

MANUAL DE TÉCNICAS BÁSICAS

PARA LA RESTAURACIÓN DE
ECOSISTEMAS FORESTALES
A ESCALA DE PAISAJE



MANUAL DE TÉCNICAS BÁSICAS

PARA LA RESTAURACIÓN DE
ECOSISTEMAS FORESTALES
A ESCALA DE PAISAJE



Contenido



Edición

Seremi del Medio Ambiente de la Región del Biobío:

Pablo Azúa García

Esteban Vásquez Garrido

Diseño gráfico y diagramación:

Motif Diseño Integral SpA

Fotografías:

Archivo Programa Restauración del Ecosistema Cayumanque

Impreso en Chile, año 2020

Esta publicación puede ser reproducida total y/o parcialmente, y de cualquier forma, sólo para propósitos educacionales e informativos, citando la fuente de origen. No puede ser reproducida para fines comerciales.

Citar como:

Seremi del Medio Ambiente Región del Biobío, Gobierno Regional de Biobío. 2020. Manual de técnicas básicas de restauración de ecosistemas forestales a escala de paisaje, Chile. 155 pp.

01 Introducción 7

02 Conceptos generales de restauración de ecosistemas 11

2.1 Restauración ecológica 11

2.2 Rehabilitación 12

2.3 Reconstrucción 12

2.4 Ecosistema De Referencia 13

03 Evaluación del sitio a restaurar 15

3.1 Evaluación general del sitio 15

3.2 Caracterización del sitio 17

3.3 Caracterización de la regeneración natural del sitio 17

3.4 Medición de potencial de regeneración natural de especies nativas 18

3.4.1 Sistema de muestreo 18

3.4.2 Tamaño y ubicación de las parcelas e intensidad de muestreo 18

3.5 Medición de potencial de regeneración/invasión de especies exóticas no deseadas 21

04 Manejo de regeneración natural 25

4.1 Cercado	25
4.2 Prácticas de manejo de rebrotes de vegetación nativa	27
4.3 Control de especies exóticas no deseadas	28
4.4 Control Manual	28
4.5 Control Químico	29
4.6 Elaboración de mantillo/Mulch: chipeco de material	30

05 Reforestación con especies nativas 33

5.1 Elección de especies	33
5.2 Colecta de semillas	34
5.3 Viverización de las plantas	36
5.4 Tipo y calidad de plantas	39
5.5 Preparación De Sitio	40
5.5.1 Control de malezas pre-plantación	40
5.5.2 Control manual pre-plantación	40
5.5.3 Control químico pre-plantación	41
5.5.4Habilitación de casillas de plantación	42
5.5.5 Cercado/exclusión de ganado	44
5.6 Transporte Y Manipulación De Plantas	45
5.7 Plantación	46
5.7.1 Instalación de plantas	46
5.8 Técnicas de plantación con especies nativas	48
5.8.1 Esquema de plantación en Núcleo	48
5.8.2 Esquema de plantación en hileras	49
5.8.3 Esquema de plantación aleatorio	51

5.9 Fertilización	51
5.9.1 Aplicación de fertilizante en hoyos	52
5.9.2 Aplicación de fertilizante en bandas paralelas	52
5.9.3 Aplicación de fertilizante en círculo	52
5.10 Instalación de protectores	55
5.10.1 Protección de plantas	55
5.11 Aplicación de mulch/mantillo	57

06 Intervenciones Post Plantación 61

6.1 Control de malezas post plantación	61
6.2 Medición de resultados y prendimiento	62
6.3 Retiro de protectores	63

07 Obras de recuperación de suelos 67

7.1 Zanjas de infiltración	67
7.2 Canal de desviación	69

08 Obras de cosechas de aguas lluvias 71

8.1 Sistema de acumulación de agua lluvia desde los techos	72
8.2 Sistema de Acumulación de Agua Lluvia en Minitranques	74



Amancay (*Phycela australis*)

Introducción



El sábado 31 de diciembre de 2011 en el sector de Pichiqueime, en la comuna de Quillón, se inició uno de los incendios forestales más devastadores hasta esa fecha en la región del Biobío y en el país, teniendo como consecuencias la muerte de dos personas, más de mil damnificados, la destrucción de más de 224 viviendas, y la quema de más de 28 mil hectáreas de bosque nativo, plantaciones, pastizales y matorrales. Mediante Decreto Supremo N°4 de 2012, el gobierno del presidente Sebastián Piñera, declaró zonas afectadas por catástrofe por mega incendio forestal, las comunas de Quillón, Ránquil y Florida, todas pertenecientes a la entonces región del Biobío.

Dado el impacto ambiental y social de la catástrofe, el Gobierno Regional del Biobío aprobó la ejecución por parte de la SEREMI de medio ambiente de la región del Biobío del programa FNDR “Restauración Ecosistema Cayumanque” con un presupuesto de \$2.300.214.000, algo inédito a nivel país en lo referido a acciones de restauración.

Desde el año 2013, el programa realizó una gran cantidad de acciones de restauración ambiental en el ecosistema Cayumanque, entre las cuales cabe mencionar más de 300 hectáreas intervenidas en forma directa, producción y

plantación de más de 400.000 plantas de especies nativas, control de especies exóticas no deseadas, implementación de sistemas de cosecha de aguas lluvia, manejo de regeneración natural de ecosistemas boscosos nativos. Todo esto en más de 70 predios, propiedad de pequeños y/o medianos propietarios privados, con quienes se han trabajado acuerdos locales de conservación y quienes se constituyen como actores fundamentales para la restauración del territorio.

Más de 3.000 beneficiarios fueron parte de acciones de educación ambiental y conciencia pública en restauración de ecosistemas. Acciones comunitarias de restauración, programas de educación ambiental en establecimientos educacionales del territorio, talleres orientados a actores locales, forman parte del abanico de acciones realizadas por el programa. Más de 75.000 plantas han sido donadas a distintas organizaciones de la comunidad local, con el fin de que la mayor cantidad de personas del territorio puedan hacerse parte de las acciones.

Como programa, creemos firmemente en la necesidad que la sociedad sea parte de la urgencia de restaurar nuestros ecosistemas, y que no sea solo un tema de los "expertos" de la Restauración.

He ahí el sentido de la guía que ahora presentamos: entregar herramientas concretas de técnicas de restauración a la ciudadanía en general, con la finalidad de que cada vez sean más personas las que aportan a la restauración de los ecosistemas de nuestro país.

Esperamos este manual de técnicas básicas de restauración sea de utilidad para todo aquel que quiera sumarse a la restauración de los ecosistemas de nuestra región. Campesinos, habitantes rurales, estudiantes, profesores y sus alumnos, son todos bienvenidos a hacer de nuestro territorio un lugar mejor.

Roble (*Nothofagus obliqua*)



Zarzaparrilla (*Ribes punctatum*)



Conceptos generales de restauración de ecosistemas



Restaurar significa **recomponer y reparar**. La restauración de ecosistemas es una actividad intencional que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema nativo con respecto a su integridad y sustentabilidad. Se puede definir de una forma general como el proceso de **ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido**.

La implementación de las acciones de restauración depende del nivel de degradación del ecosistema. En virtud a las distintas condiciones posibles de encontrar degradación, distintas estrategias apuntan a la modificación de la biota y factores físicos para la recuperación de ecosistemas degradados:

2.1 Restauración ecológica

Acción humana cuyo objetivo es facilitar el tránsito del ecosistema degradado hacia algún estado de referencia histórico, que es representativo de la condición pre-perturbación, sea esta natural o semi-natural. La restauración ecológica tiene varios objetivos fundamentales, incluyendo: detener las causas que originaron la degradación, recuperar la vegetación y fauna propia de los ecosistemas históricos del área, facilitar y acelerar el proceso de sucesión ecológica, estimulando la regeneración natural, y promover acciones de autorecuperación que permitan al ecosistema sostener su condición en el futuro. En consecuencia, las acciones de restauración buscan generar

un ecosistema más resiliente, es decir, que sea capaz de mantener su estructura, composición de especies y procesos ecológicos frente a variaciones ambientales, y que a su vez se integre dentro de un paisaje más amplio, adaptándose a condiciones climáticas cambiantes.

2.2 Rehabilitación

Acción que tiene como objetivo recuperar las funciones del ecosistema degradado e incrementar su capacidad de proveer bienes y servicios ecosistémicos. No considera necesaria la recuperación de la estructura, composición y diversidad del ecosistema histórico. Un ecosistema rehabilitado puede contener especies que realicen funciones similares a las del ecosistema histórico de referencia, pero no necesariamente se trata de las mismas especies que estaban presentes en el ecosistema antes de la perturbación.

2.3 Reconstrucción

Cuyos principales objetivos incluyen la estabilización de terrenos altamente degradados, ofrecer garantías de seguridad al público, mejorar estéticamente el lugar y mejorar un sitio degradado o sin utilidad, haciéndolo productivo otra vez. La reconstrucción de ecosistemas es comúnmente usada en sitios sometidos a actividades muy intensivas en el uso de la tierra. La revegetación es comúnmente usada en proyectos de reemplazo y se realiza con el establecimiento de una o unas pocas especies.

En general, los procesos de restauración a una escala territorial mayor, donde es posible encontrar diversas condiciones de degradación, significan una combinación de estas estrategias de restauración, rehabilitación y reconstrucción.

Para iniciar un proceso de restauración lo primero es realizar una buena planificación, en la cual se definan los objetivos del proyecto y se realice la hoja de ruta de las acciones a seguir basándose en criterios técnicos. Es una de las etapas más importantes dentro del proceso de restauración, ya que aquí se establecen las bases que guiarán las intervenciones que se ejecuten en etapas posteriores.

2.4 Definición de Ecosistema de Referencia

Para orientar los esfuerzos de restauración, el primer paso debe considerar la definición de un ecosistema de referencia. Dicho ecosistema puede ser un sitio o sitios que representan la integridad (o aspectos de la integridad) que se busca reparar mediante la restauración proyectada.

Estos ecosistemas de referencia, si existen en el paisaje, pueden estar cerca o lejos del proyecto física y temporalmente. En muchos casos no es posible recurrir a análogos existentes en el paisaje, por lo tanto las fuentes de información sobre ecosistemas de referencia deben considerar registros históricos para construir un modelo probable del ecosistema particular.

La definición y descripción del ecosistema de referencia es una información necesaria para definir los objetivos del proyecto de restauración y para evaluar su éxito a través del monitoreo.

