



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-339

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017  
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Agua Forestal. La provisión de agua como principal recurso y servicio de las masas forestales mediterráneas.

MALDONADO GONZÁLEZ, JACOBO<sup>1</sup>; DURALDE RODRÍGUEZ, MIGUEL ÁNGEL<sup>2</sup>; LÓPEZ DE SANCHO COLLADO, ARANCHA<sup>3</sup>; DOMÍNGUEZ CHACÓN, CARMEN<sup>4</sup>;

<sup>1</sup> Entorno Producciones y Estudios Ambientales S.L. entidad asociada a ASEMFO.

<sup>2</sup> CEIFRA S.A. entidad asociada a ASEMFO y Presidente de ASEMFO.

<sup>3</sup> Asociación Nacional de Empresas Forestales. ASEMFO. Gerente.

<sup>4</sup> Asociación Nacional de Empresas Forestales. ASEMFO. Técnico.

### Resumen:

En ASEMFO, Asociación Nacional de Empresas Forestales hemos desarrollado durante los años 2014 y 2015 los proyectos Agua Forestal I y II. Ambos proyectos constituyen una inmersión de la actividad empresarial en los servicios de provisión de agua de las masas forestales mediterráneas como nicho de negocio. La asunción de un enfoque innovador en el que la gestión del ciclo hídrico forestal se convierte en la variable clave para los montes mediterráneos.

El presente artículo pretende hacer un resumen de ambos proyectos a partir de aquellas actividades que han supuesto un contacto evaluable con los destinatarios del mismo y del análisis del discurso obtenido para cada una de ellas. Las comunidades autónomas donde se ha desarrollado el proyecto son Castilla La Mancha y Extremadura, y las actividades analizadas en esta comunicación son las siguientes:

#### Agua Forestal I (2014):

- Diagnóstico de demanda profesional de servicios y bienes tangibles asociados a la producción de agua en tierras forestales.
- Curso básico sobre agua forestal. Acciones y tareas básicas para el diseño de actuaciones de gestión de aguas forestales
- Curso avanzado sobre agua forestal. Diseño de servicios y actuaciones de gestión de aguas forestales.

#### Agua Forestal II (2015- 2016).

- Curso sobre generación de modelos de negocio en agua forestal.

El análisis de la ejecución de los proyectos Agua Forestal I y II, nos permite valorar la situación actual en cuanto a mercado de servicios, oportunidades, así como las fortalezas empresariales y profesionales ligadas a tan importante recurso.

### Palabras clave:

Agua verde, agua azul, silvicultura hidrológica.

## 1. Introducción

Entendemos por Agua Forestal el agua de precipitación que cae sobre una propiedad forestal. Su valor es igual a la suma de los siguientes conceptos: Interceptación, evaporación y transpiración, cuya suma constituye el Agua Verde; y por otro lado infiltración profunda y escorrentía que constituyen el Agua Azul. Aquella que va a parar a los acuíferos y a la red hidrográfica.

El enfoque empresarial que hay detrás del concepto de Agua Forestal conlleva la asunción de un punto de vista innovador en el que la gestión del ciclo hídrico forestal se convierte en la variable y el recurso clave en la gestión de las tierras forestales mediterráneas. El objetivo puede ser influir en los caudales disponibles para la provisión de agua, favorecer la producción vegetal, conservar e incrementar la biodiversidad, o bien revertir los procesos de desertización y erosión presentes sobre las mismas. Mantenemos nuestra confianza en que este planteamiento puede

abrir nuevas oportunidades de negocio en el sector forestal. Un sector gravemente afectado por la crisis económica, aún sin síntomas de salir de la misma y necesitado de nuevos impulsos ante la posible ausencia de retornos a etapas y enfoques clásicos que en su momento pudieron ser rentables o atractivos para propietarios, sociedad y administraciones.

A lo largo de los años 2014 y 2015 el proyecto ha estado activo, gracias a la cofinanciación por parte de la Fundación Biodiversidad y ASEMFO (75%/25%). En 2016 queda en manos de la plataforma profesional creada en Agua Forestal II y de la iniciativa de ASEMFO hasta la fecha

## 2. Objetivos

La meta a alcanzar con ambos proyectos es sencilla y se puede expresar en tres objetivos:

- Comunicar, en la medida de lo posible, a profesionales, propietarios y la sociedad en general la íntima relación existente entre el agua y las masas forestales, tanto en cuantía como en calidad.
- Hacer del Agua Forestal un recurso clave en la gestión de las masas forestales mediterráneas.
- Trasladar esta idea a propietarios y gestores de predios forestales públicos y privados, generando una línea de actividad empresarial, apoyada en el valor, el incremento de la demanda y la escasez del recurso hídrico desde un punto de vista forestal.

## 3. Metodología

La metodología seguida para la redacción de este resumen extenso de los proyectos de Agua Forestal es la exposición de los discursos obtenidos para cada una de las actividades que los componen y que van asociadas a una interacción directa y evaluable con sus destinatarios. El estudio de diagnóstico y los cursos impartidos. No se trata de un estudio científico, sino de un documento de análisis y estrategia empresarial consecuente, por lo que valoraciones, juicios, propuestas o directrices tienen siempre una importante carga subjetiva fruto de la observación y la experiencia de los autores.

Posteriormente analizaremos en el epígrafe de discusión diferencias y coincidencias entre las mismas así como la evolución detectada en conceptos, destinatarios y estados de opinión. En el epígrafe de conclusiones señalaremos, tan solo, las más relevantes respecto al futuro en cuanto al potencial de continuidad con la actividad de promoción empresarial en este ámbito. Ambos epígrafes se apoyarán en el contraste con la realidad empresarial que han supuesto dos acciones más de los proyectos. La realización de un conjunto de 15 asesorías empresariales sobre el tema dirigidas a pequeñas empresas con interés, genera una línea de negocio en Agua Forestal en las mismas así como la creación de una Plataforma profesional de servicios en Agua Forestal. Todo ello sin olvidar la apuesta que ha hecho ASEMFO en este tema, que forma parte de su estrategia para la acción y la comunicación.

