



Las inundaciones: mitigar o remediar

Por Mario Alfredo Galetti

Octubre, 2014

Frente a este problema, estos dos términos presentan diferencias conceptuales. Mientras la mitigación, es el conjunto de medidas tomadas con anticipación, para minimizar impactos ambientales negativos, la remediación en cambio, significa "dar remedio", con el objeto de poner las tierras en situación de darles un nuevo uso y puesta en valor. Es la representación de un medio en otro. (*Figura 1*)



Figura 1. El mismo paisaje con dos representaciones.

Para ambos casos, la forestación con especies apropiadas, se presenta como una alternativa factible de llevar a cabo con los desafíos técnicos que ello implica en cada caso en particular.

La cubierta arbórea a gran escala localizada en sitios estratégicos, a medida que crece incrementa el volumen del vuelo (follaje) y por ende la evapotranspiración, esto activa en forma progresiva un mecanismo de bio-drenaje (*Figura 2*) que incide en el manejo del flujo de agua subterránea.

Al respecto existen experiencias en nuestro país a menor escala y otros países, con buenos resultados para resolver problemas de inundación, salinización de suelos y elevación del nivel freático.

La correcta elección de sitios a implantar es de suma importancia, donde tanto la calidad como la cantidad del flujo de agua subterránea, debe establecerse por técnicas científicamente probadas.

De esta manera, se aborda la problemática de las inundaciones bajo una visión global de la geografía física y ambiental, que permite reconocer con claridad la importancia de entender la interacción entre agua subterránea, agua superficial, vegetación y suelo, así como las implicaciones sociales y económicas, de la implementación de prácticas agropecuarias y forestales que incidirán en el paisaje.

Una película repetida

En ciclos de 10 a 12 años se producen períodos de mínimas y máximas de lluvias; unas y otras tienen sus efectos negativos en la evolución de la actividad agropecuaria. Los dos extremos causan pérdidas cuantiosas, anulan el esfuerzo de los meses anteriores y distorsionan las planificaciones de la rotación de los cultivos. Si bien los efectos de las sequías pueden ser atenuados mediante la utilización de forrajes conservados, en cambio, los excesos de lluvias producen inundaciones en las zonas bajas, en las hoyas naturales o en las cuencas de recepción.

En 1960/61 hubo abundantes lluvias en la pampa húmeda, con grandes inundaciones por el alud de aguas de las zonas más altas que destruyeron zonas cultivadas y atrasaron la preparación de las tierras en uno, dos ó más meses.

Aproximadamente diez años después, en la campaña 1970/71, se repite el ciclo y se producen sequías e inundaciones. El historial continúa hasta el presente.

Las autoridades de turno, a solicitud de los productores afectados, solo atina a enviar delegaciones técnicas para evaluar y constatar la magnitud del desastre, declarar zona de emergencia tal o cual región de la provincia de Buenos Aires, que sólo favorece al productor para los fines crediticios, pero que no constituye una solución integral y definitiva, pues indefectiblemente se repetirán los ciclos de mínimas y máximas de lluvias después de cierto tiempo.

La canalización y desagües, las obras de endicamientos o tajamares efectuadas en varios puntos para frenar el avance de las aguas, no son soluciones agronómicas, los canales llevan millones de metros cúbicos de tierra fértil al mar y los endicamientos, si bien forman espejos de agua de cierta superficie donde pueden efectuarse siembras de alevinos o formar centros de esparcimientos, son de vida útil limitada para sus fines específicos, pues la capacidad de recepción disminuye en períodos relativamente cortos a raíz del embancamiento producido por la sedimentación de los materiales en suspensión.

Obras que han costado grandes inversiones pierden su finalidad en pocas décadas. El exceso de agua no debe perderse en el mar; se debe almacenar en el subsuelo para las épocas de sequía; tampoco el sedimento depositado por las crecientes debe llenar los tajamares.

