llegue a todos los sitios y haya ventilación*.

- Dosis de riego o cantidad de agua a aplicar en función de las características físicas del suelo: *el exceso de agua puede provocar salinización de los suelos y estancamiento del agua que pudre el estiércol.*
- Calendario de riego: *el agua es necesaria pero hay que controlar su exceso en ciertas estaciones según el cultivo a regar.* Así, el riego de la caña de azúcar se debe cortar en octubre porque, de lo contrario, el principio azucarado se interrumpiría. Igual pensamiento se aplicaba a la vid (se recuerda que su riego ha estado prohibido hasta hace pocos años).
- Programación de riegos: *los frutales deben regarse frecuentemente salvo en épocas de brotación de yemas o floración a excepción del olivo.* Sobre el riego del olivo (planta tradicionalmente de secano) se concluye que, aunque el riego es útil, su falta tampoco le daña.

Según otros autores (Cherif Jah y López Gómez, 1994), también hay que regar las plantas cuyas raíces quedan al descubierto. En cambio, a las plantas débiles no hay que darle mucho riego. El agua estancada por un tiempo se estima que es perjudicial para los árboles que no son frutales.



Figura 3. Riego por alcorques. Patio de los Naranjos.  
Mezquita de Córdoba (Foto de J. Roldán, 2004).

#### IV. MÉTODOS DE RIEGO

Los métodos de riego utilizados en época andalusí son (García Sánchez, 1996):

- Por inmersión o a manta, para el que la parcela se disponía en tablares
- A través de regueras, usando surcos y caballones
- Por alcorques, llevando el agua al pie de los árboles

Describe esta misma autora una forma de trazar los caballones, atribuida a los sicilianos, de modo que entre cada dos caballones exista una reguera que también se comunica con las demás regueras y con la acequia principal, análogamente a como lo hacen los tablares con dicha acequia. El campo a regar se componía de un conjunto de bancales, separados por balates y con tablas de riego divididas en eras y canteros o con alcorques al pie de árboles frutales (Losada, 2004). En el caso de que el gasto alumbrado fuera insuficiente para su aplicación directa en el riego, se hacía necesaria la existencia de una alberca donde el agua se acumulaba durante un periodo de tiempo. En zonas montañosas, como las Alpujarras, la existencia de múltiples manantiales con escaso caudal obligaba a construir balsas de regulación o albercas como paso previo a la distribución del agua en la zona a regar. En este caso, las albercas funcionan independientemente y abastecen superficies de terrenos relativamente pequeñas (Bazzana, 1994).

Un aspecto considerado fundamental era la nivelación de los tablares de modo que no hubiera diferencia de cotas entre la parte superior e inferior pues, de otra suerte, el agua se llevaría de una a otra las semillas y el estiércol. El astrolabio incluía en su reverso una alidada que se usaba como instrumento topográfico en las tareas de nivelación de tierras.

Bolens (1994) habla de que la práctica más frecuente era el *Riego por Sumersión*, que considera diferente al riego a manta, mediante el cual se aplicaba el agua al suelo hasta su absorción. Para dicha investigadora, este método *supone un suelo igualado, perfectamente llano para que el agua corra por igual a todos lados a lo largo de los brazales. En caso necesario, hay que corregir el suelo yendo a buscar tierra de la parte más elevada*. Para ello, se usaban estacas de la misma longitud y un hilo a plomo. La tierra se llevaba al punto en que se encuentre una depresión acondicionando para este fin unos brazales especiales denominados *regueras de filtraje*. Según Ibn al-Awam, la menor pendiente que puede darse a estas regueras es 12 dedos (0,231 m) por 100 codos egipcios (46,20 m), esto es, un 0,5%. Si su pendiente fuera muy fuerte se provocaría una gran erosión que afectaría al conjunto nivelado.