A continuación exponemos las principales características numéricas en cuanto a destinatarios de las actividades ejecutadas:

Agua Forestal I (2014):

- Diagnóstico de demanda profesional de servicios y bienes tangibles asociados a la producción de agua en tierras forestales: Encuesta realizada a más de 300 profesionales del sector.
- Curso básico sobre agua forestal. Acciones y tareas básicas para el diseño de actuaciones de gestión de aguas forestales: 40 alumnos profesionales en activo, mayoritariamente titulados universitarios forestales o agrarios. 10 horas on-line.

- Curso avanzado sobre agua forestal. Diseño de servicios y actuaciones de gestión de aguas forestales: 40 alumnos profesionales en activo, mayoritariamente titulados universitarios forestales o agrarios. 10 horas on-line

Agua Forestal II (2015-2016).

- Curso sobre generación de modelos de negocio en agua forestal: 40 alumnos profesionales en activo, mayoritariamente titulados universitarios forestales o agrarios un % significativo de ellos han realizado los dos cursos del proyecto anterior. 40 horas on-line.

#### 4. Resultados

**Diagnóstico de demanda profesional de servicios y bienes tangibles asociados a la producción de agua en tierras forestales.** Preguntados los potenciales clientes y profesionales del sector Agua Forestal sobre el ciclo hidrológico, los resultados han sido sorprendentes por su unanimidad. Reflejaban estereotipos sobre las masas forestales ajenos a la realidad de su funcionalidad.

En general, mostraban una sobrevaloración de los efectos de los bosques sobre los caudales en clima mediterráneo que reflejan creencias contrarias a la realidad: Incremento de Agua Azul, frente a decremento por ejemplo. Las respuestas de todos los colectivos responden al estereotipo asignado a los bosques por la sociedad:

- Aumentan las precipitaciones,
- Disminuyen la escorrentía,
- Aumentan la recarga de acuíferos
- Aumentan la evaporación y la transpiración.

Sin embargo, la realidad y la respuesta correcta no pueden ser simplificadas de esta forma salvo en el caso de la escorrentía. Por ejemplo dos variables que trastocan estos estereotipos de forma muy significativa son la cuantía de las precipitaciones y su distribución en el tiempo como sucede en el singular clima mediterráneo

También indagamos sobre sus saberes en relación con los efectos de los bosques en los caudales de la red hidrográfica. Lo hicimos con dos preguntas. La primera relativa a los efectos de la producción de biomasa o madera sobre los mismos y la segunda referente a los efectos del aumento de la superficie forestal en una cuenca mediterránea. El resultado confirma que casi nadie cree que una mayor superficie forestal sobre una cuenca mediterránea o bien un mayor incremento en la biomasa forestal en la misma, tengan un efecto directo sobre los caudales. Sin embargo son hechos demostrados en diversos estudios, bien sobre incremento de superficies bien sobre reducción de biomasa con claras y clareos.

En consecuencia, hemos establecido el hecho de que los profesionales de empresas forestales y los potenciales clientes deberán ajustar más a la realidad sus conocimientos, especialmente para masas mediterráneas bajo escasa precipitación. Este hecho se presenta como un obstáculo a la hora de vender servicios y productos de Agua Forestal, pues la ficción supera actualmente a la realidad. Convertirlos en una oportunidad, pasa por saber que nos vamos a encontrar con un colectivo de clientes para los que “Agua Forestal” podría resultar algo nuevo innovador y motivador una vez corregidos los errores conceptuales iniciales.

Los profesionales del sector dan más importancia al Agua Verde que al Agua Azul: a la conservación de la biodiversidad, la fijación de carbono, la lucha contra la erosión... que a la provisión de Agua. De nuevo nuestros puntos de partida se mostraron contrarios a la creencia general. Habíamos utilizado como punto de arranque de nuestro proyecto los datos obtenidos en el proyecto denominado Valoración de los activos naturales en España (VANE MAGRAMA). En este estudio se asigna un valor en euros al conjunto de servicios, productos, o beneficios que proporcionan los bosques españoles. El valor medio conjunto obtenido de todos ellos es de

649,3 €/ha. Para el concepto provisión de agua, que agrupa el agua destinada a uso agrícola, doméstico, energético e industrial se obtiene un valor de 453.02 €/ha. El 70% de los servicios y productos obtenidos de los montes españoles.

Lo que hemos visto es que el colectivo profesional entrevistado da más valor a los servicios no remunerados cuya funcionalidad depende principalmente del consumo de Agua Verde, frente a los que dependen de la producción de Agua Azul. Este hecho adquiere más significación cuando el valor calculado por ha. para los primeros es de 172 € frente a los 453 € de provisión de agua. El desajuste entre uno y otro resultado es excesivo y cuanto menos, muy significativo.

Nuestros profesionales responsables de las masas forestales españolas, privadas y públicas, ponen la función protectora de las mismas por encima de la provisión de agua o de los productos forestales tradicionales. Con estos últimos intentan aportar rentabilidad a las mismas, de modo que los costes de mantener los servicios ambientales no remunerados disminuyan al máximo. Para el desarrollo del mercado en Agua Forestal tendremos que aportar un nuevo enfoque que optimice los porcentajes de Agua Verde y Agua Azul. Al mismo tiempo deberemos hacer llegar a sus responsables la convicción de que con la gestión y ordenación forestal se puede desplazar ese óptimo hacia lo verde o hacia lo azul en función de los intereses de la propiedad pública y privada y de las vocaciones de cada territorio.

En cuanto a la opinión de la sociedad en general, aunque no se ha hecho un estudio específico sobre la opinión pública, pensamos que coincide en todo con los estereotipos y valoraciones señalados para los profesionales. En otras palabras que los profesionales reflejan el sentir de la sociedad.

Este hecho es un reflejo más del desconocimiento general que hay en este campo y de la casi inexistencia tradicional de actividad en el mismo. Para ello vamos a citar dos simples ejemplos. El Compendio de Selvicultura Aplicada en España, cuyos Editores son Rafael Serrada, Gregorio Montero y José A. Reque (2008), no incluye ningún capítulo ni epígrafe sobre selvicultura hidrológica, a pesar de ser un magnífico tratado de selvicultura. El Congreso Forestal Español de 2013 incluye, por primera vez en la historia del congreso, un grupo de Selvicultura Hidrológica. En 2009 el tema no existía. En el presente congreso aparece una mesa temática denominada Mesa Temática 4. Hidrología, repoblación y restauración forestal que entre sus palabras clave incluye la influencia del bosque en la cantidad y calidad del agua. No sabemos aún si ha perdido peso el tema pero parece intuirse que sí.