Evaluación del sitio a restaurar



3.1 Evaluación general del sitio

Al iniciar un proceso de restauración, lo primero es identificar los principales factores involucrados en los procesos degradativos que han llevado al sitio a su estado actual. Algunos de los factores más frecuentes son: deforestación, erosión, invasión por especies exóticas no deseadas, ganadería intensiva e incendios.

El primer paso a realizar en esta etapa corresponde a la visita al sitio y/o predio que se quiere restaurar. Es ideal realizar la visita con el propietario y/o alguien que conozca muy bien los límites del terreno, de tal forma que colabore con la elaboración de la cartografía y la delimitación predial o del sitio.

Para el registro, se recomienda elaborar una ficha que contenga información administrativa general: nombre del predio, ubicación política administrativa, nombre de él o los propietarios, rol, fuentes cartográficas, entre otros.

Junto con esa información, es relevante también registrar observaciones de campo de presencia de especies nativas, composición de especies, tipo de relieve, vías de acceso, presencia de cursos de agua, presencia de indicadores de degradación del suelo.

Nombre del predio		Santa Margarita			
Región	Bío Bío	Provincia	Ñuble	Comuna	Ranquil
Superficie afecta (ha)	3,70		Densidad plantación (pl/ha)	1500	
Propietario	Margarita Valderrama				
Vía de acceso predio					
Ruta Concepción - Nueva Aldea por vía autopista del Itata, en enlace Nueva Aldea continuar por desvío hacia Ñipas hasta cruce Carrizales (2,2 km) desviarse hacia el Este por 8 km hasta cruce sin nombre desviándose levemente hacia el Sur por 1,7 km, predio en ambos costados del camino.					
Condición rodal previo plantación					
El área a intervenir corresponde a un terreno de secano con exposición Norte y pendientes entre 15 y 30%, su geomorfología presenta laderas de cerros con ondulaciones fragmentadas por cárcavas, presencia de regeneración natural de especies nativas como: Litre, Mardoño, Quillay y especies arbustivas exóticas como Retamillas, en una primera instancia no se aprecian a simple vista las especies nativas que están cubiertas por retamillas.					
Manejo de preparación del sitio					
El sector se prepara construyendo casillas manuales de 45 x 45 cm y una profundidad media de 40 cm.					
Tipo de plantación					
Tras la intervención de roce donde se eliminó gran partes de las especies invasoras, principalmente retamilla, se pudo apreciar la regeneración natural de especies nativas como Quillay, Mardoños y Litres, por ello se estimó necesario bajar la densidad de plantación utilizando un esquema de plantación tradicional con un distanciamiento promedio de 2,5 x 2,5 m en hilera y sobre hilera. Este fue uno de los primeros predios plantados y fue afectado fuertemente por heladas tempranas, durante las labores de control de malezas se pudo apreciar que una parte de las plantas que sufrieron daños por las heladas se encuentran rebrotando a nivel de cuello, este estima este rebrote en un 20% del total de las plantas afectadas por las heladas.					
Fecha exacta de plantación					
las actividades de plantación se realiza durante la última semana de junio.					
Principales problemáticas / limitantes					
<ul style="list-style-type: none"> - Dificil acceso, especialmente en la época de plantación. - Gran cantidad de especies invasoras del tipo arbustivas. - Heladas tempranas que dañan plantas en parte aérea. - Debido a su exposición Norte el terreno pierde rápidamente humedad. - Por su ubicación dentro de la cuenca el terreno se ve enfrentado a fuertes vientos que aumentan la sequedad del suelo. 					
Especies utilizadas en la plantación					
Especies	Plantas	Especies	Plantas		
Arrayán	588	Roble	420		
Avellanillo	50	Mayo	0		
Laurel	1428	Corcolén	70		
Lingue	420	Maqui	300		
Madroño	252	Boldo	0		
Olivillo	420	Maitén	0		
Peumo	672	Culén	132		
Quillay	672	Total	5424		

Ejemplo de ficha de registro

3.2 Caracterización del sitio

Se deben caracterizar aspectos relativos a topografía y factores limitantes que presenten los sitios a intervenir, indicando la siguiente información:

Altitud	Indicar la altitud media del sitio expresada en metros (m).
Topografía	Indicar de manera general la forma del relieve que presenta mayoritariamente el sitio.
Exposición	Señalar la exposición predominante presente en el sitio.
Pendiente Media	Indicar el porcentaje de pendiente general del sitio, seleccionando entre los rangos "< 30", "≥ 30 y < 45", "≥ 45 y < 60" o "≥ a 60".

3.3 Caracterización de la regeneración natural del sitio

En cuanto a la regeneración natural que ocurre en el sitio, es importante registrar la información de regeneración de especies nativas y de especies exóticas. El contar con esta información, nos permitirá poder tomar decisiones respecto a dónde poner los mayores esfuerzos de manejo de la regeneración, y poder estimar si es necesario considerar acciones de reforestación complementarias.

3.4 Medición de potencial de regeneración natural de especies nativas

Para efectuar una adecuada evaluación de la regeneración natural de especies nativas, es ideal contar con información cartográfica de los sectores, que permita definir la intensidad de muestreo a seguir, detalles de las distancias y rumbos de las transectos y fajas de muestreo, así como la distancia entre parcelas.

3.4.1 Sistema de muestreo

El sistema de muestreo más recomendado es del tipo sistemático utilizando parcelas circulares de tamaño fijo, ubicadas a lo largo de fajas de muestreo como se describe a continuación.


3.4.2 Tamaño y ubicación de las parcelas e intensidad de muestreo.

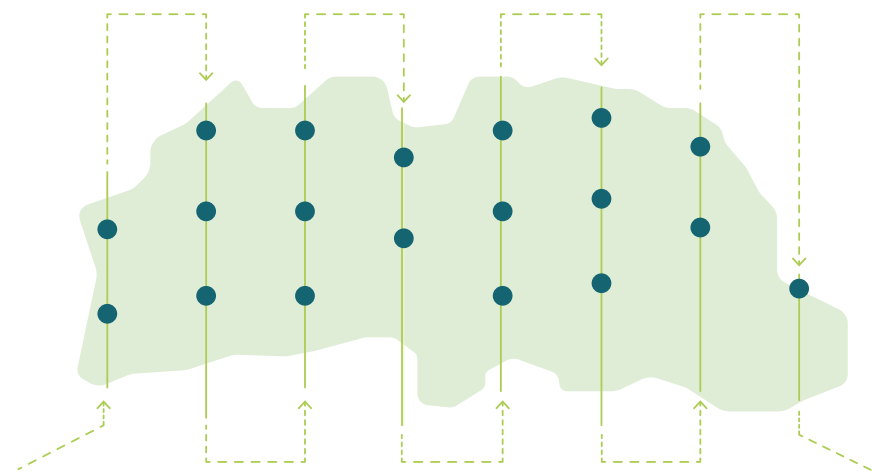
Se inicia el trabajo de campo con la asignación de la primera parcela, en la primera faja, bajo algún método aleatorio. A partir entonces de esta primera parcela ubicada en forma aleatoria, se continúa con el resto del muestreo en forma sistemática.

Una vez definida la primera parcela, se procede a determinar la ubicación de las siguientes parcelas y la intensidad de muestreo.





El tamaño de la parcela dependerá principalmente de la variabilidad existente. En terrenos muy heterogéneos las parcelas muy pequeñas tenderán a aumentar la variabilidad entre parcelas y así también el error de muestreo. Parcelas de mayor tamaño tenderán a reducir el error de muestreo.

Una vez definidas las parcelas, la medición dentro de ellas debe considerar a lo menos:

 **Especie(s) predominante(s):** registro de la(s) especie(s) nativas que predominan en la regeneración presente en el sitio en términos de abundancia.



Esquema de transecto para ubicación de parcelas de muestreo

-  **Medición de abundancia relativa:** para la regeneración cuya altura es menor a 50 cm y aquella mayor o igual a 50 cm y menor o igual a 1 metro, señalar su abundancia relativa en términos de "ausente", "escasa", "frecuente", "abundante" o "muy abundante".
-  **Origen de la regeneración:** identificar si proviene de semilla, de rebrote de los tocones, o mixta.
-  **Distribución:** señalar si la regeneración existente se encuentra distribuida en el sitio en forma "homogénea" o "en mosaico".
-  **Factores de riesgo al establecimiento:** señalar brevemente aquellos factores que podrían afectar o amenazar el establecimiento de la regeneración natural de especies nativas.

En el caso de encontrar una alta regeneración natural de especies nativas, las acciones de manejo deberán tender a generar las condiciones para que esta se manifieste en todo su potencial, de manera de aprovechar al máximo esta situación.

En caso de ser limitada, se deberán considerar acciones de reforestación con el fin de incorporar las especies nativas que no están regenerando de manera natural.



Especies nativas en regeneración post incendio

3.5 Medición de potencial de regeneración/invasión de especies exóticas no deseadas

Las especies exóticas invasoras son aquellas que se introducen o establecen en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y que son agentes de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética.

La prevención es la primera medida para evitar el ingreso e impacto de especies exóticas en un ecosistema, tanto involuntaria como intencionalmente, la detección temprana y rápida respuesta: actuar antes de que la especie en cuestión se torne invasora.

Las herramientas actuales se aplican para el control o erradicación según el contexto y grado de invasión. Se llama **control** de especies exóticas cuando se hace un manejo de la especie llevándola a niveles que el daño al ecosistema sea el menor posible. Una especie exótica es **erradicada** si se elimina por completo.

Con todo ellos, la medición inicial del potencial de regeneración de especies exóticas es de vital importancia para definir las primeras acciones de restauración.

La metodología a utilizar corresponde a la misma que para medición de especies nativas, pero ahora con énfasis en especies exóticas no deseadas:

- 🌿 **Especie(s) predominante(s):** registro de la(s) especie(s) exóticas que predominan en la regeneración.
- 🌿 **Medición de abundancia relativa:** para la regeneración cuya altura es menor a 50 cm y aquella mayor o igual a 50 cm y menor o igual a 1 metro, señalar su abundancia relativa en términos de "ausente", "escasa", "frecuente", "abundante" o "muy abundante".
- 🌿 **Origen de la regeneración:** identificar si proviene de semilla, de rebrote de los tocones, o mixta.

