



## **Árboles y agua: una relación recíproca que tenemos que conocer para orientar el manejo forestal sustentable**

Dra. María Elena Fernández  
Dr. Javier Gyenge  
CONICET- INTA EEA Balcarce, AER Tandil  
Marzo, 2016

### ***Sustentabilidad y producción forestal:***

El concepto de “sustentabilidad” aplicado al manejo de los recursos naturales implica hacer un uso de los mismos que garantice la satisfacción de las necesidades de la sociedad actual, velando a la vez por el derecho de las generaciones futuras de explotar estos recursos y satisfacer sus propias necesidades. Es un paradigma que apela a la racionalidad en el uso y explotación de los bienes y servicios que nos provee el medioambiente, garantizando su perpetuidad en el tiempo. Es un concepto ligado al desarrollo de las sociedades humanas, y como tal, contempla dimensiones ambientales o ecológicas, pero también socio-económicas. Muchos ya advierten que la humanidad, y particularmente las sociedades que consideramos “desarrolladas” y aquellas “en desarrollo” (copiando el modelo de las primeras), deberán hacer un cambio profundo en su sistema económico y modo de vivir basados en el consumo, de manera de alcanzar una nueva relación de equilibrio con la naturaleza, proveedora de lo que necesitamos para subsistir y proliferar, si queremos alcanzar el objetivo de sustentabilidad.

Haciendo foco en el tema de los árboles y la sustentabilidad, en general, se tiene una visión amigable hacia los mismos, ya que proveen sombra, bienestar, frutos, madera, leña, refugio y abrigo del viento. Tan es así que un viejo refrán dice que “todo hombre debería plantar un árbol, tener un hijo y escribir un libro”. El uso que históricamente se ha hecho de los bosques nativos en el mundo ha sido amplísimo, y aún hoy se usa a diario productos derivados de los árboles en forma continua (y muchas veces, poco sustentable), no sólo en objetos de madera a la vista (muebles, construcciones), sino también las toneladas de papel que usamos para envolver los productos que consumimos, escribir, leer, y por sobre todo, limpiar. Asimismo, la madera como leña o carbón puede ser una fuente importante de combustibles para uso domiciliario y/o industrial, que en algunos países con carencia de otras fuentes alternativas, llega a ser crucial en la matriz energética.

Para abastecer esta demanda de madera y sus derivados, que aumenta a medida que se desarrollan las sociedades, se puede apelar a los bosques nativos o a las plantaciones forestales. Los primeros son ecosistemas pilares para el funcionamiento del sistema global y regional donde se encuentran, regulando ciclos climáticos e hidrológicos, y siendo refugio de una buena parte de la biodiversidad terrestre. El uso racional y conservación de los bosques nativos constituyen una demanda esencial para garantizar la sustentabilidad en un sentido amplio. Como consecuencia de ello, las plantaciones forestales pasan a ser decisivas en la satisfacción de las demandas de la sociedad sin exponer a los bosques nativos a su sobreexplotación. Sin embargo, si bien plantar un árbol es algo “bueno”, plantar miles de árboles, especialmente en zonas donde naturalmente no hay árboles, no es mil veces más bueno. La actividad forestal basada en el cultivo de árboles tiene sus propios desafíos en el marco de la sustentabilidad, entre los que el “agua”, como recurso natural, cobra especial relevancia (si bien no es el único).

Los desafíos para la sustentabilidad relacionados con el agua pueden verse como dos caras de una misma moneda. Los árboles y el agua poseen una relación recíproca. Los primeros (como todo ser viviente) necesitan de la segunda para sobrevivir, crecer y reproducirse. Es decir, para producir madera, hace falta agua. La productividad de la actividad forestal, y por lo tanto, su sustentabilidad en términos socio-económicos, requiere

minimizar los problemas del estrés generado por eventos de sequía y por deficiencia de agua en general. Pero a su vez, las grandes dimensiones de los árboles hacen que éstos usen mucha agua en sus procesos vitales, alterando la cantidad de agua disponible en un lugar, así como otros procesos del balance hidrológico. La producción forestal puede implicar entonces un impacto negativo sobre los recursos hídricos locales, amenazando la sustentabilidad en términos ambientales.