**Curso básico sobre agua forestal. Acciones y tareas básicas para el diseño de actuaciones de gestión de aguas forestales.** El curso Básico, con una duración de tan solo 10 horas, se celebra previamente al avanzado con algo más de cuarenta alumnos. Utilizamos los cuestionarios de evaluación y sus resultados para detectar el discurso dominante en cuanto a temas asimilados y conceptos con dificultades para su aceptación. Suponemos que pueden ser un buen reflejo de la evolución del sector, así como de las principales resistencias futuras que nos encontraremos entre nuestros clientes y en definitiva en la sociedad en la que se sitúan.

En el lado de las convicciones y los conceptos asimilados nos encontramos con un importante volumen inicial de conceptos tras el curso en el que hay coincidencias:

- La relación entre el agua y las masas forestales no genera ninguna duda entre los alumnos profesionales. Sin agua no hay vida, y en consecuencia sin agua no hay bosques. Pero además se coincide en que sin masas forestales no hay una protección efectiva de los suelos frente a la erosión y en consecuencia a la aparición de procesos de desertización.
- Conocemos y asimilamos rápidamente los conceptos extraordinarios asociados al ciclo hídrico forestal. Como puede ser la capacidad de captación de aguas de niebla de las laurisilvas Canarias, ejemplo de bosque nuboso donde la precipitación horizontal supera con creces el volumen de precipitaciones normales. Lo que llama la atención se incorpora fácilmente a nuestros saberes.

- El curso introduce dos conceptos básicos que son Agua Verde y Agua Azul, cuya suma hemos llamado Agua Forestal. Se transmite y se entiende que la clave de la gestión del Agua Forestal está en manejar estas dos variables y sus valores absolutos y porcentuales en función de los intereses de la propiedad, pública o privada y de la sociedad.
- Como ya hemos visto en el estudio de diagnóstico, el incremento de superficie forestal en una zona incrementa el peso del Agua Verde y disminuye el de agua azul. Cuando iniciamos este curso nos dio miedo poner en evidencia esta cuestión, pues la consecuencia podría ser, que no diera por eliminar todos los bosques para obtener agua. Sin embargo parece que es compatible asimilar este concepto y reconocer que la calidad del agua azul es tan importante como su cantidad.
- Desde agua forestal y sus cursos se propugna un cambio de enfoque en el manejo de los conocimientos técnicos y forestales. Buscamos trasladar el foco de atención, de la producción forestal a la producción de agua para posteriormente utilizarla en aquello que sea más adecuado para cada situación. Hemos reconocido el agua como el factor limitante en lo productivo y ecológico y, al mismo tiempo, la hemos contemplado como un factor productivo
- Otro hecho relevante sobre el que parece que se sientan las bases legales de la actividad empresarial en Agua Forestal es el hecho del dominio privado de las precipitaciones que caen en un predio desde que caen en el mismo hasta que salen de él, así como la posibilidad de circular o estancarse por cauces y en humedales de carácter privado
- Dado que el colectivo de alumnos pertenece al gremio forestal y agrario el tema de los suelos y sus características hidrológicas forma parte de su bagaje de conocimientos. Por este motivo, por ejemplo, se reconoce sin discrepancias la oportunidad que ofrecen los suelos arcillosos para la recogida de aguas de escorrentía, La misma razón está detrás cuando, cuando se habla de bancales y su funcionalidad para incrementar el suelo fértil o cultivable disponible, a favor de la infiltración del agua.
- Existe una alta estima a favor de las formaciones de Dehesa. Por este motivo se asimila, sin casi discrepancias, que las dehesas, quizás sean el sistema silvopastoral que mejor maneja el Agua Forestal, para la obtención de objetivos ganaderos. La dehesa genera importantes % de Agua Azul que garantizan la disponibilidad del líquido elemento para la cabaña ganadera. Es probable que si el potencial en generación de Agua Azul en las dehesas más lluviosas se embalsara y se utilizara para la producción de forrajes, los incrementos de producción aumentarían un 15% sobre la situación actual. Sin embargo este planteamiento es todavía excesivamente innovador.
- El uso de balsas ganaderas es algo ya tradicional y habitual en el medio rural destinatario del proyecto de Agua Forestal. Lo que se incorpora a la mochila de conocimientos es la mejora del diseño de las mismas en varios sentidos: Ajuste de dimensionamiento, mayor eficiencia en volumen y calidad de agua en la captación, disminución de pérdidas por evaporación, fomento de la biodiversidad, etc. La innovación viene desde el diseño, el cálculo y la reflexión sobre sostenibilidad.

Las coincidencias en conceptos adquiridos previamente o durante el curso señalan una buena incorporación del concepto de Agua Forestal y las claves de su definición: valor apreciable, dominio privado y recurso o variable de gestión principal. El resto de conceptos forma parte de su bagaje de formación previo visto con unos nuevos ojos.

En cuanto a los obstáculos conceptuales a superar, reflejados en las cuestiones con más fallos a pesar de los contenidos transmitidos en el curso, nos encontramos con las siguientes:

- La sobrevaloración existente en relación a la influencia de las masas forestales en el régimen y cantidad de las precipitaciones.
- Hay resistencias al manejo del concepto de Agua Forestal como resultado de dos sumandos cuya suma es un valor único. Agua forestal es igual a agua azul más agua verde. Como el agua forestal son las precipitaciones que caen sobre una masa forestal y es una cantidad concreta para cada temporada, si con la gestión aumentamos el % y la cantidad de Agua Verde, disminuiríamos el % y la cantidad de Agua Azul y viceversa. Lo que no podemos conseguir es que ambos valores aumenten o disminuyan en el mismo sentido. Describiremos

dos extremos para ayudarnos. En una misma localidad en un bosque denso y maduro se incrementa la interceptación y la transpiración en general, y por tanto queda menos agua a disposición de la escorrentía o de la infiltración profunda. Por contraposición en un suelo desnudo la interceptación de la vegetación y la transpiración son nulas y, por lo tanto, el agua escurre o se infiltra en mayor medida habiendo más proporción de agua azul. El buen gestor tiene que buscar el punto óptimo de equilibrio entre el agua azul y el agua verde en función de las metas logradas. Los extremos a favor del agua azul suelen llevar asociados procesos erosivos.

