

Restauración ecológica de riberas
Manual para la recuperación de la vegetación
riberaña en arroyos de la Selva Lacandona

Paula Meli y Valentina Carrasco-Carballido



Corredor Biológico Mesoamericano México
Serie Diálogos / Número 5



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad



Restauración ecológica de riberas
Manual para la recuperación de la vegetación
ribereña en arroyos de la Selva Lacandona

Paula Meli y Valentina Carrasco-Carballido

Serie Diálogos / Número 5



Juan Rafael Elvira Quesada
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

José Sarukhán Kermez
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Coordinador Nacional

Pedro Álvarez Icaza
Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos
Coordinador

Xochitl Ramírez Reivich
Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos
Directora

Raúl Herrera Massieu
Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos
Especialista en divulgación de Corredores Biológicos

Colección Corredor Biológico Mesoamericano México

■ Conocimientos ■ Acciones ■ Diálogos

Para mayor información sobre éste y otros temas relacionados con el Corredor Biológico Mesoamericano México consultar www.biodiversidad.gob.mx/cbmm
Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad de sus autores y pueden no coincidir con las de la CONABIO.

Coordinación editorial: ROSALBA BECERRA
Revisión de textos: LUZ ELENA VARGAS
Formación electrónica: BÁRBARA RAMÍREZ
Ilustraciones de portada: JESÚS SALCEDO
Cuidado editorial: TRAZOS, CONSULTORÍA EDITORIAL

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Liga Periférico Insurgentes Sur 4903
Col. Parques del Pedregal
14010 Tlalpan, México, D.F.
Tel. (55) 5004 5000 / (55) 5004 4939
<www.conabio.gob.mx> <www.biodiversidad.gob.mx/cbmm>

ISBN 978-607-7607-43-4

México, 2011

PRESENTACIÓN

Evitar la pérdida de la diversidad biológica y sus servicios ambientales es uno de los mayores retos que deberá enfrentar la humanidad durante el siglo XXI. Detener y revertir las tendencias que provocan dicha pérdida requiere cambios sustantivos en las políticas y tecnologías de producción rural, en la ocupación del territorio, en el uso de los espacios comunes, en el desarrollo de proyectos industriales y turísticos, entre otros complejos procesos.

Sin embargo, cuando los ecosistemas han sido degradados a un punto en el que no pueden retornar a su condición original por sí solos, es necesario implementar actividades de restauración ambiental. Lamentablemente en México existe un enorme rezago para enfrentar correctamente la restauración ambiental. Si bien durante todo el siglo XX se implementaron múltiples acciones de reforestación, estas no alcanzaron los resultados deseados. Resulta imperativo fortalecer las capacidades nacionales para la restauración ambiental que incluya la investigación científica, el desarrollo de tecnologías adecuadas a cada situación, la formación de recursos humanos capaces de entender los problemas ambientales y socioeconómicos de la restauración, la implementación de políticas en áreas críticas degradadas con la finalidad de recuperar parcial o totalmente las funciones originales de los ecosistemas alterados o transformados, entre otros elementos.

Este manual es una contribución a este complejo tema. Pretende brindar algunas recomendaciones para la restauración ambiental de uno de los ecosistemas menos comprendidos y atendidos: la vegetación de riberas de arroyos y manantiales.

Las autoras, egresadas de la primera generación de la maestría en restauración ambiental que ofrece la UNAM, han recopilado y sistematizado la información generada durante cinco años de trabajo en este tema en el seno del “Programa de conservación, manejo y restauración de los ecosistemas naturales de la cuenca media del río Usumacinta” que lleva a cabo Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. en la Selva Lacandona. La aplicación de resultados de estas investigaciones ha sido implementada junto con los productores y campesinos, quienes participan en la toma de decisiones para las mejores opciones para restaurar los ecosistemas ribereños.

El manual describe los problemas y limitaciones cuando se quiere restaurar las riberas y al mismo tiempo brinda opciones para la selección de las herramientas más adecuadas en cada caso. Presenta un listado de especies con uso potencial para la restauración, y recomienda cómo sembrar y disponer estas especies en distintas situaciones.

Esperamos que esta información, resultado del trabajo en grupo y de manera participativa, sea de utilidad para todos aquellos que tienen el interés de recuperar sus ecosistemas naturales, tanto en la Selva Lacandona como en otras regiones tropicales.

JULIA CARABIAS

CONTENIDO

Presentación	3
La Selva Lacandona	7
Cómo se mantiene y regenera la selva y la vegetación de las riberas	7
La importancia de los arroyos y de la vegetación ribereña	10
La degradación de los arroyos	11
Un proyecto básico de restauración ambiental	13
Diagnóstico	14
Objetivos de la restauración	15
Herramientas para la restauración	17
Definición de metas	34
Seguimiento de las actividades de restauración	34
Documentación y comunicación de los resultados	36
Listado de especies recomendadas para la restauración de riberas en la Selva Lacandona	37
Arreglos de especies	47
Vega del río Lacantún	49
Arroyos permanentes dentro de parcelas agrícolas	51
Arroyos permanentes dentro de potreros	53
Arroyos temporales o muy pequeños	55
Cercas vivas y antiguanado	56
Comentarios finales	57
Bibliografía	59
Glosario	61



Foto: Javier de la Maza

LA SELVA LACANDONA

La Selva Lacandona se encuentra en el sur del estado de Chiapas, en el sureste de México, casi en la frontera con Guatemala. Es una de las regiones más importantes de nuestro país, ya que en ella se encuentran las últimas grandes extensiones de selva tropical húmeda. La Lacandona contiene la mayor diversidad biológica de todo el país, es decir, es en la que vive la mayor variedad de especies de flora, fauna y microorganismos que habitan en México. En la Lacandona habita el 20% de todas las especies del país, incluyendo casi la mitad de las aves y las mariposas diurnas, la tercera parte de los mamíferos, el 14% de los peces de agua dulce y el 10% de todas las especies de plantas.

Además, la selva brinda diferentes beneficios a la sociedad, en general, y a los habitantes locales, en particular. Algunos de estos beneficios son directos, como la extracción de agua, alimentos, medicinas, fibras, madera, y otros no son tan claramente perceptibles, mas son indispensables para el desarrollo y el bienestar de la sociedad. Por ejemplo, las selvas regulan el ciclo del agua, las copas de los árboles ayudan a que el agua de lluvia se filtre en el suelo y no se pierda por escurrimiento, dan sombra y evitan que el agua se evapore, regulan el clima, las raíces sostienen el suelo evitando la erosión, entre muchos otros. A estos beneficios se les nombra servicios ambientales.

Cómo se mantiene y regenera la selva y la vegetación de las riberas

La *regeneración natural* es una secuencia de etapas por las que va pasando la vegetación de la selva. Cuando uno o varios árboles se caen, se forma un claro en la selva, donde las condiciones ambientales son muy diferentes a las del interior: hay mucha más luz, más calor y menos humedad. También cambia un poco la condición del suelo. Nuevas especies llegan y se establecen en el claro, especies que prefieren estas nuevas condiciones ambientales. A medida que estas especies crecen, las condiciones ambientales vuelven a cambiar, vuelve a haber menos luz y más humedad debajo de estos árboles, y estos son reemplazados por nuevas especies. Esta situación no cambiará mientras no ocurra otro disturbio, es decir, mientras no se vuelva a formar un claro (figura 1).



a)



b)



c)





d)



e)



Ilustración: Jesús Salcedo

Figura 1. La regeneración natural es un proceso normal de la selva que ocurre cuando algún árbol se cae o se rompen algunas ramas, y se forma un “claro” en el que cambian las condiciones ambientales. En este proceso ocurre un recambio de especies. a) La selva madura; b) Se caen algunos árboles viejos o por una tormenta, y forma un claro; c) Algunas especies comienzan a germinar y establecerse; d) Estas especies crecen y modifican las condiciones ambientales (aumenta la sombra y la humedad). Debajo de ellas comienzan a crecer especies de selva madura; e) Las especies de selva madura sobrepasan a las primeras especies y el claro de la selva se vuelve a cerrar.



La importancia de los arroyos y la vegetación ribereña

La selva no está formada solo por plantas y animales; en ella, y como sustento de estas formas de vida, encontramos tierra, agua y aire. En el caso de la Selva Lacandona, son componentes importantes el río Lacantún y todos sus arroyos, ya que ayudan al mantenimiento natural de la selva: acarrean nutrientes para el suelo y son la fuente de agua para las plantas. Además, en los arroyos anidan y se reproducen la mayoría de los peces; por último, los seres humanos usamos también el agua para beber, bañarnos, lavar, proveer al ganado y pescar. Por esto resulta de suma importancia que estos ecosistemas permanezcan conservados y protegidos.



La vegetación de las riberas bien conservada tiene muchos árboles y produce mucha sombra, por esto protege y alimenta al arroyo y su fauna. Arroyo en Marqués de Comillas.

Foto: Paula Meli



La degradación de los arroyos

La selva se degrada cuando sus elementos se alteran o se pierden como resultado de una actividad humana. Por ejemplo, cuando cambian las plantas y los animales que viven en ella, se degrada el suelo o se afecta la calidad del agua. Si la alteración no es muy intensa, el desequilibrio puede ser transitorio y la selva se puede recuperar por sí sola; pero cuando el daño es muy intenso —por ejemplo, cuando se deforestan grandes extensiones o el suelo se usa muy intensamente y se degrada—, entonces las selvas pierden su capacidad natural de recuperación y es necesario aplicar algunas técnicas para su restauración.



ARRIBA Un arroyo sin vegetación ribereña se degrada muy rápido. Cada vez tiene menos agua y menos peces y sus bordes se erosionan.

Arroyo en el Ejido Loma Bonita
ABAJO Crecido, el río Lacantún tiene mucha fuerza. Sin vegetación ribereña, el río arrastra bloques de tierra y la orilla del río se erosiona con gran rapidez.

Ribera del río Lacantún.

Fotos: Paula Meli





La pérdida de vegetación en las orillas de arroyos y ríos (vegetación ribereña) implica la ausencia de sombra y de hojas que caen en el agua, lo cual cambia la composición química de ésta y el aumento de su temperatura, situación que daña a los peces. La carencia de árboles ocasiona que haya menos sitios para la alimentación y anidación de los peces. En casos extremos, algunos arroyos y manantiales se secan o se azolvan por erosión del suelo. Cuando surgen estos problemas, es necesario aplicar acciones de restauración ambiental.