### ***Los árboles de rápido crecimiento y su alto consumo de agua: ¿problemas para los recursos hídricos?***

Las especies de rápido crecimiento, es decir aquellas que normalmente se utilizan en plantaciones forestales con fines comerciales, pueden utilizar varios miles de litros de agua por día y por hectárea. Este consumo diario no necesariamente es mayor al que realizan los bosques nativos o algunos cultivos anuales de alta productividad (como la soja o el maíz), aunque en estos últimos el alto consumo se restringe a una época más acotada del año que en el caso de las especies forestales de hojas perennes, como los pinos o los eucaliptos. Las mayores diferencias de uso de agua se pueden establecer entre las forestaciones y los pastizales, debido a las marcadas diferencias en productividad entre sistemas. Un aspecto a destacar es que si bien pasan a través de los árboles cientos de litros de agua por día, proceso ligado a su fijación de carbono, menos del 2% de esa agua queda retenida en la biomasa del árbol. La gran mayoría del agua circula desde el suelo por el árbol y vuelve a la atmósfera, formando parte del ciclo del agua, y cayendo nuevamente en otro sitio en forma de precipitaciones. En este proceso biológico el agua no se contamina ni se pierde, sino que cambia de estado y de lugar.

En ambientes donde los bosques se desarrollan naturalmente, existe el lógico equilibrio entre la vegetación y la cantidad de agua. Los problemas pueden llegar a suscitarse cuando se instala una plantación forestal en un ambiente donde naturalmente no se ha desarrollado un bosque. Vale decir que hoy no se puede reemplazar bosque nativo por plantaciones en

Argentina, aunque sí se puede forestar en algunos sitios donde antiguamente hubo bosques que fueron reconvertidos a zonas ganaderas (pastizales) durante el siglo XX. En ambientes con vegetación de pastizal, que naturalmente posee un menor uso de agua que las plantaciones de alta productividad, se puede producir un desequilibrio que debe ser analizado para minimizar posibles impactos negativos. En este sentido, los árboles en general poseen raíces más profundas que los pastos, por lo que pueden hacer un uso más exhaustivo de los recursos hídricos disponibles en el suelo, alcanzado en algunos casos la capa freática (o napa).

Ahora bien, ¿cuándo es esperable un impacto negativo de los árboles sobre los recursos hídricos locales? Como en la mayoría de estas preguntas tan amplias, la respuesta depende de diversos factores, destacándose:

- la especie de árbol, entendiéndolo por ello, el conjunto de características fisiológicas y ecológicas que lo caracterizan, incluyendo si tiene hojas caducas o perennes, el tipo de sistema radical (superficial o profundo), su resistencia a salinidad, sequía, anegamiento, etc.
- la tasa de crecimiento de los árboles. En general, cuanto más rápido crece una especie, más agua consume. Aunque esta relación no es lineal. Estudios recientes demuestran que las especies más productivas son también las más eficientes en el uso del agua, produciendo más madera por litro de agua consumida.
- el nivel de cobertura de árboles, que depende de la edad (tamaño) de los mismos, la cantidad de árboles por unidad de superficie (densidad de plantación), y si están o no podados.
- la profundidad del suelo y su textura
- el clima, que condiciona la disponibilidad de agua (por el aporte de lluvia y/o nieve) y la demanda evaporativa. La atmósfera actúa como una bomba que succiona agua, permitiendo el ascenso de ésta desde el suelo a través de las plantas. Cuanto más calor hace y menor es la humedad relativa, mayor es la fuerza que ejerce esa bomba.
- la profundidad de la capa freática, geomorfología del lugar y posición de la forestación dentro de la cuenca hidrológica (zona de recarga o descarga de agua)
- la superficie total forestada de la cuenca
- la distancia a cursos de agua superficiales

Todos estos factores deben ser considerados a la hora de analizar el posible impacto que la actividad forestal puede tener sobre los recursos hídricos. En términos generales puede decirse que las especies de “rápido crecimiento” tienen un mayor consumo de agua que las de lento crecimiento, que los árboles de hojas perennes

tienen mayor impacto que los de hojas caducas, que el impacto será mayor cuanto mayor sea la cobertura arbórea y la superficie forestada. Sin embargo, es importante destacar que no siempre los impactos son negativos o significativos, y que en general, pueden ser predecibles y minimizables mediante decisiones de ordenamiento y manejo adecuadas. Asimismo, en algunos casos, los árboles pueden ser utilizados para manejar excesos hídricos, tornándose en una herramienta de manejo del agua con impacto positivo.