- Otro concepto básico a dominar es el de las características del clima Mediterráneo y sus variaciones dentro de la península, donde presenta matices muy importantes de cara a conseguir una mayor eficacia en la gestión del Agua Forestal. (Continentalidad, Atlánticidad, Mediterraneidad...) Estos matices y su balance hídrico asociados no suelen ser manejados con soltura por los profesionales. Sin el conocimiento sobre las variaciones relativas existentes para otros territorios es difícil innovar y captar las fortalezas y debilidades de cada localidad en la gestión del recurso hídrico.
- El clima mediterráneo es un clima raro a escala mundial. Se caracteriza por el hecho de que cuando hace más calor no llueve lo que conlleva un periodo de aridez que hace muy complicada la vida de las especies vegetales y limita en gran medida su producción. Por eso se hacen tantas y tan grandes inversiones en regadíos en las zonas mediterráneas. El agua se convierte en el factor limitante de la producción vegetal y reconocerlo formar parte del enfoque innovador aportado desde Agua Forestal.
- El concepto de balance hídrico y la influencia de los suelos en el mismo es otra fuente de oportunidades y debilidades. Es un concepto clave que aún no se maneja con soltura. Los bosques maduros, se sitúan sobre suelos profundos con una buena capacidad de retención de agua así como de nutrientes. En las zonas mediterráneas, un suelo profundo permite al bosque que sustenta, mantener su actividad una o dos semanas más que si el suelo fuera esquelético, aunque casi siempre tendrá que soportar un periodo de estiaje, con ausencia de agua. La capacidad de retención de un suelo, se alimenta de los superávits entre precipitación y transpiración, y por lo tanto se transforma en Agua Verde. Por el contrario un suelo esquelético como los ubicados bajo jarales o brezales sobre litologías pizarrosas, al tener una capacidad de retención casi nula, no tiene esta capacidad de transformación en agua verde, con lo que los superávits, pasarán siempre a ser Agua Azul en forma de infiltración o escorrentía. Detrás de este hecho suele estar la explicación de las diferencias funcionamiento de algunas microcuencas cubiertas por bosques autóctonos o bien por repoblaciones. Las primeras han conservado suelos profundos y las segundas parten generalmente de suelos deteriorados que avanzan de nuevo hacia la madurez.
- Uno de los principales obstáculos y lagunas en el conocimiento sobre agua forestal es todo aquello relacionado con el consumo de agua por las distintas especies forestales, así como el ciclo hídrico y balance hídrico de los distintos bosques mediterráneos. Nosotros afirmamos que cada caso, situación definida por una localidad de actuación, es distinto y que es necesario estudiarlo y pilotarlo, al menos durante un ciclo anual. Si pensamos que el cálculo genérico de la evapotranspiración en un climodiagrama o en un diagrama bioclimático no depende de la especie, sino de variables físicas como la temperatura o las horas de luz, debemos afirmar en coherencia con esto mismo, que el peso de las especies así como de la tipología de los bosques que queremos conocer y estudiar no es un factor esencial en el balance hídrico. Aquí nos encontramos con un espacio amplio para la investigación y el progreso del conocimiento.
- Como ya hemos constatado anteriormente la captación de aguas de niebla es un tema muy atractivo, que en la península, y su interior no ha tenido mucho éxito por motivos muy concretos como son: la ausencia de días de niebla en periodo estival principalmente, y el desconocimiento de la existencia de sistemas para la captación de aguas de niebla en zonas de montaña. Los sistemas de captación, van inseparablemente unidos a la existencia de sistemas de embalsado y recolección y la aplicación de dicha recolección a objetivos diferidos en el tiempo.

Tres pueden ser los grupos de lagunas más importantes detectadas: En primer lugar, el desconocimiento de los matices y singularidades del clima mediterráneo de nuestra península. En segundo lugar, el olvido de conceptos e ideas básicas sobre balance hídrico en suelos forestales; por último, la ausencia de experiencias y estudios que pudiésemos agrupar bajo el nombre de selvicultura hidrológica, ámbito en el que la investigación para nuestro clima, relieve y paisaje, destaca por su escasez.

Como podemos ver, existe una cierta coincidencia con los resultados del diagnóstico, aunque la participación con interés en un curso de introducción de 10 horas sobre el tema va modificando poco a poco las resistencias.

**Curso avanzado sobre agua forestal. Diseño de servicios y actuaciones de gestión de aguas forestales.** El curso avanzado de Agua Forestal I se caracteriza por no presentar fuertes coincidencias en la asimilación de conceptos nuevos. A pesar de ser un curso continuación del curso de introducción, donde sí había un mayor nivel de coincidencias en conceptos de partida. Este curso tiene un planteamiento más enfocado hacia el emprendimiento. Entre los elementos asimilados y compartidos podemos destacar:

- Se asocia el concepto de agua forestal a una nueva línea de emprendimiento, o bien a una nueva línea de negocio y conlleva trasladar un cambio de enfoque sobre la variable clave a gestionar en la propiedad mediterránea.
- A los lugares desfavorables para la producción de Agua Azul en clima mediterráneo, se les reconoce la existencia de eventos meteorológicos favorables a su producción, pero que en general requieren tener como primera prioridad el control de la erosión y las avenidas.
- Si los suelos existentes en estas condiciones son muy impermeables aparecen fenómenos de endorreísmos y encharcamientos temporales en las temporadas invernales donde la evaporación es muy baja.
- Si contamos con la horizontalidad del suelo, podemos hablar de % de agua verde próximos al 100%, frente a % de agua azul inferiores al 10%

Son conceptos bastante inconexos, pero que se podrían agrupar como un conjunto de ideas asociadas a evidencias previas y posteriormente reinterpretadas y asimiladas desde el enfoque de Agua Forestal..

