

Paisajes freatofíticos*

Fernando González Bernáldez

Desde el punto de vista ecológico, el paisaje es la parte fácilmente observable —que constituye una escena visible— de todo un sistema interactivo. Muchos de los componentes que habría que mencionar para explicar el funcionamiento del paisaje permanecen ocultos, siendo necesarios medios relativamente sofisticados para ponerlos de manifiesto. Subyaciendo al paisaje están los procesos funcionales del sistema, del cual el paisaje es una manifestación. Entre esos procesos destacan las transferencias de materia y de energía, como las que constituyen el ‘ciclo del agua’. Un experto paisajista debe estar atento no sólo a los aspectos visuales, sensibles o fenosistémicos, sino también a los procesos responsables de la existencia y mantenimiento de estos. Dentro de la economía hídrica en el paisaje, su parte menos manifiesta o “cara oculta del ciclo del agua” (1) —es decir, las aguas subterráneas— puede servirnos para ilustrar la importancia de tener en cuenta esos procesos. En efecto, existen paisajes, tanto naturales como artificiales, cuyas características se deben fundamentalmente a la alimentación de su vegetación a partir de aguas subterráneas.

El agua subterránea en el paisaje

En el corte vertical del perfil del suelo y sustrato geológico se diferencian dos tipos de zonas hidrológicas: la zona o ‘capa no saturada’, donde el agua retenida ocupa sólo parte de los intersticios de la fase sólida, dejando espacios que contienen ‘aire’ (mezcla gaseosa de composición más o menos semejante a la de la atmósfera); y la zona o ‘capa saturada’, donde el agua ocupa todos los intersticios o poros existentes entre las partículas o elementos estructurales de la fase sólida. En un paisaje normal, lo más frecuente es encontrar una capa no saturada donde arraiga y se alimenta hídricamente la mayor parte de la vegetación, y, por debajo de ella, una zona saturada mucho menos favorable al enraizamiento, debido a la falta de oxígeno para la respiración de las raíces de la mayoría de las especies vegetales. Además, en nuestros climas la zona saturada suele encontrarse en la mayor parte del territorio a profundidades lo suficientemente grandes como para que las raíces no puedan alcanzarla. La máxima profundidad a la que se ha observado extracción de agua desde la capa saturada ha sido en Arizona, a unos 10 metros (2), para especies del género *Tamarix*, precisamente un género importante en la configuración de muchos paisajes españoles. Las plantas adaptadas a buscar y extraer el agua de la capa saturada a cierta profundidad son abundantes en las zonas secas, y en la vegetación de regiones más húmedas, como Europa central, suelen limitar sus extracciones de la capa saturada a unos 2 o 3 metros.

* Texto publicado originalmente en 1986 en Ángel Ramos (ed.), *Curso monográfico sobre restauración del paisaje*: 71-81, Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid. Posteriormente, y de modo póstumo, apareció en 1996 en José F. Martín Duque y Javier Montalvo (eds.), *Agua y paisaje. Naturaleza, cultura y desarrollo*: 45-56. MultiMedia Ambiental, Madrid, de donde se reproduce con mínimas correcciones editoriales.

El límite superior de la capa saturada es más o menos fluctuante, según las circunstancias, y entre ella y la capa no saturada existe una banda de transición, la 'franja capilar', por donde asciende agua desde la capa saturada hasta alturas muy variables, dependiendo fundamentalmente de la textura del suelo. Cuando la capa saturada está próxima a la superficie, la franja capilar sirve de región de extracción de agua para muchas plantas. Aquellas plantas adaptadas a extraer agua de la capa saturada y dependientes de su presencia se llaman 'freatofitas', aunque habría que admitir numerosos matices de este concepto según el carácter facultativo u obligatorio.

Además de la división vertical, nos interesa una sectorización horizontal. Un territorio situado sobre un acuífero libre puede considerarse dividido en 'áreas de recarga' y 'áreas de descarga'. En las primeras, el flujo del agua en la capa saturada sigue trayectorias donde la componente vertical está dirigida hacia abajo, alejándose de la superficie; en las áreas de descarga, por el contrario, la componente vertical del flujo se dirige hacia arriba. Podemos considerar que las áreas de recarga y de descarga están enlazadas por 'áreas de transición', donde la componente vertical es muy pequeña y el flujo es más o menos paralelo a la superficie del terreno. Las líneas de flujo de un acuífero van desde las áreas de recarga, situadas en posiciones topográficas más elevadas, hacia las de descarga, en posiciones más bajas; pero sus trayectorias perpendiculares a las isolinéas de potencial hidráulico pueden estar fuertemente curvadas, penetrando casi verticalmente en las áreas de recarga y surgiendo muy verticalmente en las de descarga (1, 3, 4).