UN PROYECTO BÁSICO DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Aunque no existen recetas únicas para restaurar un ecosistema, hay algunas recomendaciones generales que se puede tener en cuenta, basadas en la teoría y en las experiencias acumuladas de intentos previos por restaurar diferentes ecosistemas del mundo. La restauración ambiental es una estrategia que puede estar compuesta por una o varias herramientas, que utilizaremos dependiendo del río o arroyo y de sus problemas de degradación. El desarrollo de un buen proyecto de restauración implica considerar algunos factores que permitirán tomar las decisiones más adecuadas al momento de planear las actividades, al llevarlas a cabo, y después, al valorar si estas actividades fueron adecuadas. Un proyecto de restauración consta de las siete etapas que se muestran en la figura 2.

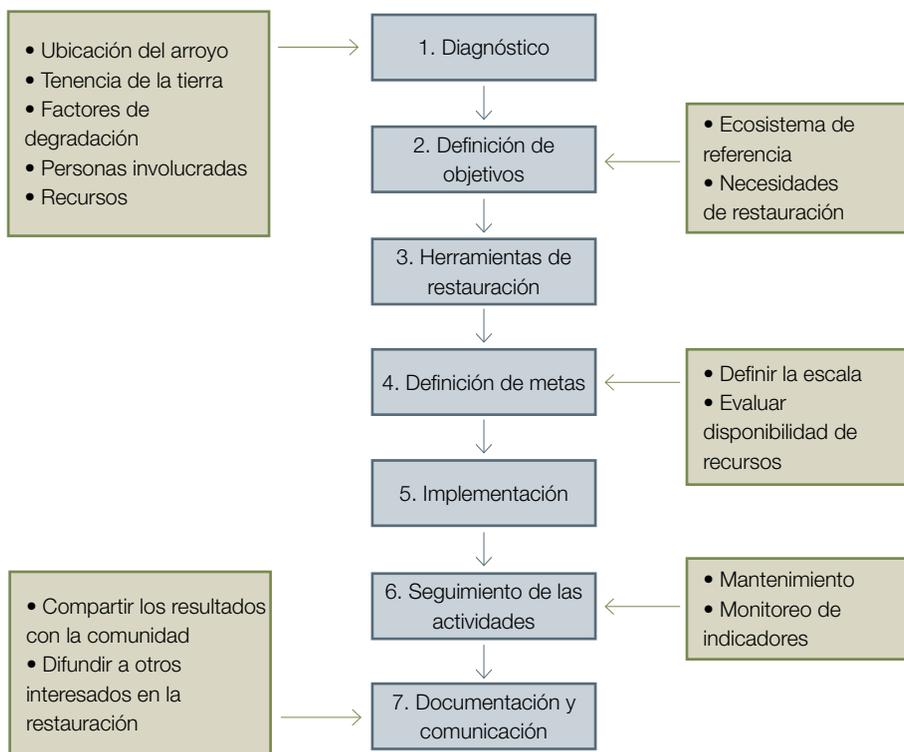


Figura 2. Esquema de las etapas de la restauración. En los apartados siguientes se explican las siete etapas.



Diagnóstico

El primer paso es realizar un diagnóstico de la situación del arroyo que queremos restaurar para poder definir las herramientas de restauración ambiental más adecuadas y así ir resolviendo los problemas. Las preguntas que debemos hacernos en este diagnóstico son las siguientes:

¿DÓNDE ESTÁ UBICADO EL RÍO O ARROYO?

La ubicación del arroyo dentro del paisaje es muy importante, pues esto determinará qué tipo de actividades se deben realizar. Su cercanía a un sitio conservado abre la posibilidad de que, de forma natural, lleguen nuevas semillas al sitio y puedan germinar. Si, por ejemplo, nuestro arroyo está cerca de un manchón de selva podemos tener una idea de qué semillas podrán llegar de manera natural y así decidir qué especies o semillas utilizar en la restauración, para “ayudarles” a llegar al sitio. Sin embargo, a veces hay sitios que aunque están muy cerca de la selva, las semillas no llegan, o bien las que llegan no prosperan porque el sitio está muy degradado.

¿QUIÉNES SON LOS DUEÑOS DE LA TIERRA?

Saber quién es el dueño del arroyo que se quiere restaurar es un punto clave para la toma de decisiones. Si se está trabajando en tierras comunitarias o ejidales, es imprescindible considerar las necesidades y requerimientos de la población local.

En el caso de ríos, siempre están involucrados varios dueños, por lo que el trabajo comunitario es clave para la implementación de las acciones de restauración.

¿CUÁLES SON LOS FACTORES QUE DEGRADAN EL SITIO?

La degradación del arroyo depende principalmente del tipo de uso que se le haya dado, principalmente a sus riberas, y las consecuencias de este uso: si han sido deforestadas, sembradas con pastizal o con milpa, entre otros. Asimismo, se debe evaluar el nivel de degradación del arroyo, el grado de erosión del suelo, la presencia de semillas en el suelo, la presencia de especies introducidas o invasoras, la vegetación que rodea al arroyo y el uso que se le da actualmente al suelo. A partir de estas consideraciones es posible evaluar si será necesario



alambrar el arroyo, recolectar semillas o plantas para trasplantar, descompactar el suelo, entre otros (figura 3).

¿CUÁLES SON LAS PERSONAS O COMUNIDADES INVOLUCRADAS?

Es necesario involucrar a todos los interesados en todo el proceso de restauración (planificación, operación y monitoreo) de un arroyo o manantial. Esto resulta clave para obtener acuerdos y así, asegurarnos de que en el futuro nuestro proyecto de restauración no falle ni sea abandonado por desinterés de la gente.

¿CON QUÉ RECURSOS CONTAMOS PARA RESTAURAR?

Resulta necesario evaluar los recursos con que contamos para desarrollar la restauración; además de los financieros y humanos, hay que considerar los referentes a infraestructura, tecnología, información y de tiempo. La información previa sobre el sitio, por ejemplo, conocer con detalle qué especies crecen naturalmente en el sitio, permitirá hacer más eficiente la restauración de un sitio degradado, pues no tendremos que destinar recursos a averiguarlo.

Objetivos de la restauración

Los objetivos de la restauración deben ser concretos y estar claramente definidos ya que son el parámetro con base en el cual decidiremos qué herramientas de restauración usar. Es importante determinar el *ecosistema de referencia*, es decir, el ecosistema que queremos lograr en el sitio. En el caso de arroyos o

La participación comunitaria en la definición de las necesidades de restauración y de los planes a seguir es crucial para lograr acuerdos entre los interesados sobre cómo conservar y restaurar sus arroyos o riberas.

Asamblea ejidal en Loma Bonita.

Foto: Paula Meli



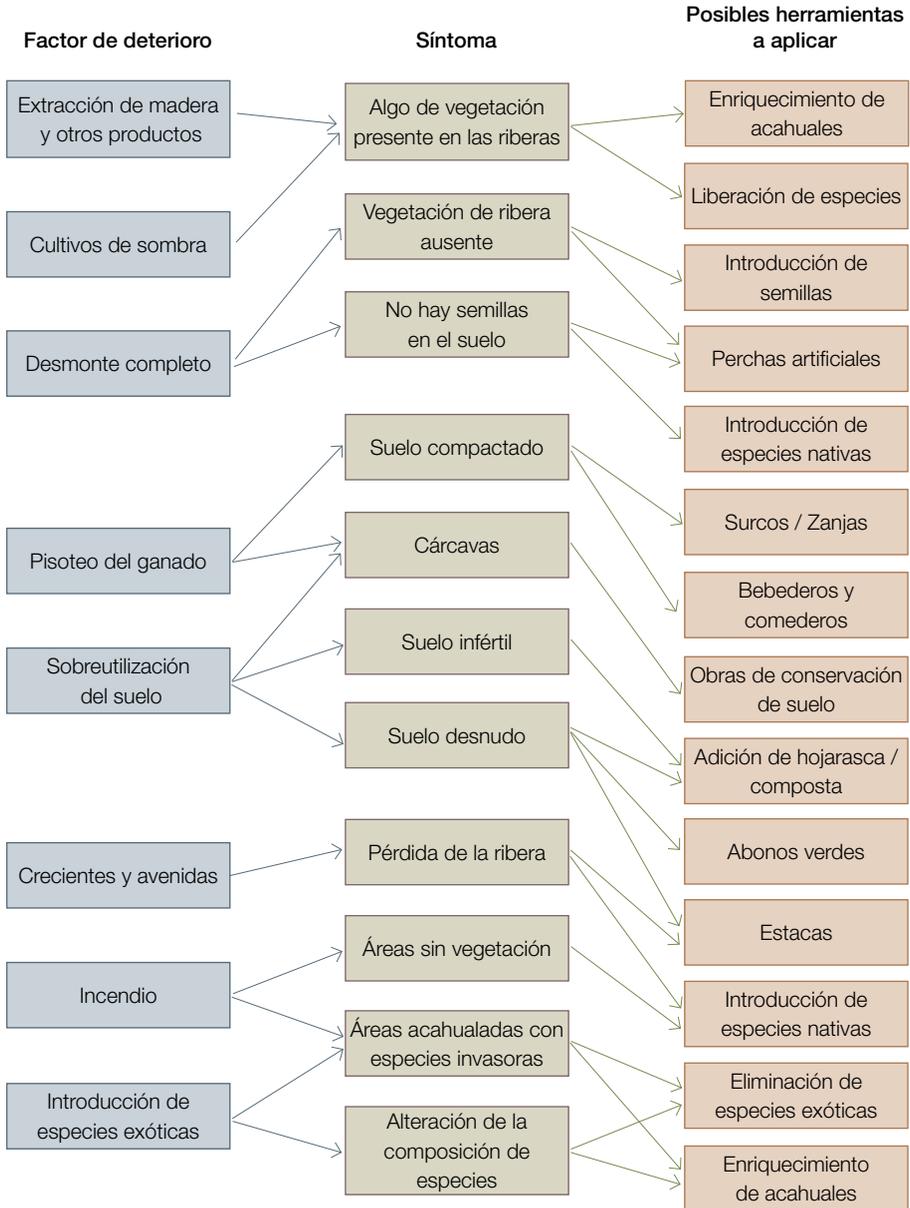


Figura 3. Los factores de degradación pueden ser diversos. Hay que tener en cuenta cuáles son para poder decidir qué hacer en el sitio.



manantiales degradados, el principal objetivo siempre será restablecer la presencia de árboles nativos de la selva para lograr la recuperación de la vegetación y las condiciones originales naturales.