En Buenos Aires las zonas azotadas por las inundaciones corresponden a:

- La Depresión del Río Salado, que ocupa el centro-este de la provincia y desemboca en la Bahía de Samborombón. Las ciudades de Dolores, Maipú, Rauch, Saladillo, 25 de Mayo, Bragado, Chivilcoy, Mercedes, Cañuelas, Brandsen, Chascomús, bordean a esta depresión y sus regiones son las más afectadas por las aguas provenientes de zonas altas desde Junín y las serranías bonaerenses. La región noroeste de la provincia de Buenos Aires denominada Pampa Arenosa, se integró artificialmente a la Cuenca del río Salado (170.000 km²) mediante canales que unen el complejo lagunar Hinojo-Las Tunas, con el río Salado.
- Las encadenadas del Oeste, conformadas por las lagunas de Epecuén, Venado, del Monte, Cochicó y Alsina ubicadas en los partidos de Adolfo Alsina y Guaminí.

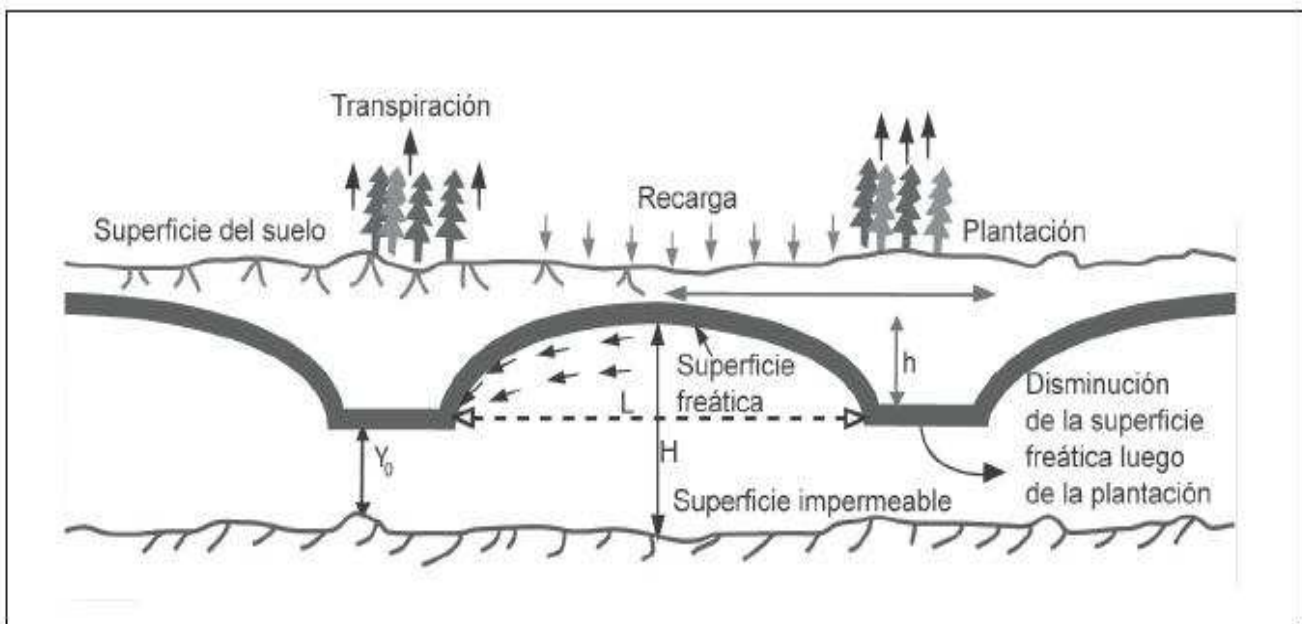


Figura 2. Esquema de funcionamiento del bio-drenaje (adaptada Heuperman *et al.*, 2002).

¿Por qué forestar?

Los vegetales toman agua del suelo con sus raíces y merced a la energía solar, realizan sus actividades fisiológicas y evapotranspiran gran parte del agua absorbida. Algunas plantas evapotranspiran hasta 5 gramos de agua por decímetro cuadrado de superficie foliar, por hora. Además, algunos árboles como pinos y eucaliptos, interceptan en el follaje hasta el 30 % del total de lluvias moderadas, disminuyendo el escurrimiento superficial.

