



## Gestión forestal para la captación y producción de agua en clima mediterráneo

**Autor:** Jacobo Maldonado González

**Institución:** Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO)

**Otros autores:** Miguel Angel Duralde Rodríguez (CEIFRA); Arancha López Sancho Collado (ASEMFO); Carmen Domínguez Chacón (ASEMFO)

## Resumen

La regulación del ciclo hídrico es el servicio ambiental, con más valor que prestan nuestras masas forestales mediterráneas de forma gratuita. Alrededor de 450 euros por ha y año. A pesar de ello, conseguir que parte de este beneficio retorne en forma de inversión a nuestras montes es algo que nuestra sociedad, en crisis, no es capaz de priorizar ni de asumir. La comunicación incide en el óptimo aprovechamiento de las aguas pluviales en función de los intereses económicos del propietario, o de la Administración Pública con competencias sobre la propiedad. Estas aguas, de acuerdo con la Ley y el Código civil son de carácter privado. El incremento de su disponibilidad puede proporcionar una rentabilidad apreciable. El clima mediterráneo es especialmente sensible a la toma de medidas eficaces en este sentido, debido a alguna de sus especiales características: Sequía estival, irregularidad climática, y máximas precipitaciones otoñales e invernales en la costa mediterránea... Se contempla la posibilidad de una eficiencia en la captación y regulación de aguas pluviales superiores a un 10% de la precipitación total. En la península estaríamos hablando de 40 a 80 litros por metro cuadrado, o lo que es lo mismo de unos 600 metros cúbicos de media por ha. Su valor en mercado corresponde con rentas que oscilan entre 120 y 60 euros/ha, por lo que se convierten en la renta principal de la masa mediterránea. La optimización del balance hídrico justifica inversiones y actuaciones periódicas rentables para la propiedad, que generan empleo, riqueza y bienestar, motores necesarios de la actividad económica.

**Palabras claves:** agua, balance hidrico, hidrología, captación, recolección, selvicultura, repoblaciones, masas forestales, renta, producción, propiedad, monte

## **Las aguas pluviales un bien económico de dominio privado y disponibilidad variable.**

Las aguas continentales son un bien económico de valor e importancia creciente a escala local, de cuenca, nacional, continental o global. Son a la vez, un bien estatal de carácter estratégico y de primera necesidad para el ciudadano. Tienen su origen en las precipitaciones, hidrometeoros que desde el cielo se depositan en la superficie terrestre bajo diversas formas y estados: nieve, granizo, lluvia, niebla, rocío, escarcha,... A partir de ese momento, pueden seguir diversas vías de movilización por el ciclo hidrológico que van desde la escorrentía y la percolación hacia los acuíferos, hasta la evapotranspiración o su incorporación directa a láminas y corrientes de agua.

Las aguas pluviales, en todos sus estados físicos, son reconocidas en la “Ley de Aguas” y en el Código Civil, como de dominio privado. Pertenecen al propietario del predio sobre el que caen, hasta su salida del mismo. Son un bien de valor creciente por incremento de su demanda y previsible reducción de su oferta. En su gestión se las contempla como un recurso de valor para todo tipo de explotación bien, bajo el concepto de ahorro de costes, bien, por su aprovechamiento indirecto como es el caso de las aguas minerales, o con propiedades terapéuticas. Entre los posibles aprovechamientos indirectos se habla, cada vez con más fuerza, del pago por servicios ambientales ligados a la producción de agua en cantidad y calidad en montes y espacios forestales. En este sector se cifra el valor medio por ha. de estos servicios en 450 euros/ha\*año.

En el clima mediterráneo español, el valor económico absoluto del recurso de las aguas pluviales a un precio medio de 0,2 euros el metro cúbico, varía desde los 400 €/ha\*año de los desiertos de Almería y Murcia hasta los 2.800 € en zonas excepcionalmente lluviosas como la Sierra de Grazalema. Los valores correspondientes a lugares con precipitaciones anuales entre los 400 mm y los 800 mm, variarían entre los 800 € y los 1.600 € respectivamente. Por “valor absoluto” entendemos la cantidad total recogida por un sistema de aljibe hipotético del tamaño de una hectárea (algo que no se da en la naturaleza ni siquiera para precipitaciones que caen sobre un lago o un río donde, al menos, interviene el concepto de evaporación directa).