Herramientas para la restauración

CONSTRUCCIÓN DE PRESAS PARA LA RETENCIÓN Y FORMACIÓN DE SUELO

Para conservar y restaurar suelos se pueden construir diferentes obras a partir de distintos materiales y diseños, adaptados principalmente al tipo y tamaño del arroyo, el grado de erosión y las posibilidades de material y mano de obra. Estas obras suelen utilizarse para restaurar arroyos de tamaño mediano o pequeño, en los que podemos construir manualmente presas. Éstas pueden ser de materiales y orientaciones diversas dentro del arroyo, ya sea para retener el suelo, controlar la erosión de la ribera, retener azolve, reducir la velocidad de escurrimiento, estabilizar el lecho, etc. La construcción es variable. Se puede hacer gaviones, presas de mampostería, de costales, de malla ciclónica, y hasta de postes, troncos, ramas o piedra acomodada. También se pueden hacer acomodando material muerto, resultado del uso forestal, formando cordones o terrazas que favorezcan la protección del suelo y la regeneración natural de los árboles.

El tamaño de las presas para la retención de suelo depende del tamaño del arroyo. Lo importante es que filtren el agua y retengan sedimentos que formen suelo.

Foto: Valentina Carrasco Carballido





INTRODUCCIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS

La introducción de árboles nativos es una herramienta muy común dentro de las estrategias de restauración. Puede realizarse a partir de:

- plantas recolectadas de fragmentos remanentes o de acahuals
- siembra directa de semillas recolectadas
- planta producida en viveros
- propagación vegetativa (estacas)
- limpieza y mantenimiento de plantas existentes (véase *Liberación de especies*).

La selección de una u otra actividad dependerá fundamentalmente de las condiciones del arroyo, de las semillas y plantas, de los recursos económicos y materiales y del tiempo con que se cuente.



Selección de especies

Para la selección de especies es necesario considerar no solamente su importancia ecológica, sino también las necesidades de las comunidades. Es recomendable revisar la información disponible sobre las especies nativas, así como consultar a la población local. Algunos de los criterios que se utilizan para seleccionar las especies para la restauración son:



ARRIBA Frutos y semillas de ramón.

ABAJO Frutos y semillas de guapaque.

Fotos: Paula Meli



- Que fijen el nitrógeno en el suelo (leguminosas)
- Que tengan buena capacidad para rebrotar
- Que crezcan rápidamente
- Que resistan condiciones limitantes (inundación, sequía, baja fertilidad, suelos compactados, acidez o salinidad del suelo)
- Que tengan algún valor adicional (económico, ecológico o cultural)
- Que no tiendan a propagarse de manera invasiva
- Que atraigan animales dispersores de semillas (que tenga frutos carnosos)



ARRIBA Los frutos carnosos de árboles como el volador atraen a aves y murciélagos que llevan en su estómago semillas de otras especies, las cuales pueden germinar. CENTRO Los árboles con vaina son de la familia de las leguminosas, como el plumillo. Estas especies mejoran el suelo.

ABAJO Semillas de jobo y de colorín.

Fotos: Paula Meli





Fuentes de semillas

Se deben realizar recorridos de campo para localizar árboles que puedan servir como fuentes de semillas. Hay que localizar árboles que a simple vista se vean sanos y que tengan las características de calidad que buscamos, de acuerdo con cada especie. Es importante elaborar una lista de los árboles seleccionados, asentando su ubicación, identidad, tamaño y la época en la que esperamos encontrar frutos o semillas.

Recolección de semillas

Las semillas son la principal forma de reproducción de la mayoría de las plantas. Cuando se recolecta semillas, es preciso tener en cuenta:

- Utilizar bolsas de papel o manta, costalitos o recipientes no plásticos, todos marcados, para mantener frescas las semillas mientras son transportadas al vivero o sitio de aclimatación.
- Llevar un registro del sitio y de la fecha de recolección y, si es posible, apuntar el árbol del cual se recolectó. Esto permite anticipar la fecha de futuras recolecciones y saber con certezas cuáles son los árboles que proporcionan semillas de mejor calidad.
- Las recolecciones deben llevarse a cabo del mayor número de árboles posible, de preferencia de lugares cercanos al sitio de trabajo, para que las plantas producidas contengan la mayor variabilidad genética. Por esto mismo, es necesario mantener separadas las semillas que se recolectan de cada uno de los diferentes árboles madre.
- Se debe evitar cosechar semillas inmaduras, atacadas por insectos u otros animales, que se vean deformes o dañadas. Es recomendable realizar la recolección directamente de la planta cuando los frutos están maduros, y no del suelo donde ya pueden estar contaminadas.

Germinación y producción de planta

La mayoría de las especies de la selva tropical germinan con rapidez y no necesitan tratamientos previos. Aunque hay algunas que pueden ser almacenadas, la mayor parte de las semillas de las especies de la selva se mueren con gran rapidez, por lo que es necesario sembrarlas en el menor tiempo posible.

Para acelerar la germinación, se puede usar distintos tratamientos. Si no hay información sobre tratamientos que hayan desarrollado otras personas, es



posible experimentar algunos, siempre y cuando se lleve un registro de lo que se hace. Por ejemplo:

- Secar las semillas al sol
- Romper la cubierta de manera mecánica
- Ponerlas en agua caliente (remojo, hervir) por no más de un minuto
- Ponerlas en ácido



ARRIBA Las semillas de algunas especies necesitan ser limpiadas o recibir algunos tratamientos para que germinen más rápidamente.

ABAJO Es necesario dejar a las plantas descansar unos meses antes de ser trasplantadas a la ribera, para que se acostumbren a las nuevas condiciones. Estos sitios pueden establecerse directamente en el arroyo donde se sembrarán. Vivero de Tebanca, A.C.

Fotos: Valentina Carrasco Carballido





Establecimiento de espacios para la aclimatación de las plantas

Las plantas que germinen de esas semillas y que serán trasplantadas a los sitios a restaurar necesitan un tiempo de descanso o aclimatación antes de ser introducidas al sitio degradado, ya que las condiciones ambientales suelen ser muy contrastantes. Este tiempo de descanso y aclimatación no implica necesariamente la construcción de viveros o de otro tipo de infraestructura, sino simplemente la adecuación de sitios naturales, como debajo de un árbol de gran tamaño o dentro de un parche en regeneración. En este caso hay que tener cuidado que el ganado no se las coma.

Disposición espacial de las plantas

La forma en la cual se colocarán las plantas en las parcelas es muy importante. Por ejemplo, se debe tener cuidado de no sembrar muchas plantas de la misma especie juntas, ya que esto puede atraer insectos y otros animales que las pueden atacar. Por esto se recomienda mezclar las especies en un mismo sitio.

Lo ideal es hacer un esquema de la disposición espacial de las plantas, es decir, marcar en un mapa del lugar los sitios exactos en los que se colocará cada planta. En los proyectos de restauración se han utilizado diferentes diseños: en líneas, en grupos, al azar, entre otros. Aunque el diseño espacial dependerá de los objetivos del proyecto y de los árboles preexistentes, el más utilizado es el diseño en líneas (figura 4). Por otro lado, la distancia entre cada planta por sembrar definirá la *densidad* de individuos dentro de la parcela, es decir, el número de individuos por parcela. La densidad depende del tamaño que tengan las plantas al momento de su siembra y de su velocidad de crecimiento.

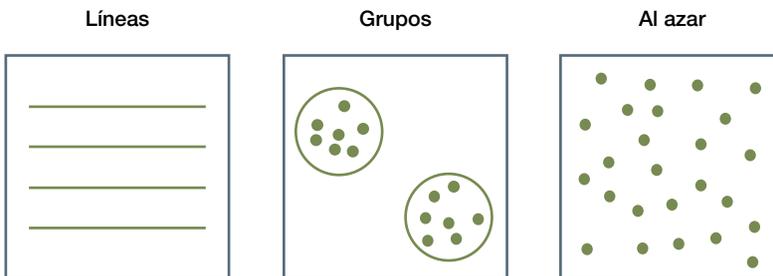


Figura 4. Distintas maneras de sembrar las plantas en la ribera. Cada punto representa una planta o una estaca. En el diseño de líneas, los individuos se colocan sobre las líneas a una distancia previamente determinada.



Transporte hasta el sitio

Durante el transporte las plantas siempre sufren, por lo que hay que tratar de causar el menor daño posible. Si el transporte es en bolsas, deben ser transportadas una al lado de la otra y de pie, no encimar unas arriba de otras. La cantidad de plantas a transportar tiene que ser el número exacto que va a sembrarse, para no arriesgar la supervivencia.



ARRIBA Algunas especies pueden transportarse a raíz libre pero hay que tener mucho cuidado de no dañar la raíz y de que no se desequie. En el transporte de plantas hacia el arroyo pueden ayudar las bestias, lo principal siempre es que las plantas no viajen mucho tiempo y que no se lastimen durante el viaje.

Foto: Alonso Cruz

ABAJO En el trasplante, hay que tener cuidado de no dañar las raíces y de que el suelo esté húmedo para recibir a la planta.

Foto: Paula Meli





Trasplante

Las plantas deben ser trasplantadas a sitios que han sido seleccionados y preparados tiempo antes. Por ejemplo, si el sitio necesita limpieza o chaponeo, estas actividades deben realizarse unos días antes del *trasplante*. Es recomendable cavar el hoyo donde se sembrará el arbolito en el mismo momento del trasplante, para que la tierra esté húmeda y suelta, y también es recomendable hacerlo por la mañana, para que el sol no la reseque. Cuando se dispone de buena tierra, se puede hacer el hoyo del doble del tamaño de la bolsa para rellenarlo con dicha tierra. De esta manera, las raíces tienen mayor materia orgánica. Otra opción es invertir la tierra, es decir, que la tierra que se quita de la parte más profunda del hoyo se coloca por encima de la planta.

La bolsa plástica debe quitarse de la planta con cuidado para no dañar sus raíces. En algunos casos, podrá ser necesario regar las plantas hasta que éstas se afiancen bien en la tierra. Siempre que sea posible, el trasplante debe realizarse en la época de lluvias para favorecer un mejor establecimiento en las parcelas.

Siembra directa

Algunas especies tienen la capacidad de germinar por sí solas en los sitios degradados, un ejemplo de esto es el plumillo. En estos casos, no es necesario germinar la semilla y trasplantar la plantita hasta el sitio, sino que se pueden sembrar directamente las semillas. Con la siembra directa se ahorra el esfuerzo de producir la planta, pero siempre será necesario invertir otro esfuerzo en evitar que las hormigas o ratones se coman las semillas. Una manera de establecer



La preparación para la siembra debe realizarse antes de que lleguen las plantas al sitio.