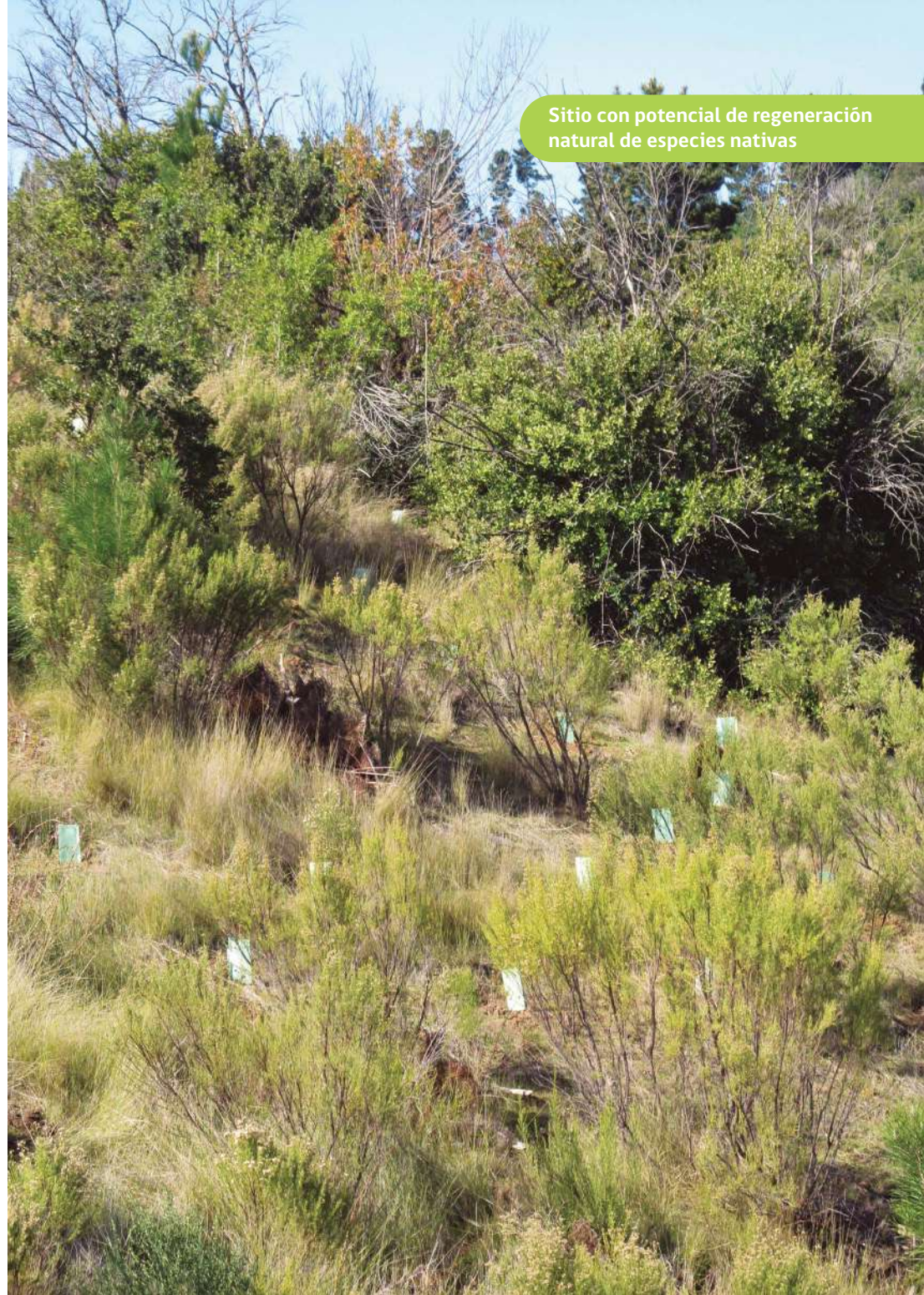
🌿 **Distribución:** señalar si la regeneración existente se encuentra distribuida en el sitio en forma "homogénea" o "en mosaico".

🌿 **Factores de riesgo:** señalar brevemente aquellos factores que indican que se está ante una situación de riesgo alto de invasión de especies exóticas.

En el caso de encontrar una alta regeneración de especies exóticas, las acciones de manejo deberán tender a minimizar el riesgo de invasión apuntando al control de manera más temprana posible.



Sector con invasión de Aromo (Acacia dealbata)



Sitio con potencial de regeneración natural de especies nativas



Orquídea (*Gavilea odoratissima*)

Manejo de regeneración natural

4.1 Cercado

En acciones de restauración la construcción de cercos se considera básicamente para crear áreas de exclusión impidiendo el tránsito de animales mayores que puedan afectar la regeneración natural de especies nativas. Generalmente se utilizan dos tipos de cercos: estándar y de malla, cuyas características se detallan a continuación:

Cercos estándar:

Confeccionado con 4 hebras de alambre de púas y postes cada 3 metros en su construcción, éstos últimos con una sección mayor a 5 centímetros o dos pulgadas.

Cercos malla ursus:

Cercos confeccionados con malla ursus de al menos 6 hebras y postes cada 3 metros en su construcción, éstos últimos con una sección mayor a 5 centímetros o dos pulgadas.

Los resultados de esta intervención se pueden observar a mediano plazo, en sitios con cerco claramente la regeneración es mayor, sin embargo, también puede contribuir a la regeneración de especies no deseadas, por ello es fundamental el control de estas especies.





Esquema de cerco estándar

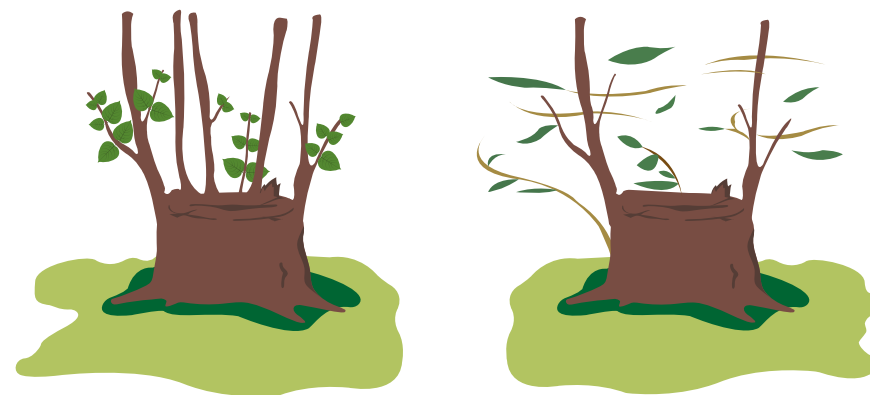
4.2 Prácticas de manejo de rebrotes de vegetación nativa

Otra forma de restaurar un ecosistema boscoso es a partir de la utilización de material vegetativo, es decir, a partir de los tocones remanentes después de un disturbio. Con este método es posible manejar la regeneración y desde ahí establecer una masa homogénea.

En este método, se realiza una poda del exceso de brotes por planta. Los brotes que se dejan, seleccionados por su calidad y éxito de sobrevivencia, deben alcanzar una densidad de 3 a 6 vástagos.

-  La época más aconsejable para la selección de los brotes es en invierno.
-  Se debe evitar las épocas húmedas y cálidas para no favorecer la aparición de hongos.

De esta forma el vigor de la planta se concentra en menos rebrotes y aumenta su crecimiento.



Manejo de rebrotes de regeneración natural

4.3 Control de especies exóticas no deseadas

Una de las acciones que entrega muy buenos resultados para contribuir a la restauración de sitios es el control de especies exóticas no deseadas. Corresponde a una actividad de menor costo si lo comparamos con la plantación de plantas nativas, aunque es exclusiva para sitios que presentan presencia de especies nativas en etapa de regeneración.

Existen varios métodos para realizar este control los que pasaremos a describir a continuación:

4.4 Control manual

El objetivo de esta actividad, es la corta y/o eliminación de las especies no deseadas al interior del sitio donde se desea plantar las especies nativas, y que pueden competir o afectar su prendimiento y desarrollo. Dado que, por lo general en los sitios a intervenir, puede existir regeneración natural de especies nativas que son importantes para el proceso de restauración se recomienda hacer una intervención de tipo manual utilizando herramientas menores como rozón, hacha, desbrozadora y motosierra.

Por otro lado, los desechos provenientes de esta actividad pueden ser una gran oportunidad para incorporar materia orgánica al suelo. Para ello es necesario que queden dispuestos en el mismo sitio y ordenados preferentemente en fajas sobre la curva de nivel, de tal manera que, en esta posición aparte de ir incorporándose paulatinamente al suelo, contribuyan a evitar la escorrentía superficial especialmente en terrenos de mayor pendiente.





Faena de control manual de especies exóticas no deseadas

4.5 Control químico

Es el método más utilizado en plantaciones forestales tradicionales y se basa en la aplicación de herbicidas con el empleo de bombas de espalda o equipos de fumigación agrícola. En acciones de restauración es menos utilizado dado su impacto ambiental, sin embargo, es una alternativa que no puede ser descartada de plano.

Algunas de las combinaciones de productos más utilizados en este tipo de actividades son las siguientes:

-  Control pre-plantación con mezcla de 3-7 Lt/ha de glifosato y 2-3 Kg/ha Simazina 15 a 30 días antes de la plantación.
-  Control post-plantación mezcla de 2-3 Lt/ha con Galant-Plus, 0,5-0,7 Lt/ha de Lontrel, y 1-2 Kg/ha de Simazina antes del comienzo del verano o durante el periodo o durante el periodo de crecimiento vegetativo.

4.6 Elaboración de mantillo/Mulch: chipeco de material

Como una manera de complementar el control de especies no deseadas, se pueden procesar los desechos del control manual.

A través de una máquina trituradora el material se transforma en pequeñas astillas, las que son dispuestas sobre el terreno en forma de mantillo o Mulch. Este mantillo contribuye a incorporar materia orgánica, especialmente en sitios degradados y evita la evapotranspiración en época estival, conservando por más tiempo la humedad del suelo cerca de la planta.

Es importante considerar que los desechos deben ser cortados dejando que se sequen para realizar el tratamiento del triturado de tal manera de asegurar que el material este completamente seco antes de incorporar al suelo. Como son especies no deseadas eventualmente podrían germinar y proliferar alrededor de las especies nativas que son de interés.



Faena de chipeco de material de desecho

Acciones de restauración en la comuna de Florida





Reforestación con especies nativas



La reforestación con especies nativas corresponde a una de las acciones emblemáticas en los procesos de restauración.