La accesibilidad y disponibilidad de aguas continentales en el territorio, sea a la escala que sea, no es regular ni homogénea. Es el caso de la península ibérica donde el estereotipo de una España húmeda y una España seca lleva siglos instaurado en la cultura común, con consecuencias de signo positivo y negativo. Sucede lo mismo a escala de cuencas hidrográficas, con zonas de captación en cabeceras de montaña y otras más áridas en su interior en cotas más bajas. La unidad de gestión asociada a un monte o una propiedad forestal o agraria de tamaño superior a las 100 has presenta matices asociados al relieve o la litología que, también, permiten y recomiendan un planteamiento específico de su gestión.

## **Mediterraneidad, aridez e irregularidad climática.**

Gran parte de la península ibérica y del Estado Español está bajo la influencia del clima mediterráneo. El territorio sufre un periodo estival árido con déficit hídrico de mayor o menor duración e intensidad, en el que las precipitaciones son inferiores a las demandas naturales de agua y donde los suelos sin aportes externos de agua se secan.

Previsiblemente el déficit aumentará de la mano del cambio climático. Esta característica aumenta el valor del agua como recurso y obliga a priorizar y planificar las acciones e inversiones destinadas a satisfacer las demandas existentes en cada momento: domésticas, agrarias, energéticas, industriales, ganaderas, forestales y ecológicas en un tensionado equilibrio dinámico.

Como ya hemos dicho, mediterraneidad y aridez son conceptos asociados. Por aridez entendemos la falta de humedad/agua en el suelo y en aire. Por mediterraneidad la existencia de un periodo de estiaje.

Aridez e irregularidad climática también son dos conceptos directamente proporcionales. En consecuencia y cerrando el silogismo: mediterraneidad e irregularidad son directamente proporcionales.

Si analizamos el concepto de aridez asociado al de irregularidad es conveniente señalar distintos escenarios de acuerdo a su distribución temporal:

- La aridez puede ser permanente durante todo el año, con algún episodio de corta duración, donde las precipitaciones superan a las necesidades hídricas. La vegetación natural existente no llega a crear estructuras boscosas. En la península ibérica responde a zonas alejadas de los vientos húmedo o a la sombra de sistemas montañosos y al mismo tiempo con altas temperaturas medias anuales, o al menos estivales.
- La aridez puede darse solo en los meses cálidos, habiendo periodos estacionales durante los meses más fríos en los que las precipitaciones superan las demandas hídricas. En estos casos la vegetación muestra todas sus variantes mediterráneas, adaptándose a las circunstancias específicas de cada punto mostrando una gran variabilidad de asociaciones y comunidades. Es de señalar la importancia de la problemática asociada a los incendios forestales en este periodo crítico.
- Las zonas climáticas mediterráneas llevan asociada una marcada irregularidad pluviométrica interanual. Se reconoce la existencia de un grado cíclico en la sucesión de años relativamente húmedos con años secos. Como ya hemos dicho a mayor mediterraneidad, mayor irregularidad.
- Lo mismo sucede con el volumen recogido en los diversos episodios de precipitación. Por ejemplo las precipitaciones otoñales del litoral mediterráneo asociadas a las “conocida” gota fría alcanzan valores que pueden superar en un solo episodio de horas de duración cantidades superiores a un 40% de la precipitación anual. Si coinciden en cabeceras de cuenca con una baja cobertura vegetal propia de la aridez climática los efectos en forma de avenidas y riadas pueden ser catastróficos. Estos episodios son de carácter puntual tanto territorial como temporalmente. El periodo de retorno de estos sucesos es incluso inferior al equivalente de una generación humana.