Foto: Alonso Cruz



especies por *siembra directa* es proteger las semillas sembradas con una malla metálica, la cual se retira del sitio, una vez que la semilla haya germinado.

Mantenimiento

Se deben realizar actividades de limpieza de los sitios con el fin de reducir la competencia por recursos con los pastos y evitar que los bejucos se suban sobre la planta. El mantenimiento también es necesario cuando las plantas pueden ser afectadas por alguna plaga o enfermedad.

CERCAS VIVAS

Algunas especies tropicales tienen la capacidad de rebrotar cuando cortamos una vara de tamaño suficiente y la sembramos. A este tipo de propagación se le conoce como *vegetativa* y se utiliza mucho para construir cercas vivas, en las que los postes son arbolitos nuevos que retoñan y producen hojas, flores y frutos.

El uso de cercas vivas es una herramienta que permite delimitar el terreno y evitar la entrada del ganado; también evita la erosión del suelo, promueve la producción de materia orgánica y, cuando se usan especies leguminosas, fija nitrógeno con el paso del tiempo. Además, tiene beneficios adicionales desde el punto de vista ecológico, ya que se aumenta la diversidad del sitio: ciertas especies de plantas usadas en las cercas vivas poseen frutos que resultan atractivos para los animales dispersores de semillas, los cuales se posan sobre estos árboles y dejan nuevas semillas. También sirve como barrera rompevientos que protege los cultivos.

La limpieza periódica de pastos y bejucos permite que las plantas crezcan mejor. Aquí se ve un arbolito de amate en la ribera del río Lacantún.

Foto: Paula Meli





El método más rápido y eficiente de producir una cerca viva es mediante la producción de estacas. Los detalles sobre la propagación vegetativa se comentaron en el apartado *Introducción de árboles nativos* (página 18). Para establecer cercas vivas, las especies se propagan vegetativamente, es decir: de un árbol cortamos varias ramas, que, luego de descansar unos cinco días, sembramos directamente en las parcelas. La ventaja de esta técnica es que es muy económica y exitosa en supervivencia. En este método, la estaca tiene la misma información genética que el árbol de donde la cortamos, por lo que es muy importante cortar estacas de distintos árboles. Para la propagación de estacas, es importante tener en cuenta:

- Hacerlo solo con las especies que se pueden reproducir bajo este método.
- La época de corte debe ser cuando consideremos que el árbol madre tenga mejores reservas; esto puede ser al inicio de la época de secas o fin de lluvias, pero lejos de las lluvias fuertes, para evitar la pudrición.
- El árbol debe ser vigoroso y sano. Se recomienda cortar la parte baja o media de la rama, por su contenido de reservas de agua y nutrientes.
- La longitud de la estaca puede ser de 15 a 75 cm y el diámetro de 0.6 a 5 cm, aunque también puede ser más grande.
- Debe tener al menos dos nudos; lo recomendable es seis nudos por estaca.
- Quitar las hojas evita que la estaca se deshidrate después del corte.
- Es indispensable cuidar el sentido de las estacas, es decir, no debemos invertir la rama de como estaba en el árbol: la parte que estaba arriba, conservarla arriba y la que estaba hacia abajo, conservarla abajo.
- Se puede realizar un corte recto en la parte inferior y sesgado en la parte superior, lo cual evita que las estacas se pudran durante la época de lluvias. El corte en la parte inferior debe ser justo debajo de un nudo y el superior, a tres centímetros arriba de un nudo.
- En algunos casos es necesario regarlas un poco para que no se sequen.

VIVEROS RÚSTICOS

Cuando hay poca disponibilidad de planta nativa, es recomendable producir las plantas en viveros rústicos, dentro de las mismas comunidades y cerca de las áreas que se quiere restaurar. Haciendo esto, disminuimos la distancia de tras-



ARRIBA Las cercas vivas se usan para separar las parcelas y terrenos y, al mismo tiempo, mantienen la diversidad biológica y pueden atraer a aves con los frutos de sus árboles. Cerca viva de mulato con rebrotes. Ejido Playón de la Gloria.

Foto: Paula Meli

ABAJO Aspecto de un vivero rústico y ordenado. Vivero de la Estación Chajul.

Foto: Alonso Cruz



lado de las plantas y los costos que esto genera, además de generar la posibilidad de capacitación y la transferencia de conocimientos.

Los viveros rústicos funcionan como *módulos demostrativos* de producción de especies nativas para la restauración y pueden ser operados por la misma población local que realiza las acciones. No es necesario que sean de gran tamaño; pueden funcionar en áreas de 100 a 400 m², cercadas con malla de gallinero o ciclónica. Debe haber disponibilidad de agua, acceso para transportar tierra, compostero, un sitio para el llenado de bolsas y alguna estructura para proteger el material de trabajo. Se recomienda construirlos en sitios con una pendiente que no supere 3%, en suelos con buen drenaje y que tengan



además un área sombreada. Esto puede realizarse con tela de malla sombra, hojas de palma o la sombra de otros árboles.

La producción puede realizarse en bolsas plásticas de vivero o en charolas de germinación, dependiendo del tamaño de las semillas, la tasa de crecimiento de las especies y el tiempo que permanecerán en el vivero. Debe organizarse el uso del espacio del vivero, lo cual incluye, siempre, construir soportes para los envases que contendrán las plantas. Se debe considerar un espacio mínimo entre los grupos de plantas en bolsa y entre las charolas para que uno pueda desplazarse entre ellas y mantener el sitio limpio.

El cálculo del esfuerzo de recolección de semillas depende del número de plántulas necesarias para la restauración y del espacio disponible en el vivero;



ARRIBA Siembra en charolas.

ABAJO Siembra en bolsas plásticas.

Fotos: Paula Meli



de modo que se recomienda tener una idea general de las áreas y densidades que tendrán los sitios de trabajo, para planificar la recolección por especie, las tallas de las plántulas y el tiempo que las plantas permanecerán en el vivero.

Las plantas deben ser deshierbadas con frecuencia para evitar la acumulación de materia orgánica y la producción de hongos y plagas que afecten la producción del vivero. Es muy recomendable que el vivero cuente con un registro de los sitios de donde se obtuvieron las semillas o plántulas, así como las fechas de recolección, siembra y germinación. Igualmente, resulta conveniente apuntar el tiempo en el que las plantas alcanzan la altura recomendada para llevarlas al campo. Esta altura dependerá del sitio donde las vayamos a sembrar. Puede ser de 15 a 30 cm, pero si en el sitio hay pastos muy altos, siempre será mejor sembrar plantas más altas, lo más altas posible.

Toda la información registrada por el vivero ayudará en el futuro a mejorar los planes de trabajo y nos indicará qué especies requieren más tiempo en vivero y cuáles necesitan algún tratamiento para facilitar su germinación. El vivero debe contar con una persona que realice todas estas tareas. Esta persona puede ser miembro de la comunidad.

ENRIQUECIMIENTO Y MANEJO DE ACAHUALES

En caso de que en la ribera de un arroyo o en un manantial haya un acahual, podemos hacer un enriquecimiento. Este consiste en introducir especies útiles (frecuentemente de uso forestal) a fin de aumentar la diversidad y el uso potencial del acahual. De esta manera, el valor de uso del acahual aumenta y, por ende, también el interés por protegerlo, conservarlo y usarlo sustentablemente, e incluso, destinarlo a corredor biológico potencial. El enriquecimiento se puede realizar mediante la siembra directa, la introducción de plantas (ver el apartado *Introducción de árboles nativos*), clareos o podas, o mediante la eliminación de especies exóticas, como algunos arbustos o trepadoras, para favorecer el crecimiento de especies ya existentes en el predio. Las especies seleccionadas deberán ser siempre nativas de la región, para favorecer la continuidad de los procesos ecológicos locales.

SISTEMAS AGROFORESTALES

Al proteger un manantial o la ribera de un arroyo podemos combinar las tareas de restauración con otras que brinden alguna utilidad. Los sistemas agroforestales usan la tierra combinando las especies leñosas (árboles, arbustos, palmas,



etc.) con cultivos agrícolas y/o animales, de manera organizada, dentro de las mismas parcelas.

Estos sistemas favorecen la conservación de las masas forestales y garantizan la presencia de una cobertura vegetal que protege al suelo de la erosión y el deterioro, mejora la condición ecológica del mismo, diversifica la producción e incrementa los ingresos. Ejemplos de dichos sistemas son la acuicultura, la apicultura, las plantaciones nativas comerciales, la explotación de productos forestales no maderables y la producción de café, vainilla o cacao.

PROTECCIÓN DE ÁREAS EN REGENERACIÓN

Una herramienta complementaria a las actividades de restauración es la protección de áreas que están en proceso de regeneración, como los acahuales más viejos.

La protección puede realizarse de diversas maneras, ya sea mediante el cercado del sitio, la construcción de cortinas rompevientos, o bien la construcción de brechas cortafuego, dependiendo de las necesidades del sitio y de su ubicación.

LIBERACIÓN DE ESPECIES

En algunos casos, aunque el arroyo esté parcialmente degradado, hay cierta vegetación presente o, por lo menos, algunos arbolitos jóvenes. Cuando estos



La limpieza y el chaponeo de arbolitos ya presentes en el sitio se conoce como “liberación de especies”, y es una herramienta económica de restauración que permite aprovechar la regeneración natural.

Foto: Paula Meli



arbolitos son de especies de nuestro interés, se aprovecha su presencia y se les debe dar mantenimiento para asegurar que lleguen a adultos. Este mantenimiento se denomina “liberación de especies”: los arbolitos son liberados de bejucos y otras plantas que no los dejan crecer.

ELIMINACIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS

A veces, en la ribera, ya sea porque el hombre las sembró o porque crecen solas, están presentes algunas especies exóticas. Estas especies deben ser controladas o eliminadas si queremos lograr que el arroyo regrese a su condición de conservado. La eliminación normalmente se hace de manera manual, ya que el uso de químicos o del fuego tendría efectos negativos sobre las especies de interés. Es común que los incendios detonen la llegada de especies exóticas, ajenas a la selva.

ORDENAMIENTO DEL GANADO

El ordenamiento del ganado puede considerarse una herramienta de restauración ya que si quitamos el ganado de algunos sectores permitiremos que la vegetación natural se recupere. Es frecuente que el ganado paste libremente en toda la parcela, y si hay un arroyo en la parcela, los accesos para tomar agua son libres. Esto ocasiona erosión del suelo. Por ello se recomienda la construcción de bebederos, alimentados por el arroyo mismo; también es posible proteger toda la ribera dejando libre un único paso o acceso al agua. Así se evita que el ganado deteriore toda la porción de ribera del arroyo.