El primer paso para la realización de acciones de reforestación corresponde a la producción de plantas, el cual es un factor crítico para la correcta ejecución de las actividades. Una secuencia de pasos debe ser llevada a cabo, que comienza con la elección de especies adecuadas para el área a restaurar, continúa con la colecta de semillas y culmina con la producción de las plantas en vivero. Este ciclo toma como mínimo un año, por lo que debe ser planificado con la debida antelación para lograr buenos resultados.

5.1 Elección de especies

La selección de especies a propagar se debe realizar en base a las especies dominantes presentes en el ecosistema de referencia, así como también siguiendo criterios de éxito en el prendimiento de experiencias documentadas de reforestación con especies nativas.

Un tercer criterio tiene que ver con la disponibilidad de semilla de las distintas especies, así como también la factibilidad de éxito en los procesos de viverización.

De igual manera, el considerar la incorporación de especies frutales dentro de las acciones de reforestación, es una muy buena alternativa para sectores de transición entre el bosque nativo y actividades productivas.

5.2 Colecta de semillas

El siguiente paso corresponde a la colecta de semillas de las especies seleccionadas, para ello se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La semilla debe ser colectada cuando este madura. Esto ocurre cuando comienza a caer naturalmente, y esta adquiere una tonalidad mas café u oscura.
- Lo recomendable es colectar semillas de más de 20 árboles, distanciados a unos varios metros unos de otros (se recomienda más de 20 m). Nunca colectar de uno o dos árboles, esto con el objeto de reducir riesgos asociados a pérdida de diversidad genética de la población.
- Las semillas no deben exponerse a altas temperaturas (superiores a 40° C), para no provocar daños en el embrión dado los altos contenido de humedad que ellas presentan. Por ello, el transporte y almacenaje es un factor clave en esta etapa.
- Las semillas deben estar sanas, sin pudrición, heridas u otros, que puedan dañar el embrión y provocar la entrada de agentes patógenos.
- En el proceso de colecta es obligatorio el uso de implementos de seguridad: zapatos, guantes, cascos, cordeles, arneses o cinturones, según corresponda.

En el desarrollo de la recolección de semilla se consideran una serie de actividades que son de suma importancia para el éxito posterior de la viverización de las semillas recolectadas. Estas son:

- Despeje y limpieza del suelo alrededor de cada árbol.
- Para la colecta de semillas y frutos se pueden utilizar sacos de polipropileno, trozos de malla raschel y pértigas largas (mínimo 4 mt) de aluminio, tijeras podadoras y tijerones. En el caso de árboles de más de 3 metros de alturas y que presentan los frutos en la parte superior de la copa es necesario realizar

la colecta con el apoyo de un escalador. En este caso, se procede a cortar las ramillas de la parte superior y bajarlas para colectar los frutos o semillas de dichas ramillas.

- En el caso que la colecta se realice desde un grupo de árboles de más de 10 m de altura, se puede instalar un polietileno en contacto con el suelo, en los casos en que el colector haga caer los frutos y/o semillas, y a 1 y 2 m de altura, suspendido en el aire, pero amarrado a algunos de los árboles o arbustos, en los casos en que se espera que aquellos caigan en forma natural.
- También se pueden aplicar pequeños golpes o corte de ramillas si el colector hace caer los frutos y/o semillas, sobre polietileno instalado en el suelo.
- Si opta por la caída natural, debe ser revisado periódicamente el material colectado.
- Los frutos y sus semillas deben ser desprendidos de las ramillas y depositarse en sacos de polipropileno.
- Cuando las semillas llegan a destino estas deben limpiarse y envasarse.
- Para el almacenamiento de semillas ortodoxas (que toleran la deshidratación, como roble, quillay, madroño, culén, laurel) es importante reducir contenido de humedad de las semilla. Para ello dependiendo de las especies se puede secar de forma natural o en cámaras de secado.
- Para aquellas especies de semillas recalcitrantes (que no pueden ser almacenadas pues pierden viabilidad por deshidratación, como arrayán, peumo, lingue, olivillo, maqui) es importante cosecharlas y extraer la pulpa, secar al aire y mantener en cámara de frío o refrigerador a aproximadamente 4-5°C, hasta el momento de la siembra.
- El almacenamiento debe ser en envases herméticos; es más práctico controlar humedad dentro de los envases usando sílica gel y frascos o envases herméticos.

- El almacenamiento debe realizarse a una temperatura no mayor a los 5°C, para ello se pueden utilizar cámaras de frío o refrigeradores. Idealmente no se deben guardar por más de una temporada.
- En todo el proceso de colecta, limpieza y almacenamiento de semillas se debe tener clara la trazabilidad del origen del material.
- Por ello, en cada colecta se debe preparar un informe detallado con los resultados de la colecta de material vegetal, incluyendo coordenadas, caracterización de la colecta (fecha colecta, kilos o gramos colectados por sector o árbol, otros), material fotográfico, características del almacenamiento y otros.
- Incluir prueba de laboratorio de análisis de germinación de semillas, con un certificado de la misma por especie.

5.3 Viverización de las plantas

Como primer paso para la viverización se recomienda contemplar bandejas de poliestireno expandido de 130 cm³ por cavidad para la producción de las plantas, llenadas con sustrato de corteza compostada de pino. Previo al llenado, las bandejas deben ser lavadas con agua y seguidamente bañadas con una mezcla de látex y oxiclورو de cobre, compuesto que permite realizar la poda química de las raíces y evitar que estas se peguen a la bandeja cuando se quiera retirar la planta.

Posteriormente, y previo a la siembra, las semillas deben ser sometidas a tratamientos pregerminativos. Estos tratamientos se realizan con el fin de que las semillas puedan romper su estado de latencia, acelerando el proceso de germinación. En el siguiente cuadro, se presentan algunos métodos de tratamientos pregerminativos de algunas especies nativas comunes de utilizar en procesos de restauración.

Tratamientos pregerminativos de especies nativas

Nombre Común	Nombre Científico	Pre - Tratamiento	Mes de siembra
Arrayán	<i>Luma apiculata</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Junio
Avellanillo	<i>Lomatia dentata</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Agosto
Corcolén	<i>Azara dentata</i>	Remojo por 48 hrs. en solución con ácido giberélico a 200 ppm	Junio
Culén	<i>Psoralea glandulosa</i>	Hervor en agua caliente y luego se deja enfriar	Agosto
Espino	<i>Acacia caven</i>	Remojo en agua hervida dejando enfriar a temperatura ambiente por 48 hrs.	Julio
Huingán	<i>Schinus polygamus</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Julio
Laurel	<i>Laurelia sempervirens</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Julio
Lingue	<i>Persea lingue</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Junio
Madroño	<i>Escallonia pulverulenta</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Junio
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Julio
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	Remojo por 48 hrs. en solución con ácido giberélico a 200 ppm	Noviembre
Mayu	<i>Sophora macrocarpa</i>	Remojo en agua hervida dejando enfriar a temperatura ambiente por 48 hrs.	Septiembre
Olivillo	<i>Aextocicon punctatum</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Julio
Peumo	<i>Cryptocarya alba</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Junio
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	Remojo en agua a temperatura ambiente por 48 hrs.	Octubre
Roble	<i>Nothofagus obliqua</i>	Remojo por 48 hrs. en solución con ácido giberélico a 200 ppm	Noviembre

Una vez realizados los tratamientos pregerminativos, la siembra se realiza en almácigo, para posteriormente ser repicada. Repicar significa trasladar las plantúlas desde los almácigos hasta las bandejas de producción final. Para la siembra en almácigos, se recomienda utilizar cajones de madera o plásticos, en las cuales se deposita una capa de sustrato y luego una capa de semillas homogéneamente distribuidas. Posteriormente, las semillas son cubiertas con sustrato fino. El sustrato debe mantenerse húmedo durante el periodo de germinación, evitando que la semilla se seque.

Riego: Para cada especie o grupo de especies se definen criterios de riego, en función de las demandas hídricas de ellas. Esto se evalúa diariamente, mediante una configuración de capturadores de datos y sensores, los que recopilan y almacenan información acerca de la humedad del sustrato y temperatura ambiente. Estos sensores permiten monitorear con una frecuencia de una hora durante toda la producción de plantas, las pérdidas de agua de las bandejas, controlando así las frecuencias de riego.

Fertilización: La fertilización se debe basar en la aplicación de diversos esquemas nutricionales que consideraren el uso de macro y micro elementos, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, zinc, manganeso, cobre y boro. La aplicación de las soluciones nutritivas se realiza idealmente en forma conjunta con el sistema de riego, por medio de un sistema de inyección.

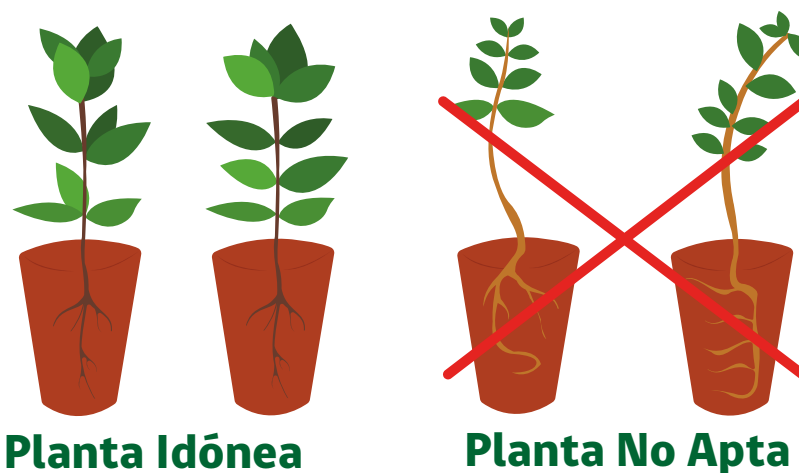
Evaluación mensual de las plantas: Una vez que la mayor cantidad de especies ya han germinado se debe proceder a la evaluación de longitud de tallo (LT, cm) y diámetro al cuello de la planta (DAC, mm). Estas evaluaciones se realizan de forma mensual. Para ello, se seleccionan tres bandejas al azar, midiendo las 18 plantas centrales de cada una. Este punto es de alta relevancia, toda vez permite ir realizando los ajustes necesarios en la producción de ser necesario.