En 1950, el entonces Director del Instituto de Antropología Social de la Institución Smithsoniana de Washington, George M. Foster, se encontraba en España

haciendo un reconocimiento etnográfico general. Durante el verano, viajó a Ibiza donde quedó sorprendido por la existencia de un original y único sistema de riego que se practicaba en tierras recuperadas al borde de la bahía, denominadas *feixes*, desde el tiempo de los árabes y que aún se encontraban en servicio. El resultado de su trabajo de campo fue publicado en la revista *Geographical Review* (Foster, 1952).

La bahía de Ibiza tiene una forma casi circular de aproximadamente un kilómetro de diámetro. Allí se sitúa el puerto que está protegido con un dique y que, regularmente, es dragado para permitir la entrada de grandes buques. Sin embargo, la mitad de la bahía no tiene más de un metro de profundidad dando lugar a un terreno pantanoso donde es difícil situar la línea de separación entre el mar y la tierra y en el que se acumulan materiales sedimentarios.

Este terreno potencialmente muy rico ha sido recuperado mediante una serie de diques de drenaje construidos de manera que permiten levantar ligeramente el nivel de la tierra, sirven para eliminar el exceso de humedad de la parte superior del suelo y, a su vez, riegan el subsuelo. Las acequias se excavan en ángulo recto respecto a la línea de costa, bajo el nivel del mar y separadas entre sí de 20 a 50 pasos (entre 16 y 40 metros). La tierra situada entre las acequias se denomina *feixa* (en plural, *feixes*). En el lado de cada *feixa* situado tierra adentro existe una tercera acequia que une las otras dos (ver figura 4). Las acequias tienen de uno a tres metros de anchura y una profundidad de hasta un metro. La tierra extraída al construirlas se sitúa encima de la tierra de la *feixa* elevando su nivel aproximadamente 0,5 metros sobre el nivel del agua en la acequia. A lo largo de los bordes de los canales se plantan viñas cuyas raíces ayudan a consolidar la tierra de la *feixa* ya que no hay muros de contención.

Cada acequia longitudinal va o directamente hacia el puerto o hacia un canal transversal que corre en el lado interior del camino que cierra el terreno de cultivo por el lado del mar (ver figura 4). En el punto de unión entre ambas, la acequia se estrecha para situar una pequeña compuerta o *comporta*. Cuando nos encontramos en época sin lluvias, las compuertas se mantienen cerradas de modo que el nivel del agua en los canales esté por encima del nivel del agua en el mar y que la capa freática se encuentre a la altura deseada. En época de lluvias, las compuertas se abren para evitar que tanto las filtraciones como la escorrentía superficial inunden las *feixes* y el exceso de agua se vierte a la bahía. En otoño, las altas mareas y los vientos devuelven el agua del mar a los canales. Para evitarlo, se cierran las compuertas pero las *feixes* más próximas al mar suelen quedar dañadas por las filtraciones de sales.