Por el contrario las coincidencias en los conceptos que hay que renovar y sobre los que se debe innovar, son mayores. Aquellos donde hemos encontrado más resistencias o bien para los que hay asociados unos conocimientos erróneos parcial o totalmente y por lo tanto sobre los que hay que incidir mucho más son:

- Hay que romper estereotipos forestales muy arraigados, como pueden ser los asociados al consumo de agua de diversas especies con buena o mala fama, o bien a su elevada productividad en tierras mediterráneas, ambos conceptos muy matizables y discutibles.
- En el ámbito agrario, en cultivos de leñosas, hay que trabajar en contra del estereotipo asociado a la costumbre de eliminar las plantas anuales o terófitos. Se argumenta a su favor con la competencia que hacen en nutrientes y sobre todo en recursos hídricos con las leñosas: olivos, almendros, vides,...Algo difícil de creer ante el efecto protector que tiene contra la erosión este tapiz herbáceo en temporada lluviosa, el incremento de infiltración y disminución de escorrentía que lleva asociado, el aporte de materia orgánica, la ausencia de consumo de agua durante el invierno y el verano, o la diferencia en la profundidad de las raíces con el cultivo principal.
- Durante estos años ha aparecido un nuevo concepto que habrá que seguir con interés. La redistribución hidráulica. Este hecho se puede definir de acuerdo con los autores siguientes por Iván Prieto, Cristina Armas y Francisco I. Pugnare Siguiendo un gradiente de humedad, el agua pasa desde las capas más profundas y húmedas a las más superficiales y secas. Es un mecanismo pasivo mediante el cual el agua asciende a través de las raíces, que actúan como meros conductos de transporte, sin gasto metabólico para la planta. Se ha visto que el



proceso es el mismo en todas las especies vegetales estudiadas, siempre que tengan raíces funcionales que conecten las capas de suelo con diferente grado de humedad.

- Una variable básica que hay que manejar con soltura en los balances de infiltración y escorrentía es la pendiente. A mayor pendiente mas escorrentía y menor infiltración. Este hecho es compatible con la aplicación para el cálculo de escorrentías de la metodología del modelo del número de curva. Este no incluye la variable de la pendiente, pues parte de un trabajo experimental previo, y simplifica mucho el tema de los cálculos de escorrentía e infiltración
- El manejo de tablas de coeficiente de escorrentía, de umbrales de escorrentía o de número de curvas, proporciona importantes pistas para el cálculo de las escorrentías y en consecuencia de la infiltración. Su aplicación para el cálculo de cantidades totales de escorrentía o de infiltración en un año, no es sencillo, pues en general se han venido utilizando para el cálculo de caudales máximos asociados a drenajes y control de avenidas. Por ello cualquier cálculo que hagamos requiere siempre del contraste y del pilotaje inicial.
- El enfoque forestal clásico en manejo de aguas de precipitación, es la minimización de la escorrentía por dos motivos. El tradicional, evitar las pérdidas de suelos y los procesos erosivos. El innovador o más actual, transformar el agua de escorrentía en agua verde. Agua útil para las plantas, invirtiendo los procesos de desertización, con la oasisificación. Una tercera opción sería el fomento de la infiltración profunda, que solo aparecerá cuando el balance hídrico forestal, genere superávits capaces de superar la capacidad de retención de los suelos e infiltrarse hacia capas más profundas alimentando los acuíferos.
- Las inversiones para recogida de aguas pluviales en un predio de dehesa típica del oeste ibérico con precipitaciones próximas a los 500 mm, y su aplicación a la producción de forrajes y alimentación ganadera suplementaria, conlleva unos incrementos de producción evidentes, que están próximos al 15% del conjunto de todo el predio. Estas inversiones, a largo plazo, pueden ser amortizadas a lo largo del tiempo, sin tener en cuenta los incrementos del valor patrimonial incorporados por el valor de las propias infraestructuras desarrolladas.
- En general, existen carencias importantes en el sector forestal para plantear estrategias empresariales buscando la diversificación horizontal y vertical. En este sentido la innovación asociada a la adecuada capacidad de inversión parece quedar asociada a propiedades públicas y privadas con importantes beneficios procedentes de otros sectores y de estrategias empresariales bien planteadas.
- Respecto a nuestros clientes siguen existiendo resistencias importantes en la elección de los mismos. Es necesario aportar el nuevo enfoque propugnado por agua forestal.. Debemos trasladarlo a los propietarios de esas tierras. Entre ellas las unidades forestales de la Administración han estado centradas en la producción forestal, en la función protectora del monte, en la conservación de la biodiversidad asociada o incluso en su función recreativas. Todas estas funciones están directamente ligadas al Agua Verde. En relación con el Agua Azul, se ha priorizado ante todo la calidad sobre la cantidad. Por consiguiente, un cambio de mentalidad en las mismas de modo que gane peso una nueva función ligada a la producción de Agua Azul parece que encontraría fuertes resistencias. Si nos centramos en el concepto propiedad, parece más fácil hablar de costes e ingresos, y avanzar en el cambio de mentalidad del que tanto hemos hablado en Agua Forestal: reconocimiento del agua como factor productivo y ecológico esencial de las masas mediterráneas, al mismo tiempo que recurso productivo principal de las mismas. La ampliación cada vez más extendida del concepto sostenibilidad desde la ambiental, a incluir lo social y lo económico, impulsa la puesta en valor de esta variable.

En este caso las resistencias aparecidas coinciden casi exclusivamente con lagunas del conocimiento científico sobre el tema propuesto o bien con la ausencia de herramientas de cálculo para la proyección de resultados. En definitiva reflejan que la ausencia de investigación y conocimientos básicos sobre agua forestal en el campo del saber, bloquea el progreso y la actuación de profesionales y empresas en un ámbito tan prometedor. El enfoque empresarial adolece de seguridad y garantías frente a sus clientes. De estos solo las Administraciones y

Entidades Públicas, pueden recoger el reto transmitido por profesionales y empresas y dar el impulso necesario o asumir los riesgos económicos para avanzar en conocimientos y en resultados.

**Curso sobre generación de modelos de negocio en agua forestal.** La información procedente de las evaluaciones y cuestionarios asociados a este curso, nos ha proporcionado un retrato de la opinión del sector profesional de gran utilidad para afrontar el tema del Agua Forestal desde un enfoque de emprendimiento e iniciativa empresarial. Viene a ser un procedimiento casi equivalente al concepto denominado validación del cliente, o bien un estudio prospectivo de mercado. Este curso pertenece ya a Agua Forestal II, y en consecuencia tiene unos planteamientos más avanzados, concretos y específicos.