### **Necesidad de regulación y regulación natural.**

Sintetizando: la pluviometría en la península ibérica se caracteriza por la distribución irregular de las precipitaciones con máximos en la España atlántica y en los sistemas montañosos y mínimos en el Sureste, así como por su irregularidad en cuanto a intensidad, distribución estacional y cuantía interanual. En consecuencia es fácil entender la obsesión cultural española por la regulación sobre la disponibilidad de agua a través de estrategias de almacenaje en embalses así como de los trasvases de unas localidades y regiones a otras esencialmente con fines agrarios: los regadíos.

El tapiz vegetal que cubre las cuencas hidrográficas, es el mejor regulador natural del ciclo hídrico, en su fase de transición entre atmósfera y corteza terrestre: suelos, y acuíferos. Se trata de una afirmación prácticamente asumida por toda la comunidad científica. Actúa como una esponja, extensa y viva, que ralentiza la circulación del agua desde su contacto con la superficie del suelo hasta su llegada a las corrientes fluviales, incrementando su disponibilidad temporal. El agua que va a nutrir ríos y arroyos es de una excelente calidad, especialmente en cuanto a la ausencia casi total de partículas sólidas.

Tampoco existen discrepancias en cuanto a la eficacia de las cubiertas forestales para evitar gran parte de la aparición de riadas y avenidas como consecuencia de la existencia de excepcionales aguaceros y lluvias torrenciales especialmente en el levante peninsular durante los meses de otoño e inicio del invierno.

Sin embargo, como contraposición a esta visión, existen colectivos cuyo principal interés es tener garantizada la mayor cantidad de agua embalsada para fines diversos, donde la calidad de agua no es esencial, salvo para evitar la obsolescencia de las grandes infraestructuras hidráulicas.

### **Seguir avanzando.**

La discrepancia de opiniones e intereses abre un debate técnico y económico de gran interés, que va a dar lugar en el futuro a distintas líneas de desarrollo:

- Incremento de los conocimientos disponibles relativos al balance hídrico de las especies, las comunidades vegetales, cuencas forestales, u otras unidades de estudio. Existe un volumen creciente de estudios e investigaciones relativas a un escaso número de variables, pero se echa de menos la extracción de conclusiones globales que afecten a la interrelación de la totalidad de las variables que intervienen en el proceso del balance hídrico. Entre las más complicadas de medir se podrían señalar las relativas a los efectos sobre la humedad de la atmósfera de las masas forestales y su influencia en las precipitaciones, o a los efectos en la evaporación del agua del suelo bajo la cubierta vegetal.
- Desarrollo de técnicas, procedimientos, actuaciones y materiales de ordenación y gestión forestal para la captación y producción de agua en clima mediterráneo, de acuerdo con variables de cantidad, calidad y tiempo. También en este caso el volumen de publicaciones es creciente, pero por ejemplo no existe una Silvicultura "hídrica" siendo la producción de agua la principal renta forestal

mediterránea. Existe una selvicultura relativa al cambio climático, micológica, para espacios protegidos,.. pero no para la gestión hídrica.

- Formación y cualificación de profesionales en dichas técnicas de ordenación y gestión. Es consecuencia de los dos puntos anteriores.
- La aparición de un mercado, oferta y demanda de obras, servicios y suministros amparado en el ahorro de costes de agua por la propiedad, en el reconocimiento de las servicios ambientales ligados al agua o bien en el incremento o decremento del agua disponible en las cuencas hidrográficas como resultado de dicha gestión.

### **Marco ecológico.**

El marco ecológico del que partimos se puede enunciar de esta manera:

La cubierta vegetal mediterránea tiene como principal limitante para su desarrollo la escasez de agua en periodo estival. Los procesos de sucesión vegetal, tienen como objetivo la máxima ocupación del espacio aéreo visible, al mismo tiempo que del suelo con sus sistemas radicales de donde se extrae el agua retenida entre sus poros. Al alcanzar la máxima ocupación la producción de biomasa tiende a 0 y el ecosistema evoluciona de acuerdo con la dinámica climática general.