5.4 Tipo y calidad de plantas

En general, preferir plantas en contenedor (speedling) o en bandejas, especialmente en zonas de baja precipitación, presencia de heladas, o mala calidad del suelo. En general son más pequeñas que las tradicionales a raíz desnuda, pero al llevar tierra en el pan de raíces, crecen más rápido y soportan mejor la sequía

Una planta de mala calidad puede tener uno o más de los siguientes defectos: doble flecha, raíz pequeña, daños visibles, pocas hojas, tamaño pequeño, color verde claro a amarillento, y escaso vigor.

Antes de trasladar las plantas desde el Vivero al lugar de la reforestación se debe hacer una cuidadosa selección del material, cuidando que la planta mantenga un buen cepellón, que su tallo sea fuerte, bien lignificado y que el follaje no presente brotes tiernos que puedan sufrir deshidratación. Las características morfológicas de las plantas seleccionadas deberán cumplir con el siguiente criterio: Mínimo de 30 cm de altura desde el ápice superior al cuello de la raíz y como máximo 50 cm.



Condición de planta idónea/no idónea

Una vez producidas las plantas en vivero, el siguiente paso corresponde a la plantación de estas en el terreno final. Los pasos a considerar para esto son:

5.5 Preparación de Sitio

Las actividades vinculadas a la preparación de sitio contemplan las siguientes etapas:

1. **Control de malezas pre-plantación**
2. **Habilitación de casillas de plantación**
3. **Cercado**

5.5.1 Control de malezas pre-plantación

Una vez producidas las plantas en vivero, el siguiente paso corresponde a la plantación de estas en el terreno final. Los pasos a considerar para esto son:

5.5.2 Control manual pre-plantación

Una buena alternativa es confeccionar una taza de plantación circular libre de malezas, la que debe tener al menos 1 m. de diámetro. Para su construcción se utilizan herramientas manuales como: Rozón, azadón, palas, desbrozadora. Esta faena es una muy buena opción para plantaciones en pequeñas superficies por la disponibilidad de mano de obra en el lugar, y la utilización de herramientas manuales de bajos costos. La desventaja de este método es su corto periodo de tiempo que permanece el terreno libre de malezas, sin embargo, si existe la posibilidad de realizar controles frecuentes, se constituye en una buena alternativa. Se debe mantener libre de malezas a las plantas por lo primeros tres años.

5.5.3 Control químico pre-plantación

Es el método más utilizado en plantaciones forestales tradicionales y se basa en la aplicación de herbicidas con el empleo de bombas de espalda o equipos de fumigación agrícola. En acciones de restauración es menos utilizado dado su impacto ambiental, sin embargo, es una alternativa que no puede ser descartada de plano.

Algunas de las combinaciones de productos más utilizados en este tipo de actividades son las siguientes:

- ☛ Control pre-plantación con mezcla de 3-7 Lt/ha de glifosato y 2-3 Kg/ha Simazina 15 a 30 días antes de la plantación
- ☛ Control post-plantación mezcla de 2-3 Lt/ha con Galant-Plus, 0,5-0,7 Lt/ha de Lontrel, y 1-2 Kg/ha de Simazina antes del comienzo del verano o durante el periodo o durante el periodo de crecimiento vegetativo.

Consejos:

1. Control manual, eliminar maleza en un radio mínimo de 1 m. alrededor de la planta.
2. En el caso del control químico se debe preferir el uso de herbicidas de baja toxicidad y corta duración residual en el ambiente.



Control de malezas en núcleo de plantación

5.5.4 Habilitación de casillas de plantación

Se debe contemplar un trabajo intensivo en la preparación de casillas de plantación, con el fin de lograr el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo en los distintos rodales:

- Mejorar la capacidad de agua aprovechable del suelo.
- Disminución de la compactación generada por anteriores prácticas de manejo.
- Favorecer la infiltración de agua.
- Favorecer el crecimiento inicial de la plantación.

La preparación intensiva de casillas, resulta un factor determinante en el éxito de las reforestaciones. **Es de suma importancia dedicar el tiempo y recursos necesarios para la preparación de sitio**, y no minimizar su efecto, el cual sin duda es fundamental para obtener buenos resultados.

El tipo de casilla de plantación puede ser variable, dependiendo de las condiciones específicas de cada rodal.

5.5.4.1 Casilla manual:

Corresponde al cultivo manual de suelo realizando un cultivo de 45 x 45 x 45 cm, lo que equivale a 0,09 m³ de suelo cultivado. La casilla se orienta transversal a la pendiente dejando un pequeño talud en su parte superior. Se utiliza esta preparación de sitio preferentemente en sitios de topografía irregular y de difícil acceso.

5.5.4.2 Casilla mecanizada con Retro-excavadora:

Corresponde al cultivo manual de suelo realizando un cultivo de 45 x 45 x 45 cm, lo que equivale a 0,09 m³ de suelo cultivado. La casilla se orienta transversal a la pendiente dejando un pequeño talud en su parte superior. Se utiliza esta

preparación de sitio preferentemente en sitios de topografía irregular y de difícil acceso.

5.5.4.3 Casilla mecanizada con Excavadora:

Corresponde al cultivo realizado por maquinaria pesada con subsolador (tridente) de 120 x 100 x 40 cm. realizando un cultivo aproximado de 1,00 m³.

Independiente del tipo de casilla utilizado, un factor de gran relevancia corresponde a la preparación con anticipación de éstas. Mientras antes en la temporada se pueda hacer la preparación de sitio, los resultados son mejores, toda vez las casillas cumplen una función de acumulación de agua, la cual es mayor mientras más tiempo estén habilitadas previo a la plantación.



Preparación de casillas con retroexcavadora

Consejos

- Se deben ordenar los desechos dentro del terreno para evitar que el suelo quede sin vegetación, especialmente en suelos frágiles y para facilitar la faena de establecimiento de la plantación. En terrenos con pendiente se sugiere ordenar los desechos en fajas y en el sentido de las curvas de nivel.
- En sitios planos las fajas deben disponerse en sentido contrario a la dirección de los vientos más comunes en la zona.
- Cuando en el terreno exista presencia de cárcavas u otros efectos de erosión se sugiere poner los desechos vegetales en estas áreas.
- En cursos de aguas, cunetas, alcantarillas, caminos, cortafuegos y zonas de protección, no se deben poner desechos vegetales.
- No utilizar quemas para la eliminación de desechos, en especial en zonas de alto nivel de fragilidad, pendientes pronunciadas y cercanas a áreas de protección.
- Evitar el uso del fuego para eliminación de desechos.

5.5.5 Cercado/exclusión de ganado

Al igual que en el manejo de regeneración natural cuando se realizan acciones de plantaciones de especies nativas es recomendable la construcción de cercos perimetrales para evitar el tránsito de animales mayores y para ello utilizamos dos tipos de cercos de acuerdo a las condiciones del terreno y tipo de fauna que pueda existir en el predio:

Cercos Estándar:

Confeccionado con 4 hebras de alambre de púas y postes cada 3 metros en su construcción, éstos últimos con una sección mayor a 5 centímetros o dos pulgadas.

Cercos malla ursus:

Cercos confeccionados con malla ursus de al menos 6 hebras y postes cada 3 metros en su construcción, éstos últimos con una sección mayor a 5 centímetros o dos pulgadas.

5.6 Transporte y Manipulación de Plantas

El transporte de las plantas se debe realizar en un vehículo cerrado, donde las plantas estén totalmente protegidas con el fin de evitar su deshidratación por sol y viento. Las plantas deben mantenerse en ambiente y condiciones que impidan su desecación o daño mecánico a cualquiera de sus partes. Las plantas serán manejadas cuidando de alterar lo menos posible la forma del pan de tierra, y no sobreexponer al viento y al sol el sistema radicular.



Camión adecuado para traslado de plantas

Es altamente recomendable asegurar una **permanencia de las plantas no mayor a 24 horas en terreno previo a plantación.**

5.7 Plantación

La Faena de plantación corresponde a una de las actividades de mayor relevancia en el proceso del establecimiento de especies nativas. De no ser realizada de manera adecuada, todo lo realizado previamente puede perderse. El cómo y cuando se ejecuta esta faena, incide directamente en el éxito de la sobrevivencia de las plantas.

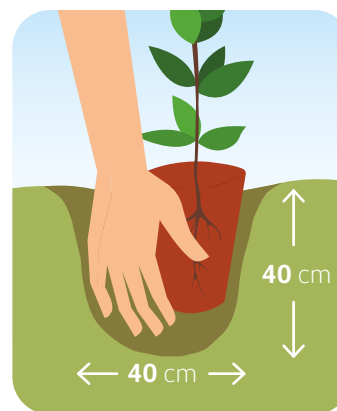
La plantación de especies nativas debe ser realizada en el periodo comprendido entre **fin de Mayo a la primera quincena de Agosto.** Existe un dicho tradicional del campo chileno que dice que se debe plantar en *"los meses sin R"*, el cual sin duda se ajusta plenamente a la realidad. Plantar fuera del periodo indicado, significa un estrés para las plantas principalmente por falta de humedad en el suelo.

5.7.1 Instalación de plantas

Corresponde a la colocación de las plantas dentro de la casilla previamente construida. Esta actividad se realiza con pala plantadora con el fin de mullir nuevamente el suelo, ubicando la planta en el centro de la casilla, teniendo especial cuidado en dejar ésta bien sujeta al suelo sin raíces expuestas. El plantador deberá respetar que la planta mantenga el límite natural de su parte aérea y subterránea, el que podrá estar a nivel del suelo circundante o bajo éste a una profundidad no superior a 5 centímetros.



Se debe sacar la planta desde la bandeja en la cual viene la planta, de manera tal que no se desrame el molde del suelo.



Luego coloque este molde en la hendidura, hecha en el centro del área cultivada descrita anteriormente.



Rellene el hoyo con la tierra y compacte levemente con el pie.

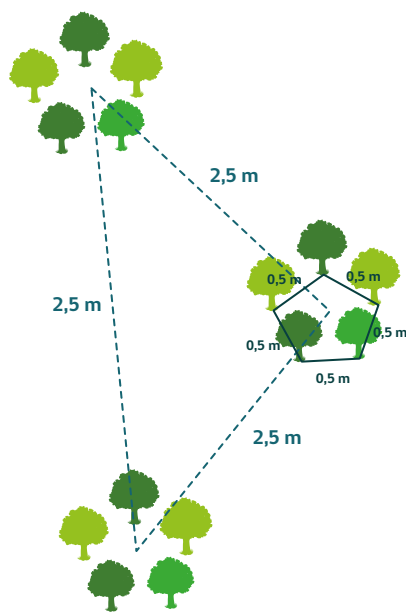
5.8 Técnicas de plantación con especies nativas

Dentro de los esquemas de plantación existen varios modelos, tradicionalmente en plantaciones forestales se realizan esquemas de hileras y sobre hileras, sin embargo, en el programa se han utilizado otros modelos como plantación en núcleo y aleatorios, los que se describen a continuación.