El análisis del discurso que se extrae de aquellas preguntas de los cuestionarios con un mayor número de aciertos, y por lo tanto, sobre las que el discurso profesional de los alumnos tiene una mayor solvencia y seguridad, se centra en las siguientes ideas:

- Reconocemos que la actividad profesional en agua forestal se mueve en un marco donde hay mucho que aprender y pocas certidumbres en cuanto a resultados, por lo que hay que aplicar un principio de prudencia en los planteamientos empresariales.
- Se mantiene la apuesta y la coincidencia por las claves de negocio para Agua Forestal: valor apreciable, dominio privado y recurso o variable de gestión principal .
- Tenemos muy claro cuál es la clave de nuestra oferta profesional: ofrecer soluciones frente a la escasez de agua del clima mediterráneo, en especial durante el estiaje.
- Asumimos que vamos a encontrarnos obstáculos entre nuestros clientes asociados a la falta de interés actual por el recurso agua a causa del desconocimiento del potencial del Agua Forestal, así como por una serie de estereotipos erróneos sobre el ciclo hídrico forestal que es conveniente transmitir con claridad a los mismos. En concreto como ya hemos señalada la íntima relación entre masas forestales y caudales en la red hidrográfica.
- El marco deontológico de la actividad debe garantizar la persistencia de las masas y comunidades forestales en un marco de aprovechamientos y conservación sostenible, en lo ambiental, lo social y lo económico.
- Algunos de los hechos probados en agua forestal que evidencian su potencial como posible ámbito profesional ligado a un sector económico valioso son:
  - Las claras producen un incremento de agua azul que no es permanente en el tiempo. Este efecto también sucede en ausencia de escorrentías y desaparece cuando el terreno es de nuevo recuperado por la masa forestal. El efecto es relevante cuando la precipitación anual es superior a los 600 mm y nulo o casi nulo por debajo de los 450 mm.
  - La gestión del Agua Forestal es una herramienta de gran eficacia para la promoción de la biodiversidad, pues a través del Agua Forestal podemos garantizar la presencia puntual de agua en el suelo, de forma permanente o temporal pero con la suficiente estabilidad ecológica para convertir el lugar en un foco de biodiversidad.
  - La intervención en laderas para favorecer la infiltración y eliminar la escorrentía es posible y tiene como consecuencia el incremento de la biomasa vegetal que sustentan y la transformación del agua forestal en Agua Verde. En otras palabras la puesta en marcha de un proceso de oasisificación.
  - Las variaciones en la superficie forestal de una cabecera de cuenca, y en su estructura, influyen en los caudales disponibles en la red hidrográfica que la drena, así como en su distribución temporal. En general más superficie ocupada y más biomasa presente, da lugar a menores caudales absolutos disponibles y mayores caudales estivales, normalmente por disminución de la escorrentía e incremento de la interceptación, la infiltración y la transpiración.
  - La recolección de agua en las infraestructuras lineales como caminos, vías forestales y cortafuegos es una gran oportunidad, normalmente desaprovechada. De hecho para el futuro las podríamos imaginar asociados a diversos sistemas de embalsado y

depósito de agua, o como herramientas de fomento de la biodiversidad por manejo de los caudales recogidos.

- Reconocemos como un buen profesional de agua forestal, aquel que:
  - por experiencia es capaz de conocer los porcentajes de escorrentía e infiltración esperados para cada tipo de vegetación, pendiente y situación climática mediterránea, así como las variables dominantes en cada localidad entre las que no puede olvidar la permeabilidad del suelo. Su tarjeta de presentación básica es su capacidad de valorar el potencial de agua azul de una localidad.
  - Por otro lado, de la observación sobre el terreno y a partir de información procedente de AEMET u otras fuentes de datos meteorológicos, es capaz de conocer el balance hídrico del momento así como si existen síntomas de sequía arrastrados de años previos.
  - Los profesionales que queremos impulsar el sector conocemos y manejamos con soltura el paisaje vegetal y forestal del territorio mediterráneo así como las necesidades hídricas y ecológicas de las principales especies que los definen. En este ámbito las especies leñosas que definen las masas forestales arboladas y las principales comunidades de matorral mediterráneo son las más destacables. La agrupación por géneros, y el dominio de las necesidades hídricas y ecológicas de algunos de los más extendidos por la península, es una estrategia de fácil aplicación y muy eficiente. Por ejemplo los géneros Pinus y Juniperus entre las coníferas; el género Quercus entre las frondosas; los géneros Cistus, Erica, Genista, Thymus,.. entre los matorrales, etc.
  - Es un zahorí de las aguas pluviales y de acuíferos locales. A partir de la observación y el conocimiento del comportamiento del sustrato superficial y profundo y la tipología de acuíferos que pueden sustentar.

En este caso las coincidencias se agrupan en tres bloques: El primero la apuesta y la creencia en un nuevo nicho empresarial Agua Forestal, y la asimilación de las fortalezas y oportunidades que lleva asociadas; el segundo bloque, un listado de evidencias científicas y saberes a nuestro favor; por último el perfil profesional que debe tener en cuanto a conocimientos, formación y experiencia un especialista en Agua Forestal.

Las respuestas que han concentrado un mayor número de errores y que probablemente coincidan con las principales resistencias conceptuales así como con los principales obstáculos para dar seguridad a profesionales y emprendedores así como para convencer al consumidor final de servicios, los propietarios de suelos forestales, son las siguientes:

- Se observa un exceso de valoración sobre la capacidad de las masas forestales para incrementar las precipitaciones así como de su posible influencia en la disminución de las mismas cuando la masa forestal disminuye. Este hecho es compatible con una ignorancia general y ausencia de cultura sobre la íntima relación que existe entre masas forestales y el servicio de provisión de agua, algo que por el contrario no sucede en los países latinoamericanos por ejemplo.
- Respecto a la disponibilidad de agua azul y agua verde, existen problemas para asimilar el concepto en tierras mediterráneas. Sobre todo las oportunidades asociadas a la irregularidad que define a este clima. Hay zonas mediterráneas, aquellas con precipitaciones inferiores a los 400 mm, en las que la producción de agua azul es prácticamente nula, salvo cuando va asociada a eventos extraordinarios, en los que con seguridad aparecer la escorrentía y dependiendo de su importancia, la infiltración. La aparición de estos eventos está prácticamente asegurada todos los años.
- A igual cantidad de precipitación el clima frío mediterráneo favorece la provisión de agua azul, mientras que las temperaturas más altas favorecen el crecimiento de la vegetación y disminuyen la disponibilidad de provisión de agua. Por eso motivo, la producción de agua azul se produce principalmente durante el final del otoño y los meses de invierno, condicionada a la saturación previa del agua en los suelos.