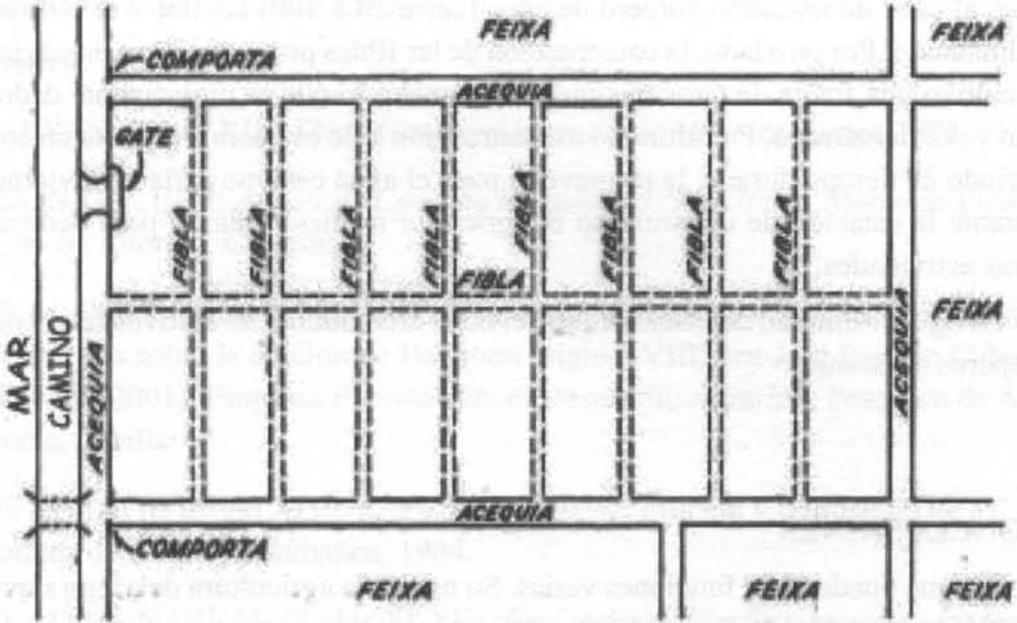


Figura 4. Esquema de una feixa típica.

Esta forma de regar corresponde al tipo de riego subsuperficial: el agua percola en el subsuelo de la feixa en una distancia de varios metros. Para conseguir que el agua alcance todos los puntos de la feixa se construyen unos pasos subterráneos (denominados *fibles* o *fibla* en singular). La forma de hacer estos fibles consiste en construir unas zanjas de un metro de ancho y de una profundidad suficiente para que quedaran bajo el nivel normal del agua. Sobre el fondo, y formando una cama, se sitúan acidulas de pino y encima bloques de *pedra morta* (roca porosa ligera) poco más o menos del tamaño de un ladrillo. El agua fluye fácilmente a través de los grandes intersticios que dejan entre sí estos bloques de forma irregular. La piedra es cubierta con una planta acuática que crece en la bahía y sobre ella se añade otra capa de tierra, de unos 20 cm., que levanta la parte superior hasta el nivel de la tierra adyacente. La función de las acidulas de pino es evitar que las piedras se hundan y la de las plantas acuáticas impedir que la tierra de la capa superior ocupe los huecos entre las piedras.

Una feixa típica tiene unas dimensiones de 42 por 102 pasos (33 por 80 metros aproximadamente) con el eje mayor en dirección al mar. La feixa es servida por una fibla longitudinal que recorre los 102 pasos y por 8 fibles transversales cada una de 42 pasos (ver figura 2). Dado que el coste de una fibla es muy elevado, pocas feixes tienen el número de fibles que los agricultores entienden ideal. Ade-

más, al cabo de un cierto número de años (entre 30 y 100) las fibles se terminan colmatando. Por otro lado, la construcción de las fibles provoca que se pierda para el cultivo una franja de unos tres metros de ancho lo que es preocupante dado el alto valor del terreno. Por último, su construcción solo es posible durante un corto periodo de tiempo durante la primavera, pues el agua está muy fría en invierno y durante la estación de crecimiento el agricultor no tiene tiempo para dedicar a otras actividades.

La ligera salinidad del suelo impide el buen crecimiento de cultivos tales como nísperos o naranjos.

## CONCLUSIONES

El agua puede tener funciones varias. Su uso en la agricultura del riego supuso una intensificación de las prácticas agrícolas durante el medievo islámico. Los árabes desarrollaron técnicas especializadas que sirvieron para mejorar los cultivos en tierras con lluvias ligeras y fueron no menos ingeniosos para recuperar terrenos encharcados. Así, ciertas zonas de la península Ibérica que son referidas por los cristianos como tierras áridas fueron consideradas suelos fértiles por los árabes.

Aunque el riego es una técnica agrícola artificial, su práctica en época islámica fue realizada en armonía con el medioambiente e integrada de manera sostenible tal y como se predica actualmente. En efecto, se recomienda aplicar la dosis exacta (ahorro de agua) para evitar salinización (previene contaminación del suelo) y encharcamiento (para permitir la respiración de las raíces).

También se evitan pérdidas de agua regando a pie de árbol (riego por alcorques) y por la noche (menos evaporación y transpiración). Se recomienda el uso de las aguas subterráneas antes que traer aguas superficiales desde otras zonas. Ello permite afrontar con mayor garantía periodos de sequía.