Ante abundancia de agua, un árbol puede evapotranspirar centenares y aún miles de litros diarios en un día caluroso y ventoso. Tal es el caso de los eucaliptos. A tal punto que uno de los principales inconvenientes observados por diversos investigadores en bosques de eucaliptos de zonas bien drenadas (por ejemplo el Este de la Rep. Oriental del Uruguay), es que han deprimido la napa freática como para dificultar otras actividades.

Estudios realizados en Nigeria, indican notables mermas en la escorrentía superficial, en algunos casos superiores al 20 % en áreas forestadas con *Eucalyptus globulus*, comparado con pinos y con pastizales naturales. En la India, los mayores cuestionamientos motivados por las importantes plantaciones de Eucaliptos se deben a su impacto sobre el agua subterránea, llegando a denunciarse la inutilización de plantas de bombeo por descenso del agua freática.

Un estudio realizado por INTA, sobre la estimación de los consumos de agua en dos plantaciones (adultas de 8 años y joven de 2 años) de *Eucalyptus dunnii* ubicada en Oliveros, provincia de Santa Fé, obtuvo datos muy elocuentes. En la experiencia, se realizaron observaciones meteorológicas, con frecuencia diarias y los contenidos de humedad hasta dos metros de profundidad, una vez al mes.

Se concluyó que el 76.8 % de la precipitación corresponde a la evapotranspiración real del eucalipto medida en el campo, independientemente de las condiciones climáticas y además los árboles extrajeron agua por debajo de la profundidad de raíces, debido principalmente al flujo por ascenso capilar desde capas más profundas y húmedas (Rébori, M.G.- 2007).

En suma, los árboles y en particular los Eucaliptos, son muy importantes en la evaporación del agua subterránea constituyendo un sistema natural de bombeo, denominado como bio drenaje.

Dónde forestar en el caso de las Encadenadas

a) Debería estudiarse la realización de líneas de forestación hacia el oeste y noroeste de las Encadenadas, para interceptar el flujo subterráneo en manto proveniente desde los extensos campos arenosos de ese sector.

b) Forestar con especies apropiadas los faldeos de las sierras y las porciones de las cuencas de los arroyos que están por encima de los 200 m y que drenan hacia las encadenadas. Esto interceptaría parte de la lluvia en el follaje y en el suelo, y también favorecería la infiltración, disminuyendo los picos del flujo superficial hacia las lagunas luego de lluvias importantes. Si bien la mayor infiltración aumentaría el flujo subterráneo, éste sería interceptado por la forestación aguas abajo.

c) Debería forestarse donde es importante el flujo hídrico subterráneo hacia las lagunas. Esto es, por ejemplo, la porción inferior de los valles de los arroyos que bajan desde las Sierras australes.

d) Además, la adecuada forestación de un porcentaje de todas las regiones mal drenadas del resto de la provincia, permitiría aumentar la capacidad de absorción de los acuíferos subterráneos en todo momento.

En suma con todo ello por un lado disminuiría el flujo superficial después de cada lluvia, dado el poder de retención de los bosques. Por otra parte, se mantendría un nivel freático relativamente deprimido en toda la región, aumentando la capacidad de infiltración, esto funcionaría como un pulmón que permitiría retener mayor cantidad de agua en el subsuelo durante la lluvia. Este efecto podría alcanzar una magnitud tal, que llegue a eliminar el flujo subterráneo hacia las cuencas sin salida al mar.

Defensas forestales en la Depresión del Río Salado

La intensidad de este alud puede disminuirse o anularse con la formación de defensas forestales. El árbol colocado en terreno en pendiente forma con sus raíces diques naturales que favorecen la penetración del agua y retarda el escurrimiento hacia las zonas bajas.

Las periódicas inundaciones en la cuenca del Salado adquieren caracteres catastróficos por el alud que baja de regiones más altas al no encontrar el obstáculo natural de bosques; por eso las defensas

forestales deben proyectarse formando arcos concéntricos perpendiculares a la pendiente. Tomando como base la Bahía de Samborombón, se deben proyectar arcos cuya separación descenderá hacia arriba, pues es necesario disminuir la velocidad del alud, que se inicia en las zonas altas y se acrecienta con la pendiente.