En el paisaje, las áreas de descarga son detectables por un conjunto de signos o indicadores, como la presencia de vegetación freatofítica (responsable de la 'descarga' o paso del agua líquida del acuífero a la atmósfera por evapotranspiración), el suelo saturado o encharcado en las depresiones, las eflorescencias, la presencia de ciertos tipos de manantiales, los cursos de agua 'ganadores' o que reciben agua desde el acuífero, etcétera. La descarga o pérdida de agua a partir de la capa saturada puede tener lugar por evaporación —como es el caso de las zonas donde el relieve, el clima o ambos no propician la formación de una red desarrollada de cursos de agua (endorreísmo)— o por formación de un sistema de cursos de agua fluyente (red de drenaje), que finalmente alcanza el mar. Por su clima relativamente seco, su extensión y forma compacta (bajo cociente entre el perímetro litoral y la superficie del territorio), la península Ibérica presenta en su interior muchos casos de paisajes con descargas evaporativas, donde el agua se evapora a partir de encharcamientos o es transpirada directamente por la vegetación desde la capa saturada a la atmósfera.

Como es lógico, las descargas de aguas subterráneas son de muy diversa tipología según el sistema hidrológico, lo que será imposible detallar aquí. Son muy típicas y distintas las de regiones kársticas, arenosas y dunares, margosas de las facies evaporíticas del terciario continental, graníticas, etcétera.

Tipos de vegetación freatofítica

Las formaciones freatofíticas asociadas a las descargas presentan también distintas tipologías. Una modalidad importante son los sotos o bosques de galería, que ocupan la terraza más baja de los cursos de agua y utilizan el agua subterránea, allí próxima a la superficie. En la mayoría de los tramos de nuestros ríos, en contra de lo que la gente suele creer, el agua subterránea de donde toman agua las raíces de los árboles freatofíticos no procede de infiltración del agua del río; por

el contrario, existe un flujo desde el acuífero sobre el que se sitúa el cauce hacia éste. Este tipo de ríos se denominan 'ganadores', designándose 'perdedores' a los que alimentan el acuífero inmediato.

Son especies típicas de los sotos o formaciones de galería del centro de España los fresnos (*Fraxinus angustifolia*), confinados a las partes menos mineralizadas y menos arcillosas de los acuíferos, los chopos y el olmo (*Ulmus minor*), más ligado a las riberas arcillosas, y el aliso, favorecido por el nitrógeno. Los tarayes, como *Tamarix canariensis*, están ligados a las aguas más mineralizadas. Esta mineralización se puede deber al hecho de que los flujos de agua subterránea atraviesen terrenos con minerales evaporíticos, y también, hasta cierto punto, a sustitución del calcio y el magnesio por el sodio en procesos que tienen lugar durante el 'envejecimiento' agua en trayectorias subterráneas muy largas. Los alisos caracterizan descargas de nivel poco fluctuante y humedad relativamente alta, y aparecen en la línea del agua. Los sauces acompañan a los sotos en el borde del agua, o más al interior si la cobertura arbórea ha sido aclarada y penetra la luz. En el centro, por ejemplo, *Salix salvifolia* es más frecuente en descargas evaporativas, acuíferos colgados y niveles muy fluctuantes que *Salix atrocinerea*; esta última especie requiere niveles más permanentes de la capa saturada.

Los juncales y prados en depresiones, vaguadas y terrazas son otros hábitats característicos de descarga de aguas subterráneas. Representan etapas relacionadas sucesionalmente con la vegetación leñosa de los sotos (fresnedas, olmedas, tarayales, etcétera), perturbada y constantemente eliminada por la acción humana y la presión ganadera. Poseen una vegetación característica que refleja con gran detalle las particularidades ecológicas del medio, y tienen con frecuencia un valor ganadero importante como zonas de alta productividad que se mantienen verdes en verano. El junco churrero (*Scirpus holoschoenus*) es muy característico de estas zonas. Refiriéndonos al centro de la península Ibérica, *Juncus inflexus* tiende a aparecer en las descargas de aguas 'jóvenes' (donde dominan porcentualmente el bicarbonato y el calcio), así como *Agrostis castellana*, importante hierba de pasto. Por el contrario, *Juncus acutus* caracteriza las descargas regionales, siendo típico de las vaguadas de la parte más baja o suroccidental del acuífero de Madrid, al oeste de una línea Escalona-Maqueda.

Las llamadas 'zonas húmedas' (traducción usual de *wetlands*) o áreas encharcadas, inundables o anegadizas, poseen con gran frecuencia una vegetación ligada a descargas de aguas subterráneas (5). Este hecho tampoco suele ser conocido, interpretándose las 'zonas húmedas' exclusivamente como el resultado del escaso avenamiento o percolación, dado el tipo de relieve o la presencia de capas impermeables en el terreno. Sin embargo, en la mayoría de los casos el drenaje impedido se debe a la existencia de un componente ascendente del flujo subterráneo, que a veces es también fuente de alimentación hídrica.