En ésta, como en cualquier otra actividad productiva, es importante sopesar los aspectos positivos y negativos que la misma implica para el desarrollo de una comunidad, para lo cual es crucial contar con el conocimiento de base que permita cuali-cuantificar los riesgos. Luego, cabe a la sociedad y a sus representantes tomar las decisiones.

### ***La otra cara de la moneda: impacto de la falta de agua sobre los árboles***

La otra cara de la moneda de la relación recíproca entre árboles y agua se refiere al impacto que la escasez de agua, conocida como sequía, puede tener sobre el crecimiento y supervivencia de los árboles, ya sea en bosques nativos como en forestaciones. Distintos estudios recientes han mostrado los efectos que las olas de calor y las sequías intensas o prolongadas han provocado sobre bosques en todo el mundo, en los que se han reportando episodios de mortalidad masiva de árboles. Estos estudios se plantean en el marco de las consecuencias negativas del cambio climático global, que provoca en muchas regiones del planeta situaciones climáticas más extremas que las que caracterizaron los últimos siglos, con episodios más frecuentes de sequía, inundaciones y altas temperaturas. Los efectos del cambio climático afectan tanto a los árboles creciendo en sus sitios naturales de desarrollo, como a aquellos que se cultivan con fines industriales o de remediación. Sin embargo, considerando a las plantaciones forestales, otra situación de riesgo para su desarrollo se suscita por el hecho de que esta actividad suele estar relegada a zonas marginales para la agricultura, por la lógica competencia con este uso del suelo más rentable en el corto plazo. Estas zonas se caracterizan ambientalmente por poseer algún tipo de estrés ambiental, asociado al clima (déficit de precipitaciones en relación con la demanda evaporativa), y/o al suelo (escaso desarrollo del perfil de suelo; algún tipo de impedimento a corta distancia de la superficie, etc.). De acuerdo a la región, los efectos del cambio climático se sobre-imponen a las limitantes propias del sitio, lo que puede significar un desafío importante para cualquier actividad basada en la productividad vegetal. Cabe destacarse que el cultivo de árboles implica un desafío particular, en comparación con cultivos anuales, debido a que el mismo individuo debe sobrevivir y crecer durante varios años, haciendo frente a las condiciones ambientales cambiantes a lo largo de su vida.

Existen distintas maneras de minimizar los riesgos expuestos, que pueden resumirse en las siguientes categorías: selección adecuada de las especies y sitios de implantación; manejo adecuado que aumente la resistencia del árbol a condiciones adversas bióticas o abióticas; y el uso de materiales genéticos más aptos dentro de la especie en particular.

La *selección adecuada de especies y sitios* es el primer aspecto a considerar en la decisión de forestar. Esta decisión suele ser fácil en regiones con tradición forestal, en las que ya se conocen cuáles son los mejores sitios y las especies y variedades con los mejores desempeños en cada uno. Sin embargo, esta primera decisión se torna más difícil en regiones de desarrollo forestal incipiente, en las que hay poca experiencia previa y se parte sólo de los antecedentes en otros lugares del mundo o del país con similitudes ambientales. Asimismo, en estas regiones caracterizadas por otros usos de la tierra más tradicionales, la actividad forestal suele relegarse a sitios marginales, limitando en gran medida su productividad potencial y aumentando su vulnerabilidad frente a eventos de sequía y ataques de plagas. Por otro lado, las nuevas tendencias en manejo postulan –al igual que en la agricultura– una “silvicultura por ambientes”, que implica adecuar la mejor especie-genotipo a cada uno de los ambientes que aparecen en el paisaje. Este concepto tiende a optimizar el uso de los recursos disponibles y a diversificar la actividad como conjunto, la que a su vez, puede combinarse con otras actividades productivas como agricultura o ganadería. Esta silvicultura requiere de un alto nivel de conocimiento, hoy no disponible para todas las regiones de nuestro país. Por otro lado, si bien el ambiente es el primer factor que determina qué especies pueden llegar a crecer en un determinado lugar, la decisión de utilizar una u otra depende de otras cuestiones que hacen a la actividad productiva, como el destino de la madera (u otro bien o servicio) que puede proveer esa especie.