La vegetación mediterránea está adaptada para aprovechar los momentos hídricos favorables para el crecimiento, de forma eficiente e incluso puntual, así como para resistir los periodos de déficit hídrico de la forma más eficaz posible. La suma de estas dos tensiones de adaptación, ha dado lugar a un punto caliente de biodiversidad mundial.

La dinámica hídrica de las formaciones vegetales mediterráneas tiende a optimizar el uso de su recurso básico más escaso: el agua.

- Limita al máximo las pérdidas por evapotranspiración en verano, prácticamente nulas; Aprovecha al máximo el agua que llega al suelo, evitando su evaporación con la sombra y la hojarasca.
- Llega a eliminar la escorrentía impidiendo además el impacto directo sobre el suelo desnudo de las gotas de agua.
- Lógicamente, deberían limitar la interceptación por el follaje al mínimo aunque aparentemente suceda lo contrario, dado el carácter perennifolio de las especies arbóreas mediterráneas. Parece que su efecto es compensado por la reducción de la evaporación.

Todo ello para favorecer al máximo el proceso fotosintético de creación de materia viva, que requiere del H<sub>2</sub>O como elemento básico. Sin agua no hay fotosíntesis. El gasto de agua en este proceso lo agrupamos bajo el nombre de evapotranspiración, y si no hay limitaciones en cuanto a disponibilidad, suele ser superior a la evaporación.

## **Análisis crítico de los elementos que constituyen el balance hídrico de una masa forestal mediterránea**

A modo de ejemplo vamos a analizar algo más en detalle y de forma comparativa estos elementos, con especial atención para aquellos que suponen un “consumo” de agua “potencialmente útil”.

- **Interceptación:** es el agua interceptada por el follaje, que no se incorpora al suelo por evaporación previa. Su valor que llega a superar en algunos casos el 30% de la precipitación anual. Aumenta con la cobertura vegetal y su importancia relativa es muy alta para precipitaciones de baja intensidad y cuantía.
  - Llevado el razonamiento al extremo, si se anulara la llegada de agua al suelo, la vegetación moriría. Estaríamos ante una estrategia “suicida”. Sin embargo bajo una encina o un alcornoque de una dehesa se observa que el pasto anual se agosta unos días más tarde y empieza a brotar más pronto que en su entorno inmediato. Podría ser que el efecto atemperante de la sombra tiene mayor importancia que el efecto interceptación reduciendo la evaporación posterior del agua.
  - La interceptación de pastos y praderas se puede considerar tendente a cero, valor que se alcanza cuando llueve sobre la lámina de agua de un embalse. El debate abierto actualmente es que este agua se pierde y, en consecuencia, a menor masa forestal más agua llega a los embalses. Contra este supuesto se opone el hecho de que interceptación y evaporación son valores con sentidos opuestos.
- **Evaporación:** una vez que llega el agua al suelo, parte se evapora, especialmente la retenida en sus 50 centímetros más superficiales.
  - Depende de la capacidad de retención del suelo y de su permeabilidad. Ambos valores aumentan bajo masas forestales y disminuyen fuera de las mismas.
  - El % que se evapora aumenta en los suelos de menor espesor y menos permeables, pues el agua susceptible de evaporarse permanece más tiempo y más cerca de la superficie.
  - La cuantía es directamente proporcional a la temperatura así como inversamente proporcional a la humedad relativa del aire cercano, valores que bajo sombra y hojarasca, son muy inferiores a los del suelo desnudo o pastos.
- **Escorrentía:** agua que al alcanzar el suelo y como consecuencia de la pendiente, no penetra en el mismo y resbala por la superficie hacia cotas más bajas arrastrando, de acuerdo con su velocidad y caudal, elementos sólidos de mayor o menor tamaño.
  - Este valor es reconocido como mínimo bajo cubierta forestal y máximo en suelos desnudos y con vegetación rala. Da lugar, en grandes aguaceros, a riadas y avenidas de efectos devastadores tanto desde el punto de vista social como económico. Por otro lado disminuye la vida útil de las infraestructuras hidráulicas. Todos los agentes gestores de agua, asumen como principio básico el establecimiento de estrategias para evitar este tipo de riesgos, siendo la restauración, ordenación y selvicultura forestal la herramienta más útil a estos efectos. En este punto no hay debate conceptual.