Una de las grandes preocupaciones de los regantes árabes era realizar una cuidadosa nivelación de los tablares que, además de conseguir una distribución uniforme del agua, evitaba la erosión del suelo. Por último, el desarrollo del concepto de espacio hidráulico irrigado o dominio hidráulico permite afrontar el riego de amplias zonas sin aplicar energía adicional a la gravitatoria desde la acequia de derivación.

## FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

### Fuentes

AL-IDRISI (Siglo XII). *Opus Geographicum*, fas V, Nápoles-Roma, 1975.

ARJONA, A. 1982. *Anales de Córdoba musulmana (711-1008)*. Monte de Piedad y Caja de Ahorros, Córdoba.

IBN AL-AWAN (Siglos XII-XIII). *El libro de agricultura de Al Awan*. Edición y comentarios sobre la edición de Banqueri (siglo XVIII) por José Ignacio Cubero Salmerón (2001). Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía, Sevilla

IBN AL-JATIB (Siglo XIV). *Libro de la Higiene*. Edición y traducción de M<sup>a</sup> C. Vázquez de Benito, Salamanca, 1984.

IBN AL-TIGNARI, M. (Siglos XI-XII). *Esplendor del jardín y recreo de las mentes*. Edición e introducción Expiración García Sánchez. CSIC, Madrid, 2006.

IBN HAWQAL, M (Siglo X). *Configuración del mundo; (fragmentos alusivos al Magreb y España)*. Traducción e índices por María José Romani Suay. Valencia [s.n.], 1971.

### Bibliografía

ALBARRACÍN J. y MARTÍNEZ J. (1989). "El agua y el riego en la poesía árabe andalusí (siglo XI). (Hidrónimos conservados en la toponimia y en el habla de la Andalucía oriental)" en *El Agua en zonas áridas. Arqueología e Historia*. Almería, pp. 95-120.

AL-MUDAYNA (1991). *Historia de los regadíos en España (...a.C.-1931)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid

BARCELÓ, M.; CARBONERO, M. A.; MARTÍ, R. Y ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1986). *Les aigües cercadas (Els ganat(s) de l'illa de Mallorca)*. Institut d'Estudis Balearics, Palma de Mallorca

BARCELÓ, M. (1989). *El diseño de espacios irrigados en Al-Andalus: un enunciado de principios generales*. I Coloquio de Historia y Medio Físico. El agua en zonas áridas: arqueología e historia. Almería, p. XV-XLVII.

BARCELÓ, M. (1995). *De la congruencia y la homogeneidad de los espacios hidráulicos en al-Andalus*. En: El agua en la agricultura de al-Andalus, Ed. El Legado andalusí. pp. 25-38, Granada.

BAZZANA, A. (1994). *La pequeña hidráulica agrícola en Al-Andalus*. En: E. García Sánchez (Ed). Ciencias de la naturaleza en Al-Andalus. Textos y estudios. III. C.S.I.C. Escuela de Estudios Árabes, p. 317-335.

BERMEJO, J. M<sup>a</sup> (2002). *El jardín hispanoárabe*. Segovia, Artec Impresiones.

BOLENS, L. (1994). *Agrónomos andaluces de la Edad Media*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada. Granada.

CARABAZA, J. M<sup>a</sup> (1994). "El agua en los tratados agronómicos andalusíes". *Anaquel de Estudios Árabes*. 5, pp. 19-38.

CARRASCO, A.I. (1996). *La percepción del agua y los sistemas hidráulicos en la obra de Al-Idrisi*. Actas del II Coloquio de Historia y Medio Físico. Agricultura y regadío en Al-Andalus. Almería, p. 57-65.

CHERIF JAH, A. y M. LÓPEZ GÓMEZ. (1994). *El enigma del agua en Al-Andalus*. Ministerios de Agricultura y de Obras Públicas, Madrid.

EPALZA, M. de (1991). "Espacios y funciones en la ciudad árabe", en *La ciudad islámica*. Institución Fernando el Católico, Zaragoza, pp. 9-30.

FOSTER, G.M. (1952). *The Feixes of Ibiza*. *Geographical Review*, 42(2):227-237.