DESCOMPACTACIÓN DEL SUELO (SURCOS O ZANJAS)

Cuando el suelo de la ribera está muy pisoteado por el ganado se compacta a tal grado que es casi imposible que una semilla pueda germinar en él. Tampoco es posible para una planta desarrollar sus raíces en un suelo muy compactado. En estos casos, hay que preparar el suelo antes de sembrar, para lo cual, se utilizan surcos o pequeñas zanjás. Estos surcos propician la infiltración de agua, permiten aumentar la retención superficial e incrementar la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Es muy importante no hacerlos muy profundos, de otra manera el efecto será negativo y el suelo se erosiona. Esta herramienta no debe aplicarse si el suelo está desnudo.



ABONOS VERDES

Cuando el suelo está muy degradado o desnudo, sin vegetación alguna, es muy difícil que crezca cualquier planta o semilla que sembremos. Una manera de preparar el suelo antes de sembrar es la aplicación de abonos verdes, lo cual equivale a cubrir el suelo con especies rastreras de rápido crecimiento, que suelen mejorar la disponibilidad de nutrientes. Algunas de las especies más utilizadas como abonos verdes son el frijol abono, nescafé y canavalia.

ADICIÓN DE HOJARASCA Y COMPOSTAS

Cuando se siembran arbolitos de especies delicadas, se les puede proteger y promover su supervivencia agregando a su alrededor composta u hojarasca. Ambos son ricos en nutrientes y favorecen la conservación de la humedad alrededor de la planta sembrada.



Si los suelos de las zonas por restaurar están muy degradados o compactados es necesario prepararlos antes de introducir nuevas especies. La siembra de abonos verdes mejora la cantidad de nutrientes y protege el suelo de la erosión. La adición de hojarasca o composta protege a las plantas sembradas de la desecación y además brinda nutrientes de una manera localizada. Vivero de Tebanca, A.C.

Foto: Valentina Carrasco Carballido



PERCHAS ARTIFICIALES

Son una herramienta que se utiliza para complementar otras técnicas de restauración, como la introducción de árboles y de estacas. Las perchas artificiales se emplean para atraer aves, que, al posarse sobre ellas, pueden defecar y así dejar semillas de nuevas especies. Se distribuyen por todo el sitio; pueden ser de diversos materiales (madera, metal) y su tamaño dependerá de la condición del arroyo y de las aves que las puedan utilizar. Las perchas por sí solas no son una herramienta muy completa, ya que las semillas que llegan pueden ser depredadas por hormigas, ratones o conejos. Para mejorar los resultados, es común que debajo de ellas se coloquen trampas para recolectar las semillas que sueltan las aves, para luego ser sembradas en sitios elegidos.



ARRIBA Las perchas artificiales atraen a dispersores de semillas, como aves y murciélagos, que descansan sobre la percha y dejan sus heces con semillas de especies de la selva.

Vivero de Tebanca, A.C.

ABAJO Las trampas de semillas se pueden ubicar en lugares estratégicos para recolectar semillas de especies que nos interesen para la restauración.

Proyecto NSF-USA 05132259.

Fotos: Valentina Carrasco Carballido





Definición de metas

Una vez que se ha definido el objetivo y las herramientas, hay que definir las *metas* de restauración. Las metas son diferentes de los objetivos porque se definen de manera puntual, con números o valores específicos. Por ejemplo, nuestro objetivo puede ser recuperar la vegetación de árboles en la ribera, y nuestra meta puede ser lograr 100 árboles vivos después de un año de actividades. Definir metas claras nos permitirá evaluar si nuestro proyecto avanza, está estancado o tiene problemas para alcanzar sus metas.

Seguimiento de las actividades de restauración

El *seguimiento* de nuestras actividades resulta fundamental, ya que es la manera de saber si nuestro proyecto va por buen camino o si necesita ajustes o correcciones. Para poder dar un buen seguimiento tendremos que haber definido metas claras. En el seguimiento del proyecto debemos evaluar si las actividades planeadas se han cumplido en tiempo y forma, si las personas involucradas están conformes con el desarrollo del proyecto, si las plantas han recibido el cuidado necesario, etc.

En cambio, el *monitoreo* es el seguimiento específico de los resultados de las actividades de restauración. Cuando sembramos semillas o plantas para recuperar la vegetación ribereña, es necesario monitorear el desarrollo de las plantas, y para ello es necesario definir algunas variables que funcionarán como *indicadores* de los resultados. Los indicadores más utilizados son:

- *Supervivencia*. Es el número de individuos vivos de una especie, en un momento determinado.
- *Altura*. En las plantas se mide desde la base hasta su extremo superior. No se usa para las estacas ya que en lugar de crecer éstas suelen producir ramas nuevas.
- *Diámetro en la base*. Es el diámetro del tronco en la base de la planta, es decir, a la altura del suelo.
- *Diámetro a la altura del pecho (d.a.p.)*. Es el diámetro medido a la altura de nuestro pecho. En general, se mide a unos 130 cm del suelo. Solo se utiliza para medir árboles jóvenes o adultos (mayores a 1.5 m de altura).



- *Biomasa*. Es el peso (en gramos) de la planta completa. Este indicador implica que debemos matar a la planta, ya que para medir su biomasa tenemos que cosecharla, separar sus partes (ramas, hojas y raíces), secar todo el material y por último pesarlo. Esto se hace solo cuando se quiere cuantificar cuál es la velocidad de crecimiento de la planta.
- *Cobertura de la copa*. Es una medida de la cantidad de sombra que puede generar una planta. Se miden dos valores del ancho de la copa del árbol (en forma de cruz) y estos valores se multiplican entre sí.

Una vez definidos los indicadores que se utilizarán para monitorear y dar seguimiento a las actividades, se debe planificar la frecuencia de medición.



El monitoreo de la supervivencia y crecimiento de las plantas trasplantadas es indispensable para saber si nuestras actividades fueron exitosas o no, y para evaluar las necesidades de resembrar y así poder alcanzar nuestras metas.

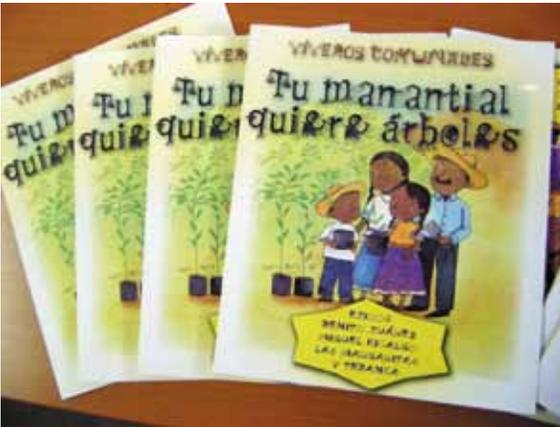
Foto arriba: Paula Meli

Foto abajo: Valentina Carrasco Carballido



Documentación y comunicación de los resultados

Resulta de gran importancia difundir de alguna manera nuestras actividades de restauración y los resultados obtenidos. Hay muchas opciones para hacer esto; todo depende de a quién queremos comunicar la información. Cabe subrayar que es fundamental comunicar los resultados a las personas de la región, tanto donde se desarrolla el proyecto como en otras regiones donde haya interés por restaurar. Las reuniones entre comunidades y los talleres de intercambios de experiencias son una muy buena manera de compartir conocimientos para hacer restauración ecológica.



ARRIBA. Los folletos, libros e informes son una buena manera de difundir lo que hacemos.

ABAJO. Los talleres de intercambio de experiencias permiten difundir el conocimiento entre las comunidades, a bajo costo. Vivero de Tebanca, A.C.

Foto: Valentina Carrasco Carballido

LISTADO DE ESPECIES RECOMENDADAS PARA LA RESTAURACIÓN DE RIBERAS EN LA SELVA LACANDONA

Ilustraciones de Jesús Salcedo



Bari (*Calophyllum brasiliense*)

Familia: Guttiferae

Características: Crece lento y quiere sombra. La madera es buena. Otros dicen que crece más rápido. No tira las hojas.

Algunos usos: Aserrío, chapas, durmientes, muebles finos.



Cabeza de mico, sunsapote
(*Licania platypus*)

Familia: Chrysobalanaceae

Características: Crece bastante rápido y en suelos relativamente pobres, pero mucho sol la puede quemar.

Algunos usos: Fruto comestible.



Capulín
(*Trema micrantha*)

Familia: Ulmaceae

Características: Crece rápido y el fruto lo comen los pájaros. Puede crecer en suelos pobres.

Algunos usos: Corteza para amarrar objetos.



Cedrillo
(*Guarea glabra*)

Familia: Meliaceae

Características: Crece muy lento. Es de sombra y crece más en el monte.

Algunos usos: Madera para construcción, artesanías.



Cedro
(*Cedrela odorata*)

Familia: Meliaceae

Características: Crece relativamente rápido. Tolera suelos compactados y someros.

Algunos usos: Madera de muy buena calidad, para vigas, chapas, torneados.



Ceiba
(*Ceiba pentandra*)

Familia: Bombacaceae
Características: Crece bastante rápido.
Algunos usos: Forestal, fibra algodonosa.



Cuapetate, corcho colorado
(*Trichospermum mexicanum*)

Familia: Tiliaceae
Características: Crece muy rápido.
Algunos usos: Ayuda a mejorar el suelo para la restauración.



Frijolillo
(*Cojoba arborea*)

Familia: Mimosoideae
Características: Crece lento pero es buena madera.
Algunos usos: Madera para mangos de herramientas.



Guapaque
(*Dialium guianense*)

Familia: Caesalpinioideae

Características: Crece lento y quiere sombra. La madera es muy buena.

Algunos usos: Durmientes de ferrocarril o construcciones pesadas. Fruto comestible.



Guarumo
(*Cecropia obtusifolia*)

Familia: Cecropiaceae

Características: Crece muy rápido y con mucho sol. Puede crecer en suelos pobres.

Algunos usos: Fibras para fabricación de cuerdas, el fruto podría ser comestible.



Guacibán
(*Albizia leucocalyx*)

Familia: Mimosoideae

Características: Crece rápido y le gusta el agua.

Algunos usos: Madera para parquet, duelas o tablas.