5.8.1 Esquema de plantación en Núcleo

La **plantación en núcleo**, implica la instalación de grupos de 3 a 5 plantas por casilla, de especies diferentes, distribuidos heterogéneamente en el rodal. Esto con el fin de recrear una situación más cercana a la que ocurre de forma natural, con distintas especies creciendo cercanas entre sí. No existe un orden preestablecido y la ubicación de las plantas está dada por el azar.

La nucleación es un proceso de la sucesión ecológica, en que la vegetación existente facilita la dispersión de semillas y el reclutamiento de otros individuos alrededor de los núcleos remanentes. Este proceso es de suma importancia en sitios donde la regeneración está limitada por condiciones abióticas o donde existe una dispersión restrictiva de semillas. Además, los núcleos de vegetación tienden a acumular suelo, agua y en algunos casos nutrientes, lo que genera condiciones más favorables para el crecimiento. Este tratamiento consiste en ubicar las plantas



Esquema de plantación en núcleo

de manera agrupada (a 50 cm entre individuos del mismo núcleo), generando pequeños núcleos biodiversos. El orden en que estas se encontrarán dispuestas en el núcleo será de manera aleatoria. Cada núcleo tendrá una distancia de 2,5 m de distancia entre sí.

5.8.2 Esquema de plantación en hileras

La **plantación individual**, corresponde a la manera tradicional de plantación utilizada por los sistemas productivos. Implicó la instalación de solo una planta por casilla, distribuidas heterogéneamente en el rodal.

Este puede ser efectuado en hileras rectangulares (figura 1), cuadradas (figura 2), trespabillo (figura 3), de acuerdo a la característica del terreno y, preferentemente, siguiendo las curvas a nivel (Figura 4).

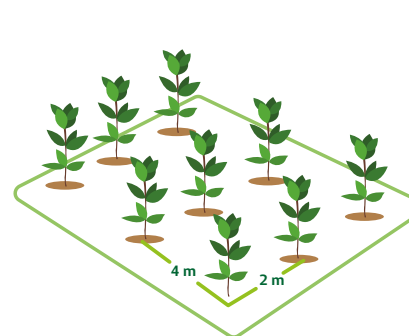


Figura 1

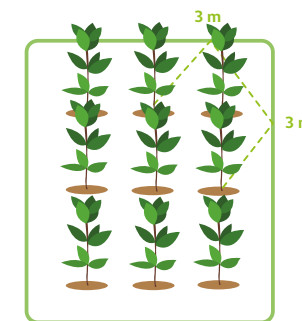


Figura 2

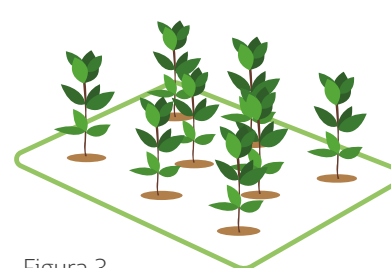


Figura 3

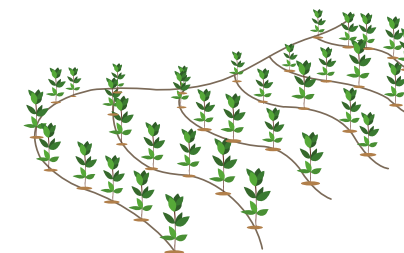
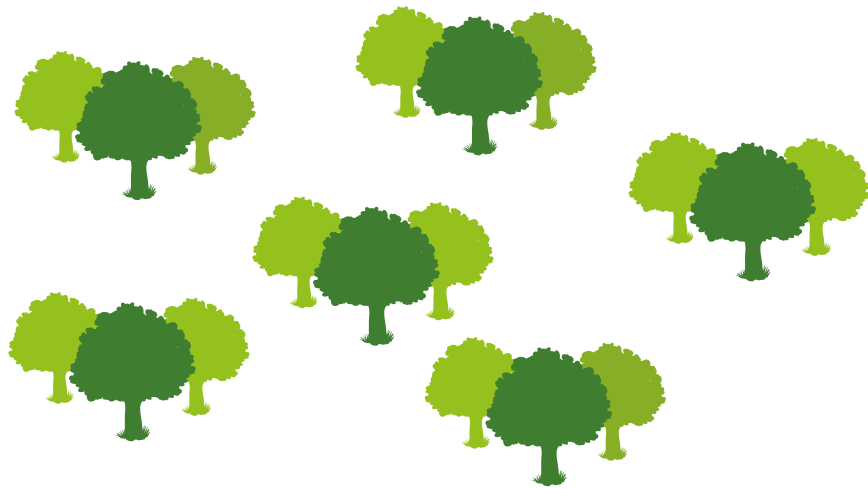


Figura 4

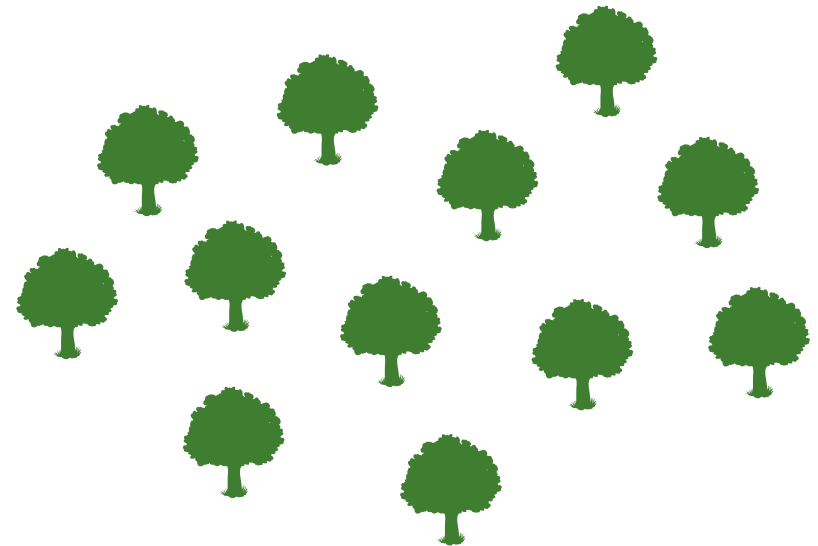
Esquema de plantación en hileras



Plantación en núcleo

5.8.3 Esquema de plantación aleatorio

Básicamente consiste en instalar las plantas de manera aleatoria dentro del sitio, procurando sólo en establecer una cobertura de toda la superficie. La distribución y ubicación tanto de las especies como de las plantas queda en manos del plantador que realice la actividad. Para facilitar que las especies sean instaladas lo más al azar posible, en una caja plantadora se colocan plantas de diversas especies, de tal forma que el plantador saque una especie distinta cada vez.



Esquema de plantación aleatorio

5.9 Fertilización

En general los métodos manuales son los más usados en plantaciones y principalmente se usan las siguientes modalidades:

5.9.1 Aplicación de fertilizante en hoyos:

Se incorpora el producto haciendo cuatro a cinco hoyos, a una distancia de 15-20 cm de la planta, y a una profundidad no mayor a 10 cm.



5.9.2 Aplicación de fertilizante en bandas paralelas:

Este método es el más usado y proporciona buenos resultados. La aplicación se efectúa haciendo dos fajas paralelas, una a cada lado de la planta, a 15 cm de ésta y a una profundidad no mayor a 10-15 cm, agregando el fertilizante y luego tapando con tierra. En terrenos con pendiente, se puede hacer solo una faja en la parte superior de la pendiente.

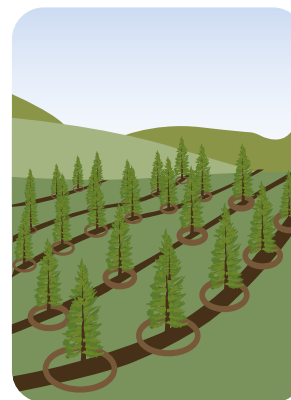
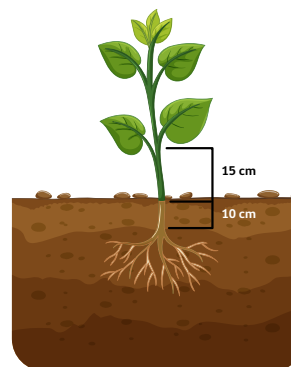


5.9.3 Aplicación de fertilizante en círculo:

Se aplica el producto haciendo un círculo en una distancia no mayor a 15-20 cm de la planta, agregando el fertilizante en todo su contorno. Este método, aunque puede ser el más efectivo al entregar el fertilizante alrededor de la planta, también es el más caro por el bajo rendimiento en la aplicación.

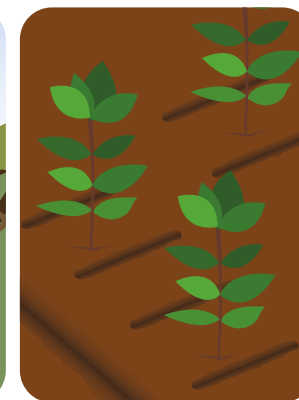
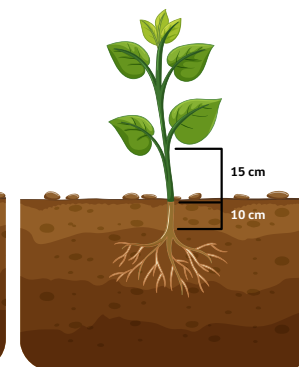
Esquemas de aplicación de fertilización en faenas de plantación

Hoyos



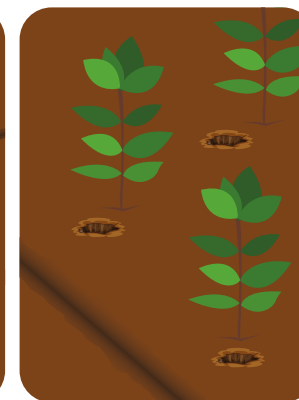
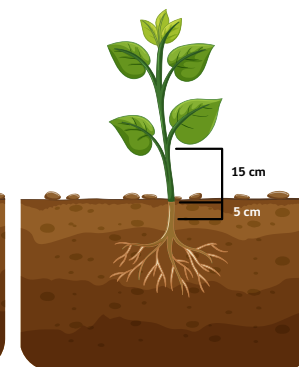
Hoyos a 15 cm. de la planta, a una profundidad de 10 cm., cubierta con tierra.