GARCÍA SÁNCHEZ, E. (1996). *Cultivos y espacios agrícolas irrigados en Al-Andalus*. Actas del II Coloquio de Historia y Medio Físico. Agricultura y Regadío en Al-Andalus, p. 17-37.

GARIJO, I. (1990). "Usos medicinales del agua en al-Andalus: Ibn al-Baytâr", en *Ciencias de la naturaleza en al-Andalus: textos y estudios*. Vol 5, pp. 89-120.

GINER BOIRA, V. (1997). *El Tribunal de las aguas de Valencia*. Fundación Valencia III Milenio. Valencia.

GLICK, T.F. (1988). *Regadío y Sociedad en la Valencia medieval*. Valencia

GLICK, T.F. (1996). *Riego y tecnología hidráulica en la España Islámica: consideraciones metodológicas*. En: C. Álvarez de Morales (Ed). Ciencias de la naturaleza en Al-andalus. Textos y estudios. IV. C.S.I.C. Escuela de Estudios Árabes, p. 71-91.

- GOBLOT, H. (1979). *Les qanats. Une technique d'acquisition de l'eau*. École des hautes études en sciences sociales. Mouton Editeur. Paris.
- HERMOSILLA, J. (Director) (2006). *Galerías drenantes del sureste de la Península Ibérica. Uso tradicional del agua y sostenibilidad en el mediterráneo español*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- HERNANDEZ JUBERIAS, J. (1996). *La Península Imaginaria. Mitos y leyendas sobre al-Andalus*, Madrid, CSIC.
- LOSADA, A. (2004). *Espacios hidráulicos en Al-Andalus*. II Simposio Internacional "Repensar Al-Andalus a través del tiempo y el espacio: Agua y agricultura". Córdoba
- LOSADA, A. (2005). *El riego. II. Fundamentos de su hidrología y de su práctica*. Mundi-Prensa, Madrid.
- MALISSARD, A. (1996). *Los romanos y el agua*. Herder, Barcelona
- MALPICA, A. y C. TRILLO. (2002). *La hidráulica rural nazarí. Análisis de una agricultura irrigada de origen andalusí en Asentamientos rurales y territorio en el Mediterráneo Medieval*. Granada, Athos-Pergamos, pp. 221-261.
- MANZANO, E. (1986). "El regadío en al-Andalus: Problemas en torno a su estudio", *En la España Medieval*. Tomo V. Editorial de la Universidad Complutense, Madrid, pp. 1-16.
- PINO, J. L. del (2007). *La cultura del agua en al-Andalus*. Seminario impartido en la Universidad Mayor de San Andrés, Proyecto PCI-AECI *Revalorización de Técnicas Ancestrales de Riego*, La Paz, Bolivia.
- POVEDA, A. (2000). "Sistemas hidráulicos y organización campesina durante el período andalusí", en *El agua en la Historia de España*. Publicaciones Universidad de Alicante, Salamanca, pp. 19-46.
- ROLDÁN, J.; L. PÉREZ URRESTARAZU y F. MORENO. (2006). *Canalones hidráulicos en los tejados de la Mezquita de Córdoba*. Al-Mulk, Anuario de Estudios Arabistas, 6:59-67.
- SÁEZ, P. (1987). *Agricultura romana de la Bética*. Monografía del Departamento de Historia Antigua de la Universidad de Sevilla, Sevilla.

TRILLO, C. (2002). *Regadío y estructura social en Al-Andalus: la propiedad de la tierra y el derecho al agua en el reino nazarí*. En: J. Pérez-Embid (Ed). *La Andalucía Medieval*. Actas "I Jornadas de Historia Rural y Medio Ambiente". Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, p. 71-98.

VALLEJO, A. (1991). *El aprovechamiento del sistema de saneamiento en Madinat al-Zahra*. Cuadernos de intervención en el patrimonio histórico. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Delegación Provincial de Córdoba.

WATSON, A. M. (1998). *Innovaciones en la agricultura en los primeros tiempos del mundo islámico*. Universidad de Granada, Granada.