Carniquil, guatope
(*Inga vera*)

Familia: Mimosoideae

Características: Crece bastante rápido y puede hacerlo en suelos relativamente pobres. Soporta bien la inundación y tiempos de sequía.

Algunos usos: Sombra.



Gusano, rosa morada
(*Lonchocarpus guatemalensis*)

Familia: Faboideae

Características: Sale bien por semilla. Crece relativamente rápido, en acahuales.

Algunos usos: Madera un poco pesada. Sirve para chapa, pero hay que evaluar otros usos.



Hierba santa
(*Piper auritum*)

Familia: Piperaceae

Características: Crece rápido y bien en acahuales. No es árbol alto, pero ayuda a recuperar la vegetación.

Algunos usos: Hojas comestibles.



Hule

(Castilla elastica)

Familia: Moraceae

Características: Crece relativamente rápido y puede crecer en suelos relativamente pobres.

Algunos usos: Látex. La madera sirve para pulpa de papel.



Jobo

(Spondias mombin)

Familia: Anacardiaceae

Características: Crece bien en la vega; las aves comen el fruto.

Algunos usos: Mangos de herramientas. Frutos comestibles. Cercas vivas.



Maca blanca, chilacayote

(Vochysia guatemalensis)

Familia: Vochysiaceae

Características: Tiene buena madera para la construcción de casas. Crece rápido.

Algunos usos: Durmientes y tablas en construcciones rurales.



Maculís
(*Tabebuia rosea*)

Familia: Bignoniaceae
Características: En la ribera crece bastante bien, pero le gusta más el monte.
Algunos usos: Chapas, madera terciada y muebles. Cercas vivas.



Palo mulato
(*Bursera simaruba*)

Familia: Burseraceae
Características: Crece bastante bien en la ribera, pero no soporta inundaciones largas. Es difícil de germinar, mejor por estaca.
Algunos usos: Chapas, madera terciada, mangos de herramientas. Tintes. Cercas vivas.



Plumillo
(*Schizolobium parahybum*)

Familia: Caesalpinioideae
Características: Crece rápido; las aves comen el fruto.
Algunos usos: No se conocen.



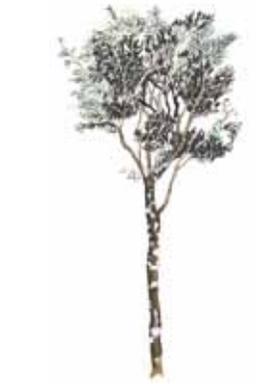
Popistle

(Blepharidium mexicanum)

Familia: Rubiaceae

Características: Crece rápido, el ganado no lo come.

Algunos usos: Cercas vivas.



Ramón

(Brosimum alicastrum)

Familia: Moraceae

Características: Crece lento, pero es buena madera. Se come cuando hay carencia de maíz, para ganado y personas.

Algunos usos: Forraje para ganado, frutos comestibles, semillas podrían ser comestibles, látex.



Sapote de agua

(Pachira aquatica)

Familia: Bombacaceae

Características: Necesita mucha agua, crece bien con mucho sol o en sombra.

Algunos usos: No se conocen.



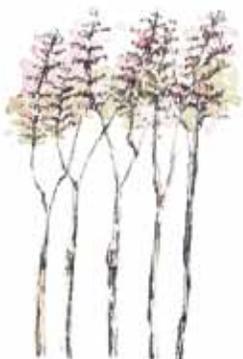
Volador
(*Virola guatemalensis*)

Familia: Myristicaceae
Características: Crece rápido.
Algunos usos: La carne de su fruto se puede comer.



Amate
(*Ficus cotinifolia*)

Familia: Moraceae
Características: Es bueno para la ribera por sus raíces. Puede ser difícil de germinar, es mejor hacer almácigos. Le gusta el agua.
Algunos usos: Carnada para peces.



Cocoíte
(*Gliricidia sepium*)

Familia: Faboideae
Características: En general solo como estaca.
Algunos usos: Flores comestibles. Cercas vivas.



Copal
(*Protium copal*)

Familia: Burseraceae

Características: Necesita suelos bien drenados.

Algunos usos: Madera para mangos de herramientas. De la resina se saca el copal.



Sauce
(*Salix humboldtiana*)

Familia: Salicaceae

Características: Necesita suelos arenosos y mucha agua. Crece rápido, pero no da mucha sombra.

Algunos usos: Construcciones rurales, cestería.

Otras especies con potencial para restaurar riberas

Corazón azul (*Swartzia cubensis*)

Familia: Faboideae

Características: Necesita suelos calizos con buen drenaje.

Algunos usos: Madera dura y pesada, difícil de trabajar, pero sirve para postes y durmientes.

Luín (*Ampelocera hottlei*)

Familia: Ulmaceae

Características: Crece lento y quiere sombra. La madera es buena. Es más común en el monte.

Algunos usos: Durmientes de ferrocarril.

ARREGLOS DE ESPECIES

Una vez que se ha evaluado cómo se encuentra el arroyo que queremos restaurar, se eligen las especies más adecuadas a las condiciones encontradas. Es importante tener en cuenta que los arreglos de especies propuestos en la lista anexa no son los únicos posibles, pero pueden ser útiles en las primeras etapas de restauración. Una vez establecidos estos árboles, es necesario enriquecer el sitio con más especies, así como considerar sembrar especies herbáceas, como el platanillo y la flor de paraíso, que tienen potencial comercial.

A continuación mostramos algunos arreglos de especies que pueden ser utilizados en distintos casos.

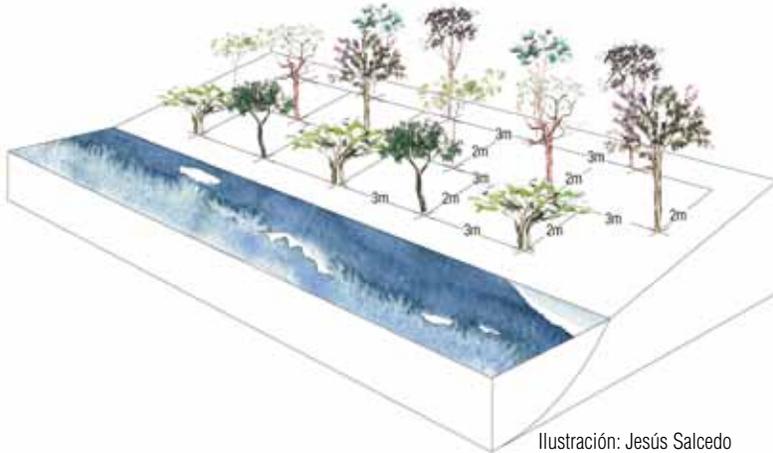


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 1. En la orilla del río Lacantún pueden crecer bien el amate y el guatope. Estas especies, además, pueden proteger a los árboles que crecen detrás, como mulato, plumillo y gusano. Más atrás se pueden sembrar hule, jobo y cabeza de mico.

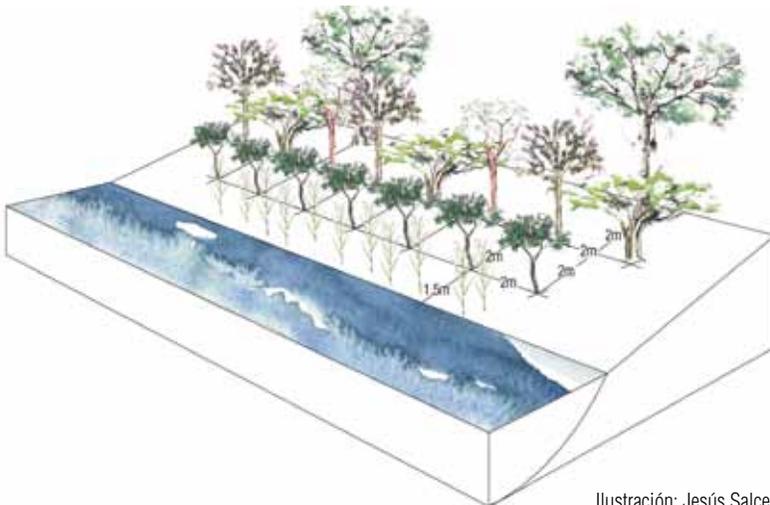


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 2. Cuando el borde del río está muy degradado o se ha formado un talud o pared, hay que asegurar que no se siga desgajando. Para esto se puede sembrar unas dos filas de caña brava antes de los árboles, para fijar más el suelo. Después de la caña se pueden sembrar árboles de guatope y luego amate, mulato y plumillo. Si hay disponibilidad, también se puede agregar una fila de ceibas, hule o jobo.



Vega del río Lacantún

Los suelos de la vega del río Lacantún son bastante fértiles y no tienen problemas de drenaje ni les falta materia orgánica, ya que cada vez que el río crece va dejando sedimentos que nutren el suelo. Tampoco son suelos muy compactados. Sin embargo, cuando el río crece puede llevarse completamente la ribera si no hay vegetación que sostenga el suelo. Por eso se recomiendan algunas especies con raíces fuertes y capaces de tolerar las crecientes del río y la inundación.

El río Lacantún tiene varias crecientes por año; suelen darse al inicio y a mediados de la época de lluvias, en los meses de julio y octubre. Si el río crece mucho, hay riesgo de que erosione las riberas y se lleve los árboles que sembramos, por eso es recomendable sembrar a mediados o finales de octubre, o principios de noviembre. No debe ser después, para que los árboles tengan al menos dos meses de lluvia antes de que inicie la época seca. Si no se pueden sembrar en octubre, puede hacerse en el mes de agosto (arreglos 1 y 2).

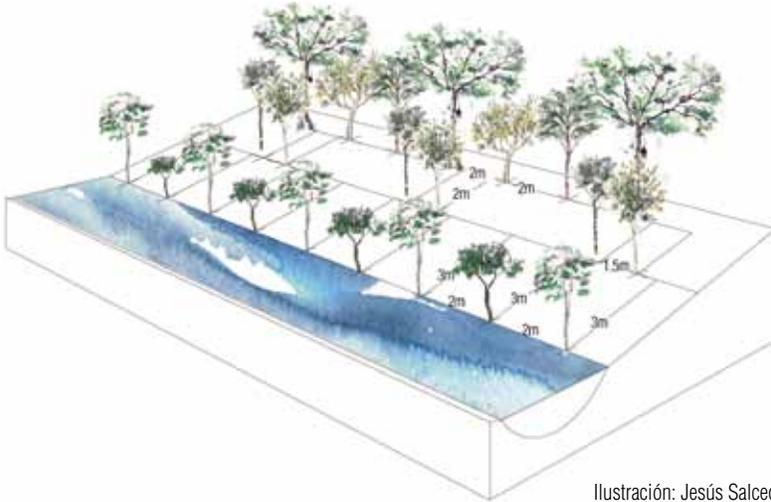


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 3. El guatope y guasibán gustan del agua y soportan bien las crecientes de un arroyo grande, por eso pueden sembrarse pegados a la ribera. Unas ceibas más atrás pueden hacer buena sombra para que en medio crezcan arbolitos de ramón y guapaque. Si hay disponibilidad, se pueden sembrar también algunos amates, cedros y frijolillos.