Una vez seleccionado el sitio y la especie, y si se está frente a riesgos de sequía, debe adecuarse el *manejo de manera que permita aumentar su adaptabilidad a las condiciones adversas*. Así, por ejemplo, las plantaciones de relativamente baja densidad de árboles disminuyen la competencia entre individuos por recursos hídricos escasos en períodos de sequía, permitiendo a los árboles atravesarlos con un mejor estado fisiológico. Se ha visto que la reducción de la competencia intraespecífica no sólo genera una recuperación más rápida del crecimiento a los niveles pre-sequía (mayor resiliencia del sistema) sino que además brinda al árbol una mayor resistencia a agentes bióticos (plagas). Desde el punto de vista productivo, este manejo de baja densidad relativa aumenta el crecimiento individual de los árboles y su resistencia a sequía y plagas, pero puede disminuir la productividad del sistema en su conjunto si el aumento en el crecimiento individual no compensa la disminución en el número de árboles. En sistemas donde la cantidad de madera producida es uno de los objetivos principales (ej. para la industria del papel, triturado, bioenergía), este tipo de manejo puede no ser adecuado en términos económicos. Se desprende entonces que estos sistemas que requieren altos volúmenes de madera deben desarrollarse en ambientes con una alta provisión de recursos y bajos riesgos de estrés ambiental. Si esto no ocurre, deben proveerse externamente los recursos adicionales en forma de fertilización y riego, variables que deben ser incorporadas en el análisis económico global. Pero, en sistemas productivos donde la calidad de madera, entendida ésta por calidad para aserrado o debobinado (usos sólidos), justifica ciertas pérdidas en el volumen total, el manejo que apunta a la concentración del crecimiento en pocos individuos de alto porte (y valor) es coincidente con aquel que aumenta la resistencia del individuo a los factores de estrés ambiental. Asimismo, disminuyendo aún más la densidad de plantación, se pueden desarrollar sistemas mixtos de producción (silvopastoriles), que combinan la producción forestal con la ganadera. Estos sistemas tienen, al menos en determinados ambientes, numerosas ventajas desde lo económico y ambiental, constituyendo una opción productiva interesante.

Considerando la *selección de genotipos más adaptados al estrés*, cabe destacar que tradicionalmente el mejoramiento genético forestal no se ha enfocado en este aspecto, sino en criterios de calidad de madera, forma del árbol y productividad. Hoy estas cualidades no alcanzan para garantizar la sustentabilidad de la actividad, por lo que los nuevos objetivos de selección, sin desmedro de los anteriores, deben ser el uso eficiente de los recursos y la resistencia al estrés abiótico (sequía, heladas, salinidad) y biótico (resistencia a plagas). Para ello, es esencial el desarrollo de conocimiento sobre los mecanismos fisiológicos a través de los cuales las distintas especies responden a su ambiente, y dentro de las mismas, la variación que existe entre genotipos, la plasticidad de respuesta dentro de los mismos y la heredabilidad de los caracteres deseados. Los nuevos programas de mejoramiento genético requieren así enfoques multidisciplinarios, que permitan incorporar los desafíos de producir en cantidad, con calidad para fines industriales, pero a la vez, con resistencia a estrés ambiental y un uso eficiente de los recursos del medio para minimizar su impacto en los mismos.

*En síntesis, la sustentabilidad en la producción forestal, así como en otras actividades productivas, requiere, entre otras cosas, de conocimiento que permita la toma de decisiones a distintas escalas espaciales y temporales, y por parte de distintos actores. En la Argentina, se viene trabajando en estas líneas desde hace algunos años, con el compromiso de contribuir al desarrollo de la sociedad sobre la base de actividades productivas rentables pero aplicadas con una visión responsable para con el medioambiente y adaptadas al desafío que impone el cambio climático global.*