- Si la escorrentía estuviera libre de elementos sólidos, como sucede en el caso extremo de una ciudad, sería la variable a fomentar por los “colectivos captadores de agua”. Como todos sabemos los procesos erosivos son directamente proporcionales a la pendiente y la longitud de la misma. Como la pendiente no la podemos variar a bajo coste, podemos sin embargo gestionar la longitud de los tramos favorables a la aparición de escorrentías.
- El debate que se plantea es la conveniencia de contar con una escorrentía de calidad frente a su infiltración en el suelo, para evitar las pérdidas por evapotranspiración. Dicha escorrentía, sería asimilable al conjunto del agua embalsada y no a su lámina superficial por lo que las pérdidas por evaporación del agua embalsada aparentemente son inferiores a la extracción por parte de la vegetación. Una de las dificultades evidente es la dificultad y el coste de su manejo.
- Infiltración en el suelo: Sin interceptación, evaporación ni escorrentía, nos queda el agua que pasa a infiltrarse en el suelo. De aquí puede seguir dos caminos: pasar a los acuíferos y circular por gravedad hacia cotas inferiores por el suelo sin generar procesos erosivos, o ser utilizada por la vegetación.
- Evapotranspiración real: es la cantidad de agua que perderá una superficie de suelo completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo. Responde a las necesidades hídricas de la vegetación existente ajustada a la disponibilidad de agua en el suelo.
  - La actividad vegetativa aumenta con la temperatura. A mayor temperatura sin limitaciones hídricas, mayor producción. Enunciado a la inversa, a mayor temperatura las especies vegetales requieren mayores cantidades de agua. Por este motivo, si durante el periodo estival el agua no está disponible la productividad se paraliza. Las plantas que viven en estos climas han evolucionado para adaptarse a esta situación. En los periodos templados del año, la mayor parte de la precipitación que se consigue incorporar al suelo es extraída por la vegetación. Sucede así en prácticamente todo el “suelo mediterráneo” español e ibérico. En junio el suelo se seca y la extracción se paraliza hasta finales de septiembre.
  - La actividad vegetativa disminuye con la temperatura. Para valores medios a 7,5°C de media mensual, se estima que las masas forestales paralizan su actividad fisiológica al mínimo a partir de diversos mecanismos como puede ser la caída del follaje en las especies caducifolias. Una vez paralizada su actividad la dependencia del agua disminuye radicalmente, por lo que su abundancia o escasez en estos periodos no es determinante. En esos momentos gran parte de la precipitación que se incorpora al suelo, no es extraída por la vegetación. Los climas mediterráneos del interior de la península, con características de continentalidad o de montaña presentan un periodo invernal en el que la demanda hídrica de la vegetación es prácticamente nula. Es el momento clave para la recarga de acuíferos.
  - En la mayor parte de la región mediterránea la evapotranspiración potencial anual es superior al volumen de precipitación anual. Sin embargo la existencia de sequía estival hace que la E. real queda reducida prácticamente a cero los meses de estiaje. Los valores estivales ahorrados suelen superar en más de un tercio la precipitación total. Por otro lado la

evapotranspiración potencial media durante los cuatro meses más fríos del año es muy baja y siempre inferior a las precipitaciones de ese periodo. Con esto queremos decir, que la evapotranspiración real es muy inferior a la potencial, probablemente con valores casi siempre inferiores al 50% de la potencial.