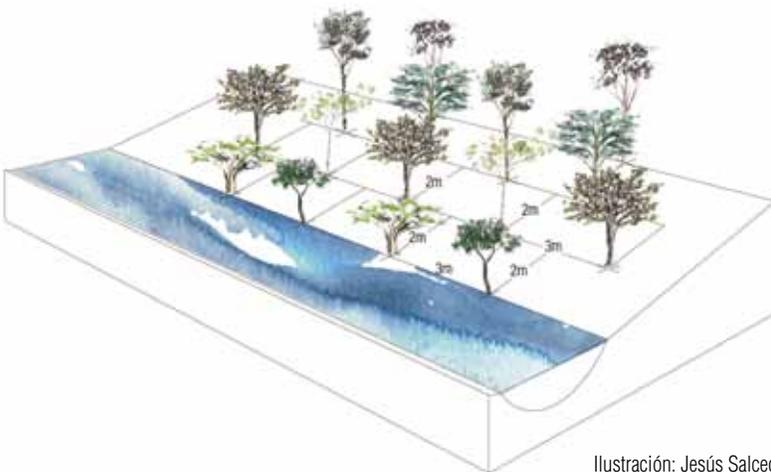


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 4. El guatope y el amate producen buena raíz y crecen bien en zonas que se inundan con mucha frecuencia. El sapote de agua también gusta de suelos húmedos y sus hojas grandes pueden producir buena sombra para proteger árboles más susceptibles, como el ramón, el luín o el cedrillo. Una fila de hules o cabeza de mico pueden completar el esquema.



Arroyos permanentes dentro de parcelas agrícolas

Las parcelas agrícolas suelen establecerse en suelo de vega, debido a que la calidad del mismo es buena para los cultivos: no están muy compactados ni erosionados, como sí sucede en el caso de potreros ganaderos. En general, casi cualquier especie de la lista puede utilizarse para restaurar riberas de arroyos en parcelas agrícolas, pero hay que tener en cuenta que, dada la buena calidad del suelo, también crecen otras especies que no son de nuestro interés y que pueden dañar a nuestros arbolitos. Por esta razón, es necesario hacer una limpieza periódica de las plantas sembradas y así evitar que el crecimiento de bejucos y hierbas ahogue a los árboles sembrados. Proponemos algunos ejemplos de posibles arreglos de especies para estos sitios.

En estos casos, es bueno combinar árboles que producen muchas hojas y dan buena sombra con otros que son más delicados o que les gusta más la sombra.

Los arroyos grandes de la Selva Lacandona suelen tener crecientes muy parecidas a las del río Lacantún, porque están muy influidos por las crecientes de este río. Por ello, es recomendable sembrar en estos arroyos después de las grandes crecidas, en el mes de octubre o noviembre. Así, los árboles no correrán tantos riesgos de ser arrastrados por la corriente y todavía les quedan casi dos meses de lluvias para asentarse bien. El suelo, que no estará muy degradado, ayudará a un buen prendimiento. En caso de no poder sembrar en octubre, debe hacerse en el mes de agosto, después de las primeras crecidas (arreglos 3 y 4).

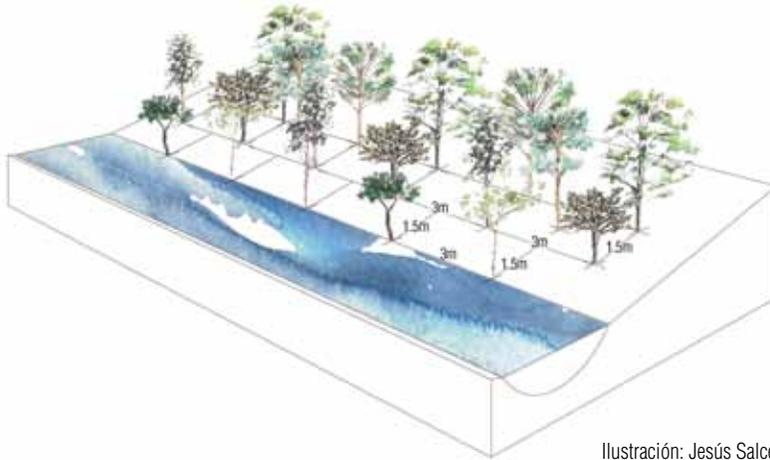


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 5. Se puede sembrar una primera fila de guatope, plumillo y hule, que soportan bien la inundación periódica. Más atrás, se arma un grupo de cabeza de mico, sapote de agua, volador y chilacayote o maca blanca, que protegen en el centro a arbolitos de barí.

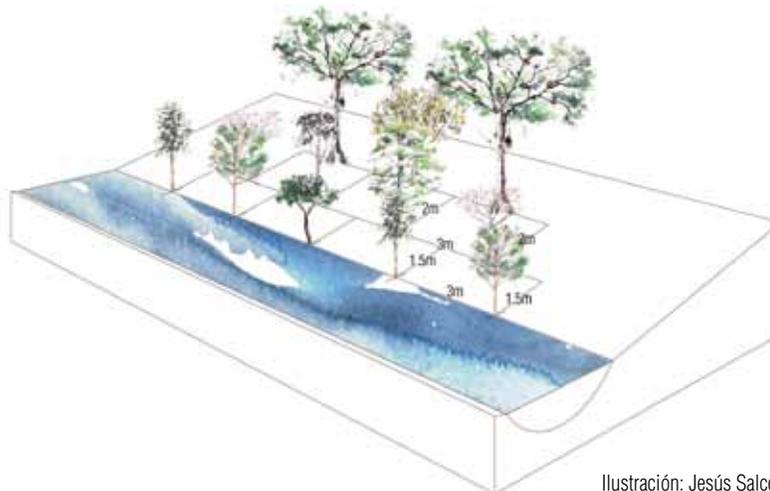


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 6. En un arreglo más sencillo se pueden sembrar filas intercaladas de cabeza de mico, volador y guatope al principio, y más atrás hule, maculís, frijolillo y algunas ceibas que hagan sombra.



Arroyos permanentes dentro de potreros

Los suelos de los potreros suelen estar muy compactados debido al pisoteo del ganado. A esto hay que sumarle que los arroyos crecen y a veces inundan considerablemente el sitio, por lo que no muchas especies soportan estas condiciones de suelo pobre e inundado. En los pastizales, se deben utilizar especies como el guatope, cabeza de mico y el sapote de agua, que crecen bastante bien cuando hay una creciente, pero que, al mismo tiempo, aguantan algunos meses sin lluvias.

Aunque estos arroyos sean permanentes, el suelo de los pastizales no conserva la humedad como los suelos de vega. Por esta razón, aunque pueda haber algunas crecientes fuertes, se recomienda que la siembra se realice en el mes de agosto, después de las primeras crecidas. De esta manera, los árboles aún tendrán varios meses de lluvias para desarrollar bien sus raíces (arreglos 5 y 6).

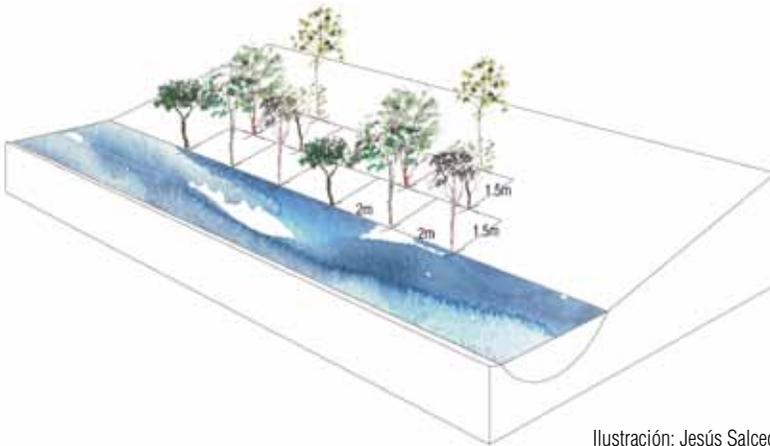


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 7. Cuando el arroyo es temporal, pero de buen tamaño, se puede sembrar en el borde una fila de guatope, guasibán y hule. Más atrás, se pueden sembrar el capulín, el corcho rojo o cuapetate y por último, una fila de guarumos.

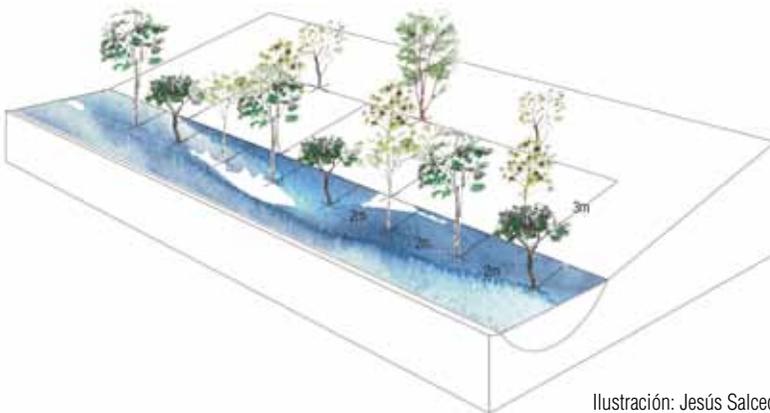


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 8. Si se trata de un arroyo temporal muy pequeño, por el que escurre agua solo durante un par de meses y la mayor parte del año está seco, entonces los árboles deberán sembrarse dentro del cauce del arroyo, especialmente cuando se trata de arroyos muy pequeños que bajan de alguna loma. Se puede sembrar guasibán, guatope y plumillo, intercalando con hierba santa. En los bordes, se puede sembrar guarumo, capulín y cuapetate, que soportan bien los meses sin agua.