- Las montañas mediterráneas ibéricas son las grandes aliadas en la provisión de agua. Ya lo sabemos y lo tenemos que transmitir. En sus tierras forestales se generan los recursos de agua azul que van a parar a ríos y acuíferos. Como ya hemos dicho, especialmente durante los meses más fríos del año. Reconocido este hecho nos enfrentamos al reto de cómo conseguir la máxima cantidad de agua para la red hidrográfica, compatible con la conservación de otros recursos naturales entre los que destaca la biodiversidad y la eliminación de la presencia de procesos erosivos.
- Otra forma de verlo es que son necesarias de 2 a 7 has de tierras forestales de montaña mediterránea para suministrar el agua necesaria para un suelo de regadío. O bien de 0,01 has, a 0,05 has de tierras forestales de montaña mediterránea para suministrar el agua consumida por un ciudadano al año.
- Los retos principales a los que nos enfrentamos, tanto en conocimiento básico como en el desarrollo de herramientas de gestión están asociados a la transformación eficiente de escorrentía en infiltración y recarga de acuíferos, lo que apoyaría un efecto positivo en la transformación de caudales hacia intensidades más apaciguadas, extensas, duraderas y permanentes.
- Parece ser, que una vez que se reconoce la provisión de agua como servicio y recurso principal de las tierras forestales mediterráneas, la tendencia profesional e inmediata para la producción de caudales para la red hidrográfica es el fomento de las escorrentías limpias. Sin embargo esta opción, la más sencilla, no tiene por qué ser la mejor. Entre otras cosas porque va a necesitar mayor capacidad de embalsamiento para su aprovechamiento con diversos fines.
- La utilización de aguas de precipitación, agua forestal y su transformación en agua verde en climas mediterráneos coincide en valores absolutos máximos aproximados con la capacidad de retención de sus suelos. Será el agua disponible desde que el valor de la evapotranspiración supera al de las precipitaciones, algo que sucede con seguridad a partir del mes de mayo, y con un valor normalmente próximo a los 150 mm/m<sup>2</sup>. Es decir unos 1.500 m<sup>3</sup> por ha.
- La base del conocimiento del funcionamiento de la hidrología forestal y de la selvicultura hidrológica para la gestión de los servicios y recursos de provisión de agua, está en el estudio y conocimiento de la ecología forestal de una localidad y un territorio y dentro de esta. Es un conocimiento sistémico multivariable íntimamente interconectado que varían de acuerdo con la localidad de estudio o aplicación y que requieren partir de unos conocimientos generales, la creación de unos procedimientos y metodologías de investigación, estudio y gestión ya probados, y su aplicación a la singularidad de cada punto o territorio concreto.
- Las variables principales, son como ya sabemos, interceptación, evaporación, transpiración, escorrentía e infiltración superficial y profunda. Si aplicamos el principio de prudencia diríamos que cada localidad concreta funciona de forma similar a sus cercanas pero siempre de forma diferente. Es necesario pilotarlo previamente. Y es necesario que los clientes confíen en nosotros como profesionales especializados y capacitados.
- Cuando la escala espacial, el espacio de actuación, disminuye, la capacidad de influir en dichas variables aumenta. Es el caso extremo de un aljibe, donde toda la estrategia de actuación sobre la pequeña cuenca de recepción se basa en favorecer la escorrentía a favor de la compactación/impermeabilización del suelo, y la disminución de la evaporación y la interceptación. Por otro lado, en grandes superficies, el criterio común será el de maximizar la infiltración profunda en búsqueda de agua azul de máxima calidad, y con la mejor distribución anual posible.
- La vegetación esclerófila mediterránea, tiene una cierta capacidad de fijar la precipitación horizontal. Sin embargo este incremento de precipitación no es capaz de superar los largos periodos de estiaje donde no hay precipitación ni vertical ni horizontal. No hay que dejarse llevar por espejismos ni por semejanzas que no siempre dan como resultado los mismos modelos de funcionamiento. Las apariencias pueden engañar y el pilotaje y la experimentación son necesarias.
- El manejo del agua forestal, para el fomento de la biodiversidad es una herramienta de gran eficacia. Las claves están en la creación de ecosistemas diversos, fomentando la existencia

de ecotonos y la estabilidad en el tiempo. Esta última variable se entiende a lo largo de los años, no a lo largo de un mismo ciclo anual. La repetición de un mismo ciclo hídrico a lo largo de muchos años.

- Poco a poco, se van incrementando los conocimientos disponibles en las redes, y van siendo relativamente más fáciles de buscar. Conceptos como selvicultura hidrológica, hidrología, hidrología superficial, captación de precipitaciones... van dando resultados cada vez más completos. También todas aquellas palabras que definen los distintos elementos del ciclo hidrológico forestal.
- La información disponible en internet no debe asimilarse a la ligera. Hay que mantener siempre un espíritu crítico y alerta ante los nuevos datos que vayamos conociendo. Esto no debe impedir que acojamos todos los datos positivos para agua forestal con entusiasmo, motivación y ganas de probar si son ciertos.
- El agua es un recurso muy valioso que lleva asociada una información “sensible” que puede ser fácilmente sesgada a favor de unos u otros intereses. Sintetizando, que como en toda actividad profesional, en Agua Forestal hay que ser rigurosos, abiertos y capacitados profesionales.
- El concepto de validación por parte del cliente para una actividad de emprendimiento, es quizás el elemento clave en el ámbito del agua forestal. ¿Existe una necesidad a cubrir por parte de nuestros potenciales clientes relacionada con el aprovechamiento del agua forestal existente a su disposición?