Bandas Paralelas



Bandas paralelas a 15 cm. de la planta, a 10 cm. de profundidad, cubierta con tierra.

Círculo



Círculo, a 15 cm. de la planta, a 5 cm. de profundidad, cubierta con tierra

Consejos

- Aplicar el fertilizante al momento de la plantación o después del período de lluvias e iniciado el período de primavera (2 a 3 semanas después de haber plantado).
- La aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK), junto con un control de malezas, mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- La dosis de aplicación puede variar entre diferentes predios, lo cual dependerá de la calidad y estado del suelo a plantar y del análisis químico del suelo.
- La fertilización solo ayuda efectivamente a las plantas cuando no existen malezas.
- Nunca se deben botar restos de fertilizantes a cursos de agua ni dejar envases botados en el terreno.
- En general, la fertilización de una plantación requiere de un análisis químico del suelo antes de plantar, para saber cuáles nutrientes se necesitan agregar.

Como buena práctica de restauración, recomendamos priorizar la utilización de fertilizantes y enmiendas de tipo orgánico por sobre fertilizantes químicos. Si bien ambos son de gran utilidad en las labores de plantación, el uso de orgánicos contribuye de manera más amplia a mejorar las condiciones del suelo, no solo aportando nutrientes específicos, sino que beneficiando la estructura y microbiología de este.

5.10 Instalación de protectores

5.10.1 Protección de plantas

Según la presencia de herbívoros, es fundamental considerar la protección de las plantas una vez plantadas, esto es posible hacerlo instalando una barrera física alrededor de cada planta para ello existen en el mercado una amplia variedad, en el Programa se utilizaron a modo de ensayo varios tipos de protección

Independiente del tipo de protector que se utilice la instalación del protector se realiza cuidando que la parte inferior de éste quede en contacto con el suelo, para dar sujeción al protector se instala un tutor, el que será adherido al protector mediante amarre de alambre dulce o abrazadera plástica, corchetes o grapas. El protector será instalado inmediatamente después de poner la planta. El plantador debe velar porque el tutor no dañe la parte radicular de las plantas, para ello, se debe instalar el tutor a una distancia de al menos 5 cm. desde el fuste de la planta.



Protector individual de plantas



Sistemas de protección de plantas

5.11 Aplicación de mulch/mantillo

Esta es una técnica relativamente simple que consiste en aplicar una capa de material orgánico sobre del suelo, de modo que su superficie quede completamente cubierta, evitando con ello que el suelo se exponga al aire.

Esta práctica se ha realizado durante muchos años, pero en las últimas décadas ha sido reinventada para el diseño especialmente de jardines, y en esta ocasión se ha utilizado en proceso de restauración a mayor escala, como se revisó en capítulos anteriores, la utilización del material de desecho proveniente del roce o eliminación de las especies no deseadas que se encuentran al interior del sitio intervenido, es una fuente para la elaboración del mantillo o mulch.

Se debe cubrir completamente el suelo de la casilla, teniendo cuidado de no ahogar con una capa muy gruesa plantas pequeñas o apilar los tallos de las plantas leñosas.

Entre otras consideraciones que se deben tomar para su aplicación adecuada están las siguientes:

- 🌿 Preferiblemente limpie el terreno de malezas antes de aplicarlo.
- 🌿 Coloque una capa de mulch con un máximo de 10cm de grosor y espárzalo bien por toda el área deseada.
- 🌿 Si va cubrir árboles lo mejor es dejar los tallos libres.

Sus ventajas son:

- 🌿 Se consigue sombra, promoviendo una situación micro climática que favorecerá la flora microbiana y nitrificante. Esto se traduce en una mejor nitrificación con el consiguiente aporte de nitrógeno a nuestro suelo.
- 🌿 Se impide la compresión de la tierra.
- 🌿 Se facilita la aireación debido al aumento de porosidad.



Aplicación de mulch en núcleos de plantación

Aplicación de mulch en núcleos de plantación

Rucachucao
(*Nertera granadensis*)

Intervenciones Post Plantación

6.1 Control de malezas post plantación

Una buena alternativa es confeccionar una taza de plantación circular libre de malezas, la que debe tener al menos 1 m. de diámetro. Para su construcción se utilizan herramientas manuales como: Rozón, azadón, palas, desbrozadora. La desventaja de este método es su corto periodo de tiempo que permanece el terreno libre de malezas, sin embargo, si existe la posibilidad de realizar controles frecuentes, se constituye en una buena alternativa. Se debe mantener libre de malezas a las plantas por lo primeros tres años.



Control de malezas post plantación

6.2 Medición de resultados y prendimiento

Para cada temporada de reforestación, se deben realizar estudios de prendimiento, o de sobrevivencia de las plantas en la temporada siguiente.

Los datos deben ser colectados entre los meses de abril a junio de cada temporada de medición, y en base a ellos, se obtienen los porcentajes de prendimiento totales por temporada, así como también desagregados por predio y por especie.

La metodología ideal a aplicar, debe contemplar el cálculo de tamaño muestral por cada especie plantada en el rodal en función al número de plantas establecidas en el sitio, a un nivel de confianza del 95% y a un 5% de margen de error. En términos concretos, esto se traduce en una cantidad de plantas por especie que hay que muestrear en cada sitio, y registrar su condición viva o muerta. La sumatoria de la muestra por cada especie da el total de la muestra por el predio/sitio en evaluación.

Para los resultados de la temporada 2018, se decidió realizar una medición más completa de los resultados, para lo cual se cambió la metodología utilizada en los años anteriores. La nueva metodología contempló el cálculo de tamaño muestral por cada especie plantada en el rodal en función al número de plantas establecidas en el sitio, a un nivel de confianza del 95% y a un 5% de margen de error. En términos concretos, esto se traducía en una cantidad de plantas por especie que había que muestrear en cada sitio, y registrar su condición viva o muerta. La sumatoria de la muestra por cada especie daba el total de la muestra por el predio/sitio en evaluación.

Si bien este método significaba un esfuerzo enorme en términos de muestro en terreno, por el número mayor de muestra por predio, los datos obtenidos eran mucho más precisos, dada la composición multi-especie de las faenas de reforestación. Por otra parte, nos permitió obtener datos valiosos sobre el comportamiento de cada una de las especies consideradas en las plantaciones.

6.3 Retiro de protectores

El retiro de protectores de polipropileno u otro material utilizados en las faenas de reforestación debe ser contemplado en las acciones de restauración. Si bien estos cumplen una labor fundamental sobre todo durante la primera temporada de las plantas, luego del segundo año, su tarea ya está cumplida. Esto significa la necesidad de retirar la mayor cantidad posibles de estos dispositivos, con el fin de reducir la contaminación generada, y al mismo tiempo poder recuperar la mayor cantidad con fines de reutilización en otras faenas que los requieran.

En general, luego de 2 a 3 temporadas el protector deja de ser funcional, toda vez que pierde sus características estructurales y comienza a desintegrarse. En este lapso, hay protectores que están en condiciones de ser dispuestos para reutilización y donación a otras organizaciones que se encuentran realizando programas de plantación de especies nativas.

En promedio, el 30% de protectores que se utilizan en faenas de restauración quedan en condiciones de reutilizarse. Esto es de alta relevancia, toda vez deben ser recuperados y dispuestos para reutilización y donación a otras organizaciones que se encuentren realizando programas de plantación de especies nativas, fomentando la economía circular.

Es de gran importancia considerar la reutilización de todos los insumos utilizados en las acciones de restauración. Desde las bandejas y bolsas utilizadas en producción de plantas, envases de traslado de insumos, estacas, todo material debe entrar en un lógica circular, ya sea para su adecuado reciclaje, como para su potencial reutilización y apoyo a otras iniciativas de restauración.



Disposición de protectores para reutilización



Bosque Nativo del Cerro Cayumanque, comuna de Quillón

Peumo
(*Cryptocarya alba*)



Obras de recuperación de suelos



Este tipo de intervenciones corresponden a tratamientos físico - mecánicos, que permiten mantener o recuperar los equilibrios ecológicos para un uso del suelo de forma óptima, para de esta forma alcanzar la mayor capacidad productiva sin que se provoque su deterioro físico, químico o biológico. En esta oportunidad presentaremos 2 tipos de obras de recuperación de suelos: a) Zanjas de infiltración y b) Canales de desviación.

7.1 Zanjas de infiltración

La zanja de infiltración es una excavación en el terreno que se establece para acumular el agua de lluvia, permitiendo una mayor infiltración de ésta en el perfil del suelo, proporcionando así humedad a las plantas establecidas en los borde de ellas, en periodos de lluvias escasas. Para un mejor aprovechamiento de las aguas lluvias acumuladas en las zanjas, en la parte superior e inferior se deben plantar especies vegetales herbáceas o plantas arbustivas, que servirán como barreras vivas. En la parte inferior se recomienda instalar ser árboles nativos de la zona o árboles de uso frutal. Los materiales requeridos para su establecimiento, son un nivel tipo A para el trazado de la línea de ubicación de , palas y picotas, lienza y estacas para trazar la zanja.

Los pasos para su construcción son: (1) Trazar la ubicación de las zanjas en curvas de nivel; (2) Excavar las zanjas a 40 - 50 cm, dejando mas ancha la parte superior; (3) Depositar la tierra que sale de la zanja, en la parte inferior de ésta; (4) Establecer hierbas o arbustos sobre la tierra acumulada.

El mantenimiento es uno de los elementos fundamentales en el uso de una zanja de infiltración, y debe realizarse permanentemente, y en especial cuando la zanja se haya llenado de agua en un evento de lluvias, para asegurar su buen funcionamiento.



Esquema de habilitación de zanjas de infiltración

7.2 Canal de desviación


Son obras de recuperación de suelos, manuales o mecanizadas, que se construye casi siempre en la parte superior o media de la ladera para capturar la escorrentía, desviando el agua antes de zonas erosionadas o susceptibles a erosionarse, llevándola, idealmente, a una quebrada o a una zona estable y protegida.