En visión panorámica las defensas forestales propuestas se presentan como arcos continuos concéntricos, abiertos hacia el mar. Pero las defensas no deben ser continuas, sino macizos alargados de 800 a 1000 metros de largo por 60 a 70 metros de ancho, formados por hileras de árboles cuya densidad de plantación podrá variar, según las especies forestales elegidas, de 3 a 6 metros en plantación alternada, separadas lateralmente en 500 metros. Las defensas en arco deberían estar separadas en 1000 metros en las zonas de fuertes pendientes y esa separación debe aumentar en 2 a 3 km al acercarse al centro de la hoya. Para facilitar la penetración del agua al subsuelo se aconseja mantener bien cultivada un ancho de 100 m pendiente arriba de las defensas.

En caso de forestar con casuarinas el total de plantas es de 60 millones de plantas y con eucaliptos 252 millones.

Las especies forestales elegidas deben ser preferentemente de hoja perenne para protección permanente, de raíces profundas y ramificadas, para mayor anclaje; de rápido crecimiento resistentes a las inundaciones durante los primeros años. También caducas de rusticidad comprobada, que se adapten al medio imperante.

Las especies sugeridas son:

- *Casuarina cunninghamiana*. Es una planta rústica, de follaje compacto, raíz pivotante y ramificada; la distancia de plantación debe ser amplia para no perder ramificación lateral de sus raíces o sea de 6 x 8 a 6 x 10 metros.
- *Eucalyptus camaldulensis*, *E. rudis*, *E. umbellata* y *E. viminalis*. Se comportan bien en esta región y el distanciamiento sugerido es de 3 x 3 m. Cabe aclarar que en general los eucaliptos no adquieren buen anclaje y tienden a caer en la edad adulta, especialmente si ha estado bajo el efecto de inundaciones.
- *Acacia melanoxylon*. Si bien no adquiere el crecimiento en altura de las anteriores, puede utilizarse para esta finalidad.
- *Salix nigra* cv "Alonzo nigra 4 INTA". Es un clon de sauce muy apropiado para forestar los sitios con agua permanente denominados "bajos dulces con espadaña". Es de follaje caduco. Posee gran rusticidad y adaptabilidad al medio. Presenta un agresivo sistema radicular lo que le brinda gran sobrevivencia y poder de colonización del área forestada. Follaje caduco.
- *Salix matsudana* x *Salix alba* – clon 1344. Es otro clon de sauce de mayor rusticidad que el anterior adaptado para sobrevivir en suelos denominados como "bajo dulce" que presentan la particularidad de secarse durante la temporada estival. Follaje caduco.

Beneficios complementarios de la forestación

Beneficios económicos

La forestación bien estudiada no atenta contra las tareas agropecuarias. Primero, porque sólo debería forestarse un porcentaje a establecer mediante estudios adecuados; en una primera aproximación y como prueba piloto, éste podría oscilar entre el 10 % y el 20 % de las superficies inundables. Por otra parte, los campos bajos, actualmente fáciles de inundar o de encharcar, históricamente útiles sólo para ganadería extensiva en el mejor de los casos, podrían mejorar y adaptarse para labores más redituables.

Paralelamente, la forestación demanda mano de obra intensiva, tanto en viveros como en el manejo del bosque, por lo que sería una fuente de trabajo importante. Además produce materias primas cuyos productos elaborados tienen demanda nacional y mundial: maderas diversas con las especies de eucaliptus en las zonas más elevadas; maderas para pulpa y papel con aquellas especies blandas adecuadas a las áreas más bajas; leña y carbón de leña.

Así la forestación tendría un efecto multiplicador sobre la economía provincial, generando diversas industrias complementarias: aserraderos, fábricas de elementos de madera (muebles, puertas, ventanas, etc.), fábricas de aglomerados para utilización de virutas y aserrines, fábricas de pulpa y papel; fabricación de carbón de leña. Y todo esto abriría una perspectiva nueva a las exportaciones no tradicionales.