- La evaporación producida en la superficie de los embalses de almacenamiento tiene un balance eminentemente negativo superando frecuentemente valores del 10% del agua embalsada en aquellos de gran superficie y escasa profundidad relativa situados en comarcas de temperaturas templadas o cálidas. No es aventurada afirmar que para compensar el agua que se pierde por evaporación por cada ha de lámina de agua es necesaria la existencia de 2/3 has de vegetación mediterránea para recarga de acuíferos.
- La evapotranspiración real de una comunidad vegetal herbácea, es similar a la producida por una comunidad arbórea, aunque intuitivamente no lo parezca. Hay algunas excepciones como sucede en el caso de fresnedas y olmedas, donde la vegetación arbórea está en contacto directo con el acuífero y bombea agua todo el verano y en la que posibles praderas de diente que ocuparan esos territorios, acabarían agostándose, y paralizando su extracción pues el nivel freático estival desciende y queda fuera del alcance de sus raíces.
- **Recarga de acuíferos:** Si al agua que penetra en el suelo, le restamos la extraída por evapotranspiración, obtenemos la cuantía que se va a incorporar a los acuíferos de forma más o menos rápida y que acabará aflorando en sus zonas de descarga como son los cauces fluviales, manantiales, pozos.
  - En toda la península se produce un balance hídrico positivo para el conjunto de los cuatro meses más fríos del año. Si el saldo positivo producido es mayor que la capacidad de retención del suelo, habrá recarga de acuíferos.
  - El espesor del suelo y su permeabilidad son factores claves para que se produzca la recarga. El efecto de las masas forestales incrementa el espesor de los suelos y su capacidad de retención al mismo tiempo que equilibra su estructura hacia una permeabilidad media aumentando la disponibilidad de agua para las raíces y disminuyéndola para los acuíferos.

### **Gestión forestal para la captación y producción de agua en clima mediterráneo un bien económico estratégico y una renta significativa.**

De todo lo expuesto hasta el momento se extrae la necesidad de desarrollar una línea de conocimiento y aplicación de sus avances en este ámbito. Existe un grado de complejidad alto que determinará que para cada territorio o unidad espacial de actuación sea necesario establecer una planificación y ordenación específica de las masas forestales. Variará en función del destino que se quiera dar a los recursos hídricos de dominio privado disponibles, siempre en el marco de la legalidad vigente:

- Recarga de acuíferos locales o regionales.
- Captación y embalsamiento a escala local o regional.

- Captación, embalsamiento y distribución para temas puntuales: recarga de depósitos de lucha contra incendios forestales; riego de restauraciones forestales; oasisificación;...
- Captación de precipitación horizontal...

Todo ello deberá ser financiado por el valor económico de los costes ahorrados o de los servicios ambientales prestados. En este sentido, una gestión privada destinada al máximo aprovechamiento propio de los aguas pluviales de dominio privado, supondría una merma respecto a la que pasaría a dominio público a través de recarga de acuíferos o nutriendo directamente la red hidrográfica. De la misma manera una gestión que supusiera un incremento del agua en cantidad y calidad que llega al dominio público hidráulico debería ser remunerada como servicio ambiental. No lo que ya llega, sino al menos el incremento generado.

Del análisis de multitud de estudios y autores, se deduce que de la gestión de masas forestales situadas en zonas mediterráneas se pueden esperar variaciones significativas en la cantidad de recursos hídricos que van a parar a infraestructuras de regulación. Si prudentemente hablamos de un 15% del total de la precipitación estaríamos hablando de manejo de recursos en valores medios de entre 120 y 240 €/ha\*año. Esta renta supera en casi todos los supuestos imaginables la propia producción maderera del terreno como una referencia tangible y de gran visibilidad. Estamos ante un supuesto económico digno de consideración.

Por últimos, parece necesario que todo el conjunto de saberes, investigaciones, publicaciones y actividades de formación, actualmente muy disperso e inconexo, llegue a mano de los gestores del territorio y de sus propietarios. El carácter de dominio privado o público de los recursos hídricos finales generados, se presenta como una oportunidad para que el sector privado tome la iniciativa en estos tiempos de crisis y corrección del déficit público. Asociaciones empresariales como ASEMFO (Asociación Nacional de Empresas Forestales) está tratando de impulsar esta línea de servicios y confía incorporar a la misma el apoyo de diversas entidades de índole público o privado.

Madrid, 26 de octubre de 2012.