Como en anteriores ocasiones podemos agrupar obstáculos y resistencias en varios bloques que en parte son coincidentes con los de cursos anteriores. En primer lugar nos encontramos el desconocimiento de los matices del clima mediterráneo ibérico y sus múltiples caras. En segundo lugar la ausencia de certezas en conocimientos que confirmen y convaliden lo que deducimos de forma colateral en estudios y artículos respecto al funcionamiento del ciclo hídrico en las masas forestales y su modificación intencionada con técnicas de gestión y manejo, como puede ser la selvicultura hidrológica. En consecuencia tenemos que establecer y proponer estrategias de actuación experimentales y proyectos pilotos como servicios a ejecutar para terceros. Por último, la necesidad constante de aprender de todo lo que va surgiendo sobre el tema, no muy accesible, generalmente desde enfoques muy parciales y manteniendo un espíritu crítico. Esta actitud, común a cualquier profesional del sector que sea, es la que nos tiene que abrir las puertas a la validación de nuestros clientes.

## 5. Discusión

Las fortalezas detectadas las podemos agrupar en tres bloques.

- El primero la apuesta y la creencia en un nuevo nicho empresarial Agua Forestal, y la asimilación de las fortalezas y oportunidades que lleva asociadas;
- El segundo bloque, un listado de evidencias científicas y saberes a nuestro favor (Aunque todavía escasas);
- Por último la definición del perfil profesional que debe tener en cuanto a conocimientos, formación y experiencia un especialista en Agua Forestal.

Por el contrario en el balance negativo de la balanza, nos encontramos diversos problemas básicos:

- El desconocimiento de las oportunidades que ofrecen los matices y singularidades del clima mediterráneo de nuestra península.
- El olvido de conceptos e ideas básicas sobre balance hídrico en suelos forestales y el escaso uso que se hace de este conocimiento en la actividad forestal.
- La ausencia de experiencias y estudios que pudiésemos agrupar bajo el nombre de selvicultura hidrológica.
- La baja disponibilidad de herramientas sencillas de cálculo de caudales anuales que nos permitan ofrecer resultados de alta fiabilidad a nuestros clientes.

- Los escasos esfuerzos en agrupación de un cuerpo de conocimientos sobre Agua Forestal, algo que se ha querido compensar en nuestros proyectos con la edición de un prontuario y una guía disponible on-line

## 6. Conclusiones

Hemos contrastado que profesionales, clientes y sociedad, manejamos un conjunto de estereotipos sobre Agua Forestal, que no se ajustan a la realidad. Este hecho lo vivimos como un obstáculo que hay que transformar en una oportunidad. Del cambio de estereotipo depende el futuro de la actividad profesional y empresarial

La ausencia de investigación y conocimientos básicos sobre Agua Forestal, bloquea el progreso y la actuación de profesionales y empresas en un ámbito tan prometedor. Como consecuencia el enfoque empresarial adolece de seguridad y garantías frente a sus clientes.

Tenemos que establecer y proponer estrategias de actuación experimentales y proyectos pilotos como servicios a ejecutar para terceros. Necesitamos aprender de todo lo que va surgiendo sobre el tema, no muy accesible y generalmente desde enfoques muy parciales, manteniendo un espíritu crítico, constructivo e innovador.. Esta actitud, común a cualquier profesional del sector que sea, es la que nos tiene que abrir las puertas a la validación de nuestros clientes.

De estos solo las Administraciones y Entidades Públicas, pueden recoger el reto transmitido por profesionales y empresas y dar el impulso necesario o asumir los riesgos económicos para avanzar en conocimientos y en resultados. El propietario privado puede abrir las puertas a la inversión si cuenta con las certezas aportadas por el conocimiento o bien por la existencia de experiencias positivas contrastadas de otros propietarios.

La gestión del ciclo forestal del agua, o del ciclo del agua, pasa por la necesaria integración de la gestión de las masas forestales en el mismo y de la asunción de este hecho por las autoridades, administraciones y entidades gestoras del mismo.

## 7. Agradecimientos

A todos los alumnos que nos han acompañado en estos proyectos, auténticos profesionales, de los que hemos aprendido tanto o más que lo impartido, por su espíritu colaborador, abierto, e interesado sobre el tema.

A las empresas que nos permitieron compartir jornadas de asesoría con ellos, por su franqueza y acogida, pues sin ellas no habríamos podido contrastar la aplicabilidad de los conceptos puestos en juego.

A los compañeros de las empresas que constituimos la plataforma profesional en Agua Forestal, que hoy perdura a duras penas, quiero creer que como reflejo de un sector que todavía no ha salido de la crisis. Esperamos que la semilla sembrada con Agua Forestal en sus sociedades e iniciativas germine por fin, y de buenos frutos en un plazo breve de tiempo.

A ASEMFO, piedra angular de este proyecto.

A la Fundación Biodiversidad, por saber valorar este proyecto y haber confiado en el mismo durante dos años sucesivos.

## 8. Bibliografía

Prieto, Ivan; Armas, Cristina; Pugnaire, Francisco I. 2014. Un mecanismo natural de las raíces para aprovechar mejor el agua. Las plantas redistribuyen el agua acumulada en el suelo. Revista Quercus.

<http://www.revistaquercus.es/noticia/5426/articulos-de-fondo/las-plantas-redistribuyen-el-agua-acumulada-en-el-suelo.html>

Rojo Serrano, Leopoldo. 2008. Integración de la producción de agua en los criterios de gestión forestal. Multifuncionalidad y prerrequisitos. Ponencia presentada en Tribuna del Agua. ExpoZaragoza 2008.

[https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/9S3-P1-Leopoldo\\_RojoACC.pdf](https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/9S3-P1-Leopoldo_RojoACC.pdf)

Aragones, Juan Ignacio; Poggio, Lucía; Domínguez y Maldonado González, Jacobo. 2014. Informe diagnóstico de la demanda profesional relativa a la creación de una oferta innovadora de servicios empresariales, destinada a la producción de agua de las tierras forestales. Publicación on line. ASEMFO/Fundación Biodiversidad.

Maldonado González, Jacobo; Blanco Castro, Emilio et al. 2014. FUNDAMENTOS Y PRONTUARIO DE ACTUACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA EN TIERRAS FORESTALES. Publicación on line. ASEMFO/Fundación Biodiversidad.

Maldonado González, Jacobo. 2015. EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS EN AGUA FORESTAL. Publicación on line. ASEMFO/Fundación Biodiversidad.

*Estas tres últimas publicaciones se pueden descargar en: <http://www.asemfo.org/>*