Arroyos temporales o muy pequeños

En realidad, en estos casos, es difícil hablar de vegetación ribereña, ya que el arroyo es muy pequeño o se seca durante algunos meses, por lo que no tiene una influencia importante sobre los árboles que vayamos a sembrar. Sin embargo, es muy importante mantener estos arroyos con vegetación, ya que, cuando las lluvias son fuertes, por sus cauces escurre una importante cantidad de agua que luego se filtra en el suelo para llenar los acuíferos. Si los suelos son buenos, como en el caso de los sitios agrícolas, es probable que conserven bien la humedad y no estén muy compactados, lo que permitiría utilizar algunas especies más delicadas, que no soportan del todo las condiciones difíciles de un suelo compactado o la época de secas. En el caso de pastizales con ganado, que tienen suelos más pobres y compactados, se debe utilizar especies más tolerantes a estas condiciones difíciles para los arbolitos.

En estos arroyos no hay agua en varios meses. Si el arroyo es de tamaño mediano y se seca en abril y mayo, sería recomendable sembrar las plantas después de las primeras crecidas, a fines de julio o en agosto. En los casos en los que el arroyo no tiene agua la mayor parte del año, es recomendable sembrar los arbolitos apenas iniciada la época de lluvias, ya sea en los meses de junio o julio (arreglos 7 y 8).



Cercas vivas y antigonado

Algunas especies pueden reproducirse de manera vegetativa, es decir, mediante estacas. Estas especies pueden rebrotar por sí solas, por eso forman lo que se conoce como cercas vivas. En la región, es común el uso del mulato, el cocoíte y el jobo, entre otros. Es muy recomendable enriquecer el cerco con especies que las aves y otros animales que consumen y trasladan semillas pueden consumir. Por ejemplo, al lado de los postes comunes pueden sembrarse matas de popistle. Cuando éstas sean árboles más grandes podrán reemplazar al poste común. Cualquier otro arbolito nativo que no se coma el ganado puede servir para enriquecer la cerca viva (arreglo 9).

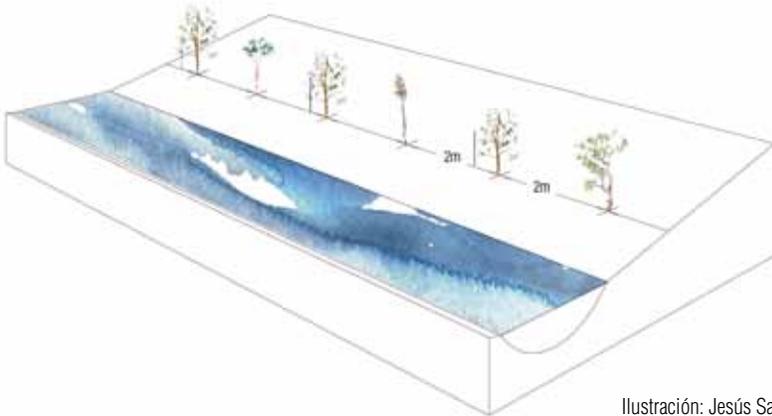


Ilustración: Jesús Salcedo

Arreglo 9. Las cercas vivas se pueden establecer usando especies como el cocoíte, el palo mulato y el jobo. Una vez que estos árboles se establecen se pueden sembrar otras especies de semilla que el ganado no consume, como el popistle.

COMENTARIOS FINALES

Esperamos que este manual sea de utilidad para aquéllos que deseen recuperar y restaurar las riberas de los arroyos y ríos de la Selva Lacandona. Estas actividades son de suma importancia, ya que el mantenimiento y la conservación de la Selva dependen muchísimo de la conservación de sus ríos. Estos influyen en la dinámica de los ecosistemas naturales, los protegen de la erosión, dejan sedimentos con nutrientes y brindan hábitat para especies tanto acuáticas como terrestres.

Hay que tener en cuenta que las propuestas de este manual se pueden modificar si algunos árboles no se consiguen o algún año no hay semilla. Es importante saber que siempre debemos restaurar las riberas con más de una especie. Es necesario mezclar algunas especies con frutos que les gusten a las aves o murciélagos, ya que ellos traerán nuevas semillas. También es muy importante cuidar las plantas durante el primer año, y si no podemos hacer esto, al menos mantener una limpieza durante los primeros seis meses, así como asegurar que el ganado no entre cuando se trate de pastizales. En el segundo año se debe hacer una resiembra, para la que podremos elegir otras especies, especialmente si las condiciones van cambiando.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrasco V. 2005. *Análisis de la capacidad de germinación, establecimiento y propagación vegetativa de un grupo de especies de Los Tuxtlas*. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, UNAM. México. 134 p.
- Cervantes G.V., G.M. López, N. N. Salas y C.G. Hernández. 2001. *Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y Criterios para establecer áreas de reforestación*. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 174 p.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2006. *Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas*. Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Kageyama P.Y., F.B. Gandara, R.E. de Oliveira y L.F. Duarte de Moraes. 2002. *Restauração da Mata Ciliar. Manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Río de Janeiro. 104 p.
- Jarro Fajardo E.M.C. 2005. *Guía técnica para la restauración biológica de áreas afectadas por la expansión agropecuaria en el Distrito Capital*. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Bogotá. 138 p.
- Lamb D., J. Parrotta, R. Keenan y N. Tucker. 1997. Rejoining habitat remnants: restoring degraded rainforest lands. En: W.F. Laurence y R.O. Bierregaard Jr. (eds.) *Tropical forest remnants. Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University Chicago Press. Chicago.
- Maldonado A.B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Meli P. 2004. *Recolonización de potreros abandonados. Un caso de estudio de restauración en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz*. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, UNAM. México. 161 p.
- Merino P. L. 2002. *Conservación o deterioro. Políticas, instituciones y usos de los bosques en México: los impactos de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales en México*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Cuernavaca, México.
- Pennington T.D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Vargas O. (ed.) 2007. *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Grupo de Restauración Ecológica, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 190 p.



-
- Vázquez-Yanes C., A.I.M. Batís, A., M.I.S. Alcocer, M.D. Gual y C. Sánchez. 1999. *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Proyecto J-084-Conabio. México.
- Vázquez-Yanes C., A. Orozco, M. Rojas, M.E. Sánchez y V. Cervantes. 1997. *La reproducción de las plantas: semillas y meristemos*. La ciencia para todos 157, Fondo de Cultura Económica. México.

GLOSARIO

Alteración: cualquier pérdida de la estructura o de las funciones de un ecosistema natural como consecuencia de un disturbio.

Claro: área abierta que se forma en la selva cuando cae un árbol.

Degradación: alteración de tal magnitud que no permite al ecosistema volver a su condición original. El ecosistema pierde la capacidad de generar bienes y servicios ambientales.

Disturbio: alteración drástica de alguno de los elementos de un ecosistema.

Ecosistema de referencia: es el ecosistema en sus condiciones originales, antes de que ocurra ningún disturbio. Es el ecosistema en condiciones conservadas.

Especie nativa: son las especies típicas y originarias de la región, que siempre han crecido y sobrevivido en la selva. Son las mejores para restaurar porque están muy bien adaptadas a la región.

Especies exóticas: son especies introducidas en la región. Aunque a veces crecen bien en la selva, pueden afectar negativamente a otras especies, por lo que su uso no es recomendable.

Implementación: fase del proyecto en la cual se ejecutan las actividades.

Indicadores: valores que se miden y muestran el grado de avance del proyecto.

Monitoreo: todas las actividades para evaluar el desarrollo y éxito de las acciones de restauración.

Planificación: fase del proyecto en la cual se planean todas las actividades por desarrollar.

Restauración activa: técnicas para promover y acelerar la regeneración de la selva.

Restauración pasiva: cuando se permite la recuperación natural del ecosistema; se practica en los casos en que el ecosistema natural no ha sufrido una perturbación muy grande y puede regenerarse por sí solo.

Seguimiento: todas las actividades para evaluar el éxito del proyecto de restauración, en general, y la conformidad de todos sus participantes, en particular.

Siembra directa: es una herramienta de restauración en la cual las semillas se siembran directamente en el sitio a restaurar, en lugar de ser germinadas en un vivero y luego trasplantar la plantita. Es útil solo para algunas especies.



Trasplante: siembra de plantitas que fueron primeramente germinadas en un vivero o en otro sitio.

Vegetación ribereña: vegetación que crece en los bordes de ríos y arroyos.

*Restauración ecológica de riberas. Manual
para la recuperación de la vegetación ribereña en
arroyos de la Selva Lacandona* se imprimió
en los talleres de Seprim/HEUA730908AM1,
Cerrada de Técnicos y Manuales 19-52,
Col. Lomas Estrella, 09880 México, D.F.
El tiro fue de 1000 ejemplares.

Cuando los ecosistemas son degradados hasta un punto en el que no pueden retornar a su condición original, es indispensable implementar actividades de restauración ambiental. Este manual brinda algunas recomendaciones para la restauración en riberas de arroyos y manantiales de la Selva Lacandona.

La construcción de presas para la retención y formación de suelo, la introducción de árboles nativos, las cercas vivas, el manejo de acahuales y los sistemas agroforestales son algunas de las herramientas que aquí se proponen para el desarrollo de actividades de restauración. Antes de emprender la tarea es importante elaborar un proyecto que contemple un diagnóstico y la definición clara de objetivos y metas. Asimismo, conviene manejar información sobre las especies de árboles indicadas a utilizar y los posibles arreglos o combinaciones de especies a realizar, arreglos que resulten adecuados a los distintos tipos de cauces y a las funciones que la reforestación habrá de cumplir. Este manual está dirigido a todos aquellos pobladores y actores sociales interesados en atender la degradación de riberas, arroyos y manantiales derivada del cambio de uso de suelo que ha tenido lugar en grandes extensiones de la Selva Lacandona.

Conocimientos, Acciones y Diálogos son los cuadernos en los que el Corredor Biológico Mesoamericano México va dejando constancia del trabajo realizado en favor de la conectividad entre áreas de gran riqueza biológica en nuestro territorio. Son referentes, huellas de utilidad para orientar los empeños de la gran diversidad de actores que trabajan en torno al uso o manejo sustentable de nuestros recursos y la conservación de la biodiversidad.

La serie *Conocimientos* contiene algunos de los diagnósticos e investigaciones que van teniendo lugar. *Acciones*, reúne experiencias que van cristalizando alrededor del uso sustentable y la conservación, y *Diálogos* alimenta el intercambio de saberes, son guías, inventarios y manuales de utilidad para los actores involucrados.

SEMARNAT



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

Comisión Nacional para el
Conocimiento y Uso de
la Biodiversidad

GOBIERNO
FEDERAL



CONABIO



Natura
Mexicana