Estas 'zonas húmedas' son de características muy variables, y han recibido interés fundamentalmente por la importancia de su fauna de aves, especialmente anátidas. Generalmente son de relieve llano, con superficies de agua extensas y poco profundas, muchas veces no permanentes. La vegetación refleja la persistencia de la inundación y el grado de mineralización del agua (este último factor se debe tanto al tipo de materiales atravesados por los flujos de alimentación y a la longitud de éstos como al efecto de las aguas de superficie aportadas por el avenamiento de la cuenca). Son típicas las grandes gramíneas, ciperáceas y plantas semejantes: *Phragmites australis*, *Scirpus maritimus* y *S.*

lacustris, *Typha* spp. y *Cladium mariscus*. En sus versiones de menor extensión, las 'zonas húmedas' se confunden con los juncales y sotos ya reseñados.

Interés de los paisajes freatofíticos

En las regiones secas, los ecosistemas de descarga de aguas subterráneas dan lugar a paisajes de gran interés por diversas razones. Estos enclaves, diferentes al resto del territorio, son fundamentales en la diversificación del medio, siendo responsables de su estructuración en sectores variados. La diversidad biológica y de usos del suelo, así como la variedad visual del paisaje, son, en gran medida, el efecto de la alternancia de áreas de recarga y descarga.

En la ganadería de las zonas secas de la península Ibérica y, en general, en los territorios que bordean el Mediterráneo, los ecosistemas de descarga de aguas subterráneas —en forma de vaguadas y vegas empradizadas, 'bajos', 'baenes', 'ballicares', etcétera— son esenciales en el uso tradicional del suelo por su alta producción. Alternando las áreas de recarga ('cerrillos', 'altos') con las de descarga, los ganaderos extensivos consiguen amortiguar los efectos del clima mediterráneo (6), que induce en estas áreas tanto sequía estival como exceso de humedad invernal.

También las diferencias contrastadas entre las recargas y descargas son asiento de diversidad faunística y florística. Como se ha dicho, la fauna de aves acuáticas de las 'zonas húmedas' ha llamado la atención poderosamente, motivando la protección de espacios naturales (Doñana, las tablas de Daimiel, etcétera). Menos conocida, sin embargo, es la presencia de una fauna de insectos y aves no acuáticos en sotos, juncales y, en general, en hábitats de descarga (7).

Los animales conspicuos, como algunas aves y mariposas, y, en general, los insectos y aves productoras de sonidos —de las que el ruiseñor es ejemplo cualificado—, son componentes muy interesantes del paisaje como manifestación sensorial del ecosistema. Hoy están recibiendo especial atención por parte de las corrientes modernas del paisajismo (8).

En las regiones secas mediterráneas, los ecosistemas de descarga son enclaves de microclimas muy diferentes a los del resto del territorio. No se trata sólo de la sombra y apaciguamiento del viento que proporcionan los grandes árboles freatofíticos (olmos, chopos, fresnos, alisos, etcétera), sino del efecto refrigerante de la disipación de energía por la evapotranspiración a partir de la reserva subterránea. Ese efecto falta en el paisaje de las zonas de recarga, donde la sequía obliga a una parada en la actividad transpiratoria de la vegetación. Estas circunstancias fueron aprovechadas tradicionalmente en el uso de sotos y praderas de vega en fiestas populares y romerías (9).

La disponibilidad de agua, ya sea utilizada directamente por las raíces de freatofitos o extraída fácilmente para el riego, hizo que las áreas de descarga, especialmente las presentes en vegas fluviales, fuesen lugares predilectos de la jardinería y realizaciones paisajísticas mediterráneas. Actualmente, las áreas de descarga degradadas, deterioradas o abandonadas agrícolamente proporcionan ocasiones excelentes para reconstruir zonas verdes de fácil y barata instalación y mantenimiento, que además pueden disfrutar de las mencionadas ventajas microclimáticas. Son muchos los ejemplos de jardines célebres españoles situados en ese tipo de sistemas de descarga que incorporan especies como el almez (*Celtis australis*) o el plátano (poblaciones híbridógenas

donde figura *Platanus orientalis*, que en la parte oriental de la cuenca del Mediterráneo es característico de las áreas de descarga).

Impactos en los paisajes freatófiticos

La evaluación del impacto ambiental es una de las actividades más importantes que requiere la colaboración del paisajista, tanto en la apreciación de aspectos del medio físico y biológico como de los más sutiles e inefables de carácter visual, sentimental, estético, etcétera (10).

La destrucción o degradación selectiva de los ecosistemas de descarga de aguas subterráneas y de sus paisajes es una de las más deprimentes manifestaciones del falso desarrollo que ciertos grupos de presión están perpetrando. Para ello se sirven de la impunidad que les confiere el escaso grado de conciencia y sensibilidad ecológica de políticos, autoridades y público.