- Se construye en sentido contrario o cruzando a la pendiente con un ligero desnivel (1%) para transportar el agua a un área receptora estabilizada o vertedero.
- Las dimensiones con las cuales se construya deberán permitir evacuar un volumen de agua según la precipitación de diseño.
- Aguas abajo, al lado a la excavación, se construye un camellón de altura y ancho similares a la profundidad del canal y a la anchura superior de la obra respectivamente.
- El largo máximo recomendado es de 100 metros. El último tramo del canal corresponde entre un cuarto y un quinto de la longitud total de la obra, se construye a nivel y sin camellón, con una sección entre un 25 a 35% mayor que la sección en desnivel, sin variación de las pendientes en los taludes.
- Al igual que en las zanjas de infiltración, no se realiza la construcción de canales de desviación como obra de recuperación de suelos degradados en suelos no estructurados, tales como trumaos, arenales y dunas.



Maitén (*Maytenus boaria*)

Obras de cosechas de agua lluvias



Los cambios climáticos mundiales hacen cada vez más crítica la distribución de las lluvias en todo el territorio. Además, el deterioro del suelo, la deforestación nativa y las extensas plantaciones forestales exóticas han afectado los niveles de las napas freáticas. Es así como las fuentes de agua profundas para el consumo familiar y riego se agotan.

La falta de agua durante los meses de verano y la baja capacidad de retención de humedad de los suelos degradados, hace muy difícil la recuperación de los ecosistemas. Por otra parte, durante los meses invernales, el exceso de agua lluvia no sólo se pierde, sino que escurre erosionando el suelo.

Ante este escenario, una buena alternativa es la acumulación de al menos una parte de agua excedente de invierno, para ser utilizada en verano.

A continuación, se proponen dos métodos a través de cuales es posible realizar acumulación de aguas lluvias en épocas invernal para ser utilizado posteriormente en verano, tanto para el riego de sectores en procesos de restauración como también para el establecimiento de fuentes de agua para la vida silvestre.

8.1 Sistema de acumulación de agua lluvia desde los techos

La cosecha de agua desde un techo se puede realizar de manera muy simple utilizando canaletas para guiar el agua hacia un estanque, tambor o recipiente donde será finalmente almacenada.

Básicamente consiste en instalar un tambor acumulador en la baja de agua de un techo. La ubicación de estos depende del espacio disponible y de en qué se utilizara el agua a futuro. Si es posible instalar el tambor en altura se podrá utilizar la diferencia de nivel para impulsar el agua hasta el lugar donde será utilizada.

En la construcción de este sistema de cosecha se requiere los siguientes materiales:

- 2 tambores de 200 litros en buen estado, también es posible utilizar tambores plásticos .
- 1 llave para agua de 1/2".
- Canaleta de PVC o hecha con 2 tapas de madera.

Para el soporte:

- 1 poste de 4 x 4" de 3,20 m
- 5 tapas
- Clavos

Las ventajas de este sistema son múltiples:

- Es fácil de instalar y de usar.
- Permite acumular alrededor 400 litros de agua.

- Utiliza la altura para extraer el agua, mediante la llave de paso.
- Es una alternativa efectiva en lugares de difícil captación de napas freáticas.
- Es capaz de acumular agua para el verano, prácticamente sin pérdidas.
- Es un sistema fácil de construir y de sencillo manejo.



Sistema de colecta de agua lluvia desde techo

8.2 Sistema de Acumulación de Agua Lluvia en Minitranques

La erosión de los suelos se expresa en grandes cárcavas o zanjones, alcanzando en muchos casos formas y dimensiones que hacen posible su utilización bajo la forma de minitranques para la acumulación de aguas lluvia.

Esta es una técnica que permite cosechar agua lluvia aprovechando las cárcavas provocadas por la erosión, almacenarla y de esta forma disponer de agua en verano. Por otra parte, favorece a la conservación de suelos mediante la disminución del grado de erosión, ya que nos permite reducir la velocidad del torrente de agua que escurre por estas cárcavas. De igual manera, el espejo de agua resultante se puede constituir como una valiosa fuente para la vida silvestre, atrayendo aves, reptiles y pequeños mamíferos que contribuyen a la dispersión de semillas del bosque nativo.

El sistema básicamente consiste en la construcción de un doble muro, con vertedero de madera, en lugares angostos de la cabecera de una cárcava. El fondo de la cárcava se sella con polietileno y se suavizan los taludes. En su construcción se utiliza madera de pino de 4x4", tapas y polines impregnados. El plástico de preferencia es una geomembrana de mínimo 1mm de espesor.



Sistema de cosecha de agua lluvia en minitranque

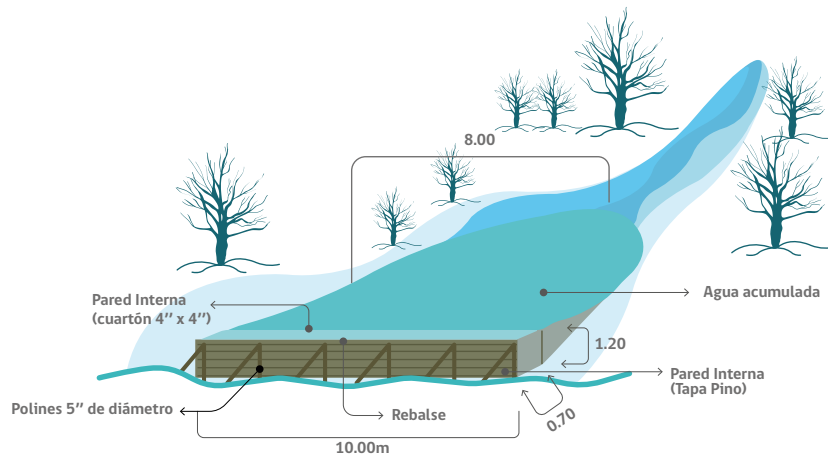
Los pasos para su construcción son los siguientes:

Ubicación de la Cárcava:

Se requiere estudiar detenidamente las características generales de la cárcava antes de realizar la obra, de manera de optimizar el diseño y ubicación del dique. Ésta, en lo posible, debe ser una cárcava no muy profunda, máximo de 6 m, con un ancho no mayor a los 12 m. Debe tener una parte angosta donde se pueda construir el terraplén.

Limpieza de la Cárcava:

Esto es la primera actividad a realizar. Es importante sacar todas las malezas, palos, ramas, etc, para evitar que la geomembrana se rompa.



Esquema de sistema de cosecha de agua lluvia en minitranque

Suavizar Taludes:

Se debe rebajar y suavizar los taludes, para hacerlos más firmes y evitar derrumbes.

Construcción de Terraplén:

Una vez limpia y ubicada la parte más angosta de la cárcava, se procede a hacer la zapata en la pared de la cárcava, con un ancho de 50 cm. La zapata es una excavación de 0,7 m de ancho por 0,3 m de profundidad, por el largo del dique, realizada en la parte inferior de éste de manera de impedir el paso de agua bajo el dique. Esto se realiza compactando el suelo e introduciendo las vigas inferiores de la pared del dique. La profundidad del corte depende del ancho de la cárcava que determina el largo del terraplén. En esta hendidura, se comienza a poner la empalizada de madera interna y externa.

Construcción de la Empalizada:

Se entierran polines (3-4") en forma de estaca, distanciados a 1,5 m. uno de otro, donde se adosará la madera. Estas se ponen para ambas paredes del terraplén. El terraplén corresponde a la pared del dique, la cual está constituida por dos paredes de madera, una exterior y otra interior, con un espacio relleno con tierra del lugar. En general el ancho es de 0,8 y la altura y el largo depende del tamaño de la cárcava.

Para la construcción de la pared interna de la empalizada se utiliza cuarterones de 4x4", de pino impregnado. En la pared externa se utiliza madera de pino de 1x5" (tapa), impregnada en aceite quemado.

Una vez terminada la empalizada, el espacio que queda entre ambas paredes se rellena con la tierra que se saca de la limpieza de la cárcava y se suaviza la pendiente de la pared interna haciendo un talud de tierra para que asiente bien el plástico.

Postura del plástico




Para poner el plástico se hace una canal por todo el contorno del minitranque por sobre el nivel o espejo de agua, para poder enterrar y afirmar el plástico con tierra. El plástico debe colocarse desde la empalizada hasta el final del espejo de agua, debiendo cubrir toda la empalizada o terraplén para que el agua no arrastre la tierra de su interior.

Construcción del Rebalse

Dado que la cantidad de agua que llega al minitranque es mayor que la que puede acumular, siempre se va a producir un rebalse de agua. Para evitar problemas con esta agua, se debe asegurar que los bordes del sistema estén bien nivelados, evitando así fugas por los costados. En la parte superior del terraplén, se introducen los tubos del desagüe, los cuales deben ser de un tamaño adecuado (4 a 6") de manera que el agua fluya con facilidad y no se tape la salida. Es aconsejable colocar 2 ó 3 tubos para mejorar el desagüe. También se recomienda colocar sacos con arena en la caída del agua, para evitar que se erosione ese sector y se produzcan derrumbes.

Beneficios

Dentro de los beneficios posibles de obtener con estos sistemas, se encuentran:

-  Es capaz de acumular agua durante el verano prácticamente sin pérdidas, donde es posible llenarlo las veces que se requiera.
-  Es económico, accesible para los pequeños productores.
-  Fácil de construir, lo que lo hace una técnica altamente replicable, y con la posibilidad de utilizar recursos propios.

- 🌿 Fácil de manejar, no requiere de especialización técnica, y su mantención es mínima.
- 🌿 Baja dependencia de insumos externos, como electricidad y especialista.
- 🌿 Se puede construir en lugares marginales y alejados, por lo que el costo de oportunidad es bajo.
- 🌿 Contribuye a procesos de activación ecológica por medio del crecimiento de árboles, pastos o cultivos y atracción de vida silvestre.
- 🌿 Favorece el control de cárcavas y erosión.
- 🌿 Dado que se construyen en partes altas de los cerros, el agua acumulada posee una presión de bajada muy beneficiosa, que hace posible regar con sistemas eficientes como goteros, cinta, microaspersores, entre otros, sin requerir de bombas impulsoras.

Sin agua no hay vida. No existe máxima más real, y a la vez más terrible para el que no tiene acceso a ella. El agua cada vez más se está volviendo un bien escaso en nuestros territorios. Las acciones de cosecha de agua, junto con proveer de agua para nosotros, proveen y atraen a sus habitantes por derecho natural: insectos, crustáceos, aves, anfibios y animales en general, que son parte fundamental de cualquier proceso de restauración.

Minitranque de cosecha de agua lluvia