Otros beneficios ambientales

Además de la potencial solución al problema de las inundaciones se generarían otros beneficios ambientales, importantes no sólo para la provincia, sino para el planeta. Es sabido que la biomasa de los vegetales está formada principalmente por compuestos de carbono (celulosa, azúcares, almidones, etc.) Para producirla toman dióxido de carbono de la atmósfera y lo combinan con otros elementos químicos, gracias a la energía recibida del sol.

Mientras mas árboles existan, mayor cantidad de dióxido de carbono tomarán de la atmósfera. Así contrarrestarán, al menos en parte, el potencial calentamiento mundial en virtud del conocido efecto invernadero. Pero además debe tenerse en cuenta que la quema de combustibles fósiles (carbón de piedra, petróleo, gas natural) introduce en la atmósfera un enorme volumen de dióxido de carbono que estuvo sepultado en el subsuelo terrestre durante millones de años.

Entonces la sustitución parcial de esos combustibles por carbón vegetal y por leña establecería un ciclo cerrado para una parte del dióxido de carbono: por un lado la quema de leña y leña lo liberaría a la atmósfera y por otro lado la forestación lo tomaría de la misma. Ello disminuiría la actual tendencia en el incremento de ese gas en la atmósfera. De ese modo disminuiría el efecto invernadero y el potencial calentamiento futuro de la atmósfera. Esto es uno de los puntos básicos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en la lucha contra la emisión de dióxido de carbono.

El pronóstico climático indica que si durante el corriente siglo ocurre un acentuado calentamiento atmosférico mundial, las lluvias podrían incrementarse aún más en la provincia de Buenos Aires. Entonces, puede verse que cualquier forestación a su vez ayudaría a que las lluvias no aumenten al ritmo posible.

Consideraciones finales

Como crítica hay quienes pueden argumentar que históricamente la forestación fue una actividad poco rentable en la Provincia de Buenos Aires, debiendo ser subsidiada por el Estado. Pero en la misma línea de argumentos debe pensarse que el Estado ha subsidiado con sumas fabulosas, más de un siglo de lucha contra las inundaciones; y aún no hay resultados.

Por otro lado podrá argumentarse que durante períodos prolongados de falta de lluvias, la forestación produciría un efecto indeseable al disminuir las reservas de agua subterránea. Este tema deberá analizarse detenidamente, pero no escapa a las consideraciones efectuadas.

La forestación deberá ordenarse bajo criterios silvícolas bajo la óptica económica ambiental. No será el caso de plantar un bosque y dejarlo librado a su destino natural. Para que el mismo funcione como efectivo bombeador a agua y produzca beneficios económicos extra produciendo biomasa útil (maderas, fibra para papel, leña, etc.) el bosque deberá ser cuidado desde sus inicios, con podas adecuadas y con aprovechamientos oportunos.

Como la tala es panificable en el tiempo, entonces en función del crecimiento constatado en los bosques y para no afectar su acción evaporante, deberá planificarse adecuadamente el momento en que se deberá reforestar. Además, ante episodios prolongados de sequías que pudiesen disminuir en exceso la reserva de agua subterránea, podrán talarse cantidades adecuadas de árboles en función de la acción evaporante del bosque.

A partir de experiencias en el terreno que arrojen datos fidedignos, es pertinente sugerir para futuros análisis, la modelación de las prácticas de bio drenaje, en combinación con la de obras de infraestructura a nivel regional, tal como las consideradas en el Plan Maestro de la Cuenca del Río Salado (1999, 2006), con el objetivo de visualizar el impacto en el diseño y dimensión de la red de canales a nivel regional, de la disminución de los costos en dichas obras de infraestructura, externalidades negativas de las mismas, como así también los beneficios en los servicios ambientales de prácticas como el bio drenaje.

En tal sentido, es fundamental conocer los beneficios que el uso conjunto de canalizaciones, silvopastoreo y forestación podría aportar a la región afectada. La búsqueda de soluciones al problema debe ser motivo de más y mejores estudios interdisciplinarios de factible concreción para quienes están trabajando seriamente en el tema.

Tras un siglo largo de caminar en una dirección, sin haber avanzado un paso, tal vez sea el momento de intentar otro rumbo.