Una de sus manifestaciones es la destrucción de bosques de ribera o sotos, a la que las autoridades califican de "limpieza de cauces", realizada bárbara e indiscriminadamente en la actualidad, en flagrante contradicción con la campaña del Consejo de Europa sobre riberas.

Otro problema es el del actual abuso del uso de aguas subterráneas para riego sin asesoramiento o estudio suficiente que pueda determinar el agotamiento de los acuíferos y la destrucción de los ecosistemas asociados a sus zonas de descarga. El problema está adquiriendo dimensiones catastróficas, a juzgar por las últimas prospecciones de las zonas lagunares manchegas (Carlos Montes, comunicación personal). Para mencionar sólo un ejemplo concreto se puede citar el caso de las tablas de Daimiel (11), donde el descenso del límite de la capa saturada por excesivo bombeo del acuífero de La Mancha para regadío ha provocado la destrucción de esta importante 'zona húmeda', declarada Parque Nacional, incluida en catálogos internacionales de protección de 'zonas húmedas' y Reserva de la Biosfera de la Unesco (si bien el Comité del Programa MaB de la Unesco ha iniciado gestiones para la retirada de ese título). Parece ser que los remedios que se contemplan no pasan por la reconstrucción del funcionamiento natural del sistema, sino por manipulaciones del régimen hidrológico y creación de nuevas condiciones. De esta forma, como está ocurriendo también en Doñana y otras partes, la naturaleza protegida es cada vez más una comedia artificiosa donde no se respetan las características originarias que motivaron la protección del ecosistema.

Efectivamente, el Parque Nacional de Doñana es otro paradigma del impacto en ecosistemas y paisajes freatófiticos. Conocida y cartografiada con cierto detalle desde hace tiempo (12), la Reserva y el Parque están ofreciendo un ejemplo del efecto del descenso de la capa saturada (13) a causa de la utilización para el riego de las aguas subterráneas, en un plan reiteradamente condenado y combatido por los ecólogos conocedores de la región.

Otros efectos en áreas muy alejadas son los registrados, por ejemplo, en los pinares sobre arenas cuaternarias y pliocenas de la cuenca del Duero, con efectos en los anillos de crecimiento, alargamiento de brotes y producción de piñones.

Es evidente la necesidad de una rápida concienciación de paisajistas y ecólogos, y su urgente movilización en defensa de los importantes recursos que representan los paisajes freatófiticos.

Referencias

- 1) González Bernáldez, F. 1986. La cara oculta del ciclo del agua: ecología de los acuíferos regionales. In: *Jornades sobre bases ecològiques per la gestió ambiental*, 91-96. Diputació de Barcelona, Barcelona.
- 2) Meinzer, O.E. 1927. *Plants as indicators of groundwater*. US Geological Survey Water Supply Paper 527, US Gov. Printing Office, Washington.
- 3) Hubbert, M.K. 1940. The theory of groundwater motion. *J. Geology* 48: 785-944.
- 4) Fetter, C.W. 1980. *Applied Hydrology*. Merrill, Columbus.
- 5) Llamas, M.R. 1984. Notas sobre peculiaridades de los sistemas hídricos de las zonas húmedas. In: *Las zonas húmedas en Andalucía*, 77-85. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente, MOPU, Madrid.
- 6) Ruiz, J.P. y González Bernáldez, F. 1983. Landscape perception by its traditional users: the ideal landscape of Madrid livestock raisers. *Landscape Planning* 9: 279 -297.
- 7) Galiano, E.F., Sterling, G.A. y Viejo, J.L. 1985. The role of riparian forests in the conservation of butterflies in a Mediterranean area. *Environmental Conservation* 12: 361-362.
- 8) Gepp, J. 1983. *Natur in meinem Garten*. Österreichischer Naturschutzbund, Graz.
- 9) González Bernáldez, F. 1981. *Ecología y Paisaje*. H. Blume, Madrid.
- 10) González Bernáldez, F. 1985. *Invitación a la Ecología Humana. La adaptación afectiva al entorno*. Tecnos, Madrid.
- 11) López Camacho, B. y Cabrera Mondez, E. 1985. *Evolución del acuífero de la llanura manchega en el periodo 1981-1984*. Dirección General de Obras Hidráulicas, Servicio Geológico, MOPU, Madrid.
- 12) Allier, C., González Bernáldez, F. y Ramírez Díaz, L. 1974. *Mapa Ecológico de la Reserva Biológica de Doñana*. CSIC, Madrid.
- 13) Rodríguez Arévalo, J. y Llamas, M.R. 1986. Groundwater development and water table variation in the Doñana National Park (Spain). *19th Congress of the Internat. Assoc. of Hydrologists*. Karlovy Vary.

