



GUÍA PRÁCTICA DE MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES EN EL NOROESTE DE LA PATAGONIA

Para productores, técnicos y empresas



GUÍA PRÁCTICA DE MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES EN EL NOROESTE DE LA PATAGONIA

Para productores, técnicos y empresas



LA PRESENTE GUÍA CONSTITUYE PARTE DE LOS CONTENIDOS VERTIDOS EN EL MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN EL NOROESTE DE LA PATAGONIA. PRETENDE RESUMIR EN FORMA DE PROCEDIMIENTOS ALGUNAS ACTIVIDADES DEL MANEJO DE LAS ESPECIES FORESTADAS MÁS FRECUENTES EN LA REGIÓN, ORIENTADA A PROPIETARIOS, TÉCNICOS Y EMPRESAS FORESTALES.

HA SIDO NUESTRA PRETENSIÓN QUE EL MANUAL DE CONTENIDOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS TENGA TODA LA BASE DEL CONOCIMIENTO ACTUAL PARA EL MANEJO DE LAS PLANTACIONES Y ACTÚE COMO COMPLEMENTO DE ESTA GUÍA ANTE CUALQUIER DUDA QUE SURJA, AMPLIACIÓN O PROFUNDIZACIÓN QUE SE REQUIERA.

“Esta Guía fue elaborada con el apoyo
del Proyecto Conservación de la Biodiversidad
en Paisajes Productivos Forestales - GEF TF 090118”.

2018

Editores: Luis Chauchard, María Cristina Frugoni, Carla Nowak.
Diseño: Yanina Dillon.

ASPECTOS AMBIENTALES

2

ASPECTOS AMBIENTALES

AUTORES: Verónica Rusch, Javier Gyenge, M. Cristina Frugoni, Mauro Sarasola, M. Victoria Lantschner, Martín Nuñez, Cecilia Nuñez, Juan P. Diez, Mariana Weigandt, María Elena Fernández

MANTENIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD

Las actividades humanas generan modificaciones en los ecosistemas. En algunas oportunidades éstas son reversibles, mientras que en otras son definitivas; siendo imposible o de muy alto costo revertirlas. Estos cambios actúan, en la mayoría de los casos, en forma directa sobre el suelo y la vegetación. Indirectamente, la fauna y el resto de la biota relacionada con la vegetación también es alterada. Es así como se pierde o degrada el hábitat para muchas especies, y se separan o “fragmentan” los espacios donde esas poblaciones habitan. Esta reducción de superficie de ambientes aptos, de recursos y conectividad entre las poblaciones está generando lo que, junto al cambio climático, se reconoce como el mayor problema ambiental del planeta: la pérdida de biodiversidad, la extinción de especies o genotipos de plantas y animales. Hasta hace unos decenios, se creía que la generación de áreas protegidas (parques y reservas nacionales o provinciales), podrían ser suficientes para frenar este proceso. Sin embargo esta suposición es incorrecta, ya que muchos genotipos se hallan fuera de las mismas, o los tamaños y/o cantidad de recursos de estas áreas son insuficientes para mantener las poblaciones de tamaño necesario para asegurar su supervivencia. Es por ello que hoy se reconoce que es fundamental que las áreas bajo uso productivo aporten a dicha conservación. Esto puede hacerse de diversas maneras, pero básicamente se puede precisar “dónde”

se realiza la actividad (hay áreas más valiosas para la conservación que otras) y “cómo” se hace (¿cómo se dispone la actividad en el espacio?, ¿cuán intensamente se aplican prácticas de manejo?, ¿cuáles son estas prácticas y cuál es su efecto?).

Con relación a las plantaciones forestales en el Noroeste de la Patagonia las recomendaciones de conservación de la biodiversidad son:

Áreas y especies de valor

Diferentes análisis regionales han permitido definir áreas de alto valor para la conservación, precisando sus valores. Asimismo, las especies categorizadas internacionalmente como amenazadas de extinción se hallan identificadas y descritas, existiendo mapas de distribución de gran parte de ellas. En estas zonas, se debe tener en cuenta que no deben hacerse plantaciones o manejos que reduzcan la calidad ambiental y la disponibilidad de recursos para dichos elementos o especies de valor.

Ambientes de valor

Los bosques nativos muy añosos no deberían ser reemplazados por plantaciones. Por el contrario, debería mantener o mejorarse su calidad, si sufrieran

degradación. Muchas áreas presentan vestigios de antiguos bosques, por ejemplo relictos de ciprés de la cordillera en áreas de roquedales, bosques de coihue en cañadones o márgenes de lagos, araucarias en pequeños grupos, aisladas en áreas donde hubo bosques continuos, entre otros. Estos bosques son potencialmente recuperables, por lo que se debería tener en cuenta que las plantaciones pueden favorecer la recuperación de estos bosques nativos.

Estrategias a escala de paisaje: mantenimiento de la conectividad y heterogeneidad

Es necesario realizar un diseño de las forestaciones que promueva el mantenimiento de áreas con vegetación natural y la conectividad de las mismas. Si las condiciones de las plantaciones son “hostiles” al ambiente, es decir, que no contribuyen a mantener los atributos de hábitat que son requeridos por las especies nativas, los corredores de vegetación nativa cumplirán un rol fundamental para mantener conectado el paisaje y facilitar el movimiento de las especies entre parches de hábitat original. La generación de un mosaico de ambientes diferentes a partir del manejo (fechas de plantación, densidad, especies, etc.) promueve condiciones de hábitat adecuadas para una mayor diversidad de organismos.

Por otro lado, los sistemas degradados suelen presentar condiciones de hábitat más pobres, con menor diversidad de especies nativas y complejidad estructural. Una alternativa de manejo a escala de paisaje es concentrar la producción forestal en áreas ya degradadas, y focalizar los esfuerzos de conservación sobre

los sistemas menos degradados. En estos casos, los efectos positivos de las plantaciones no sólo se relacionan con la generación de hábitats para las especies de fauna nativa, sino que también pueden tener efectos positivos sobre la calidad del suelo.

Conservación de elementos originales del paisaje

Vegetación nativa. Resulta de gran importancia el mantenimiento de parches de vegetación nativa dentro del área a forestar. El área total de parches remanentes de vegetación nativa debería ser proporcional a la extensión de la plantación a escala de paisaje. Por otro lado, la presencia de parches de vegetación nativa de pequeño tamaño (a partir de 0,5 ha), sin usos adicionales, también son valiosos y se debe promover su conservación, incluso si se encuentran aislados. Las plantaciones grandes (mayores a 1000 ha) deberían contener, al menos, un 30 % de su superficie cubierta por parches remanentes de vegetación nativa.

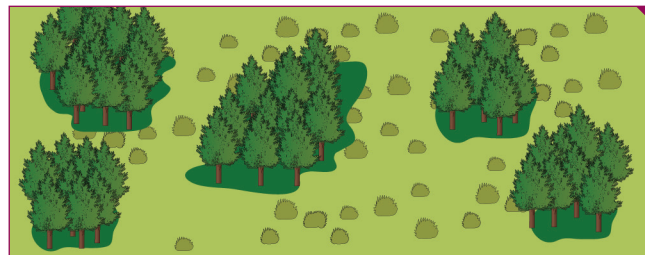


Figura 1. La vegetación nativa, o en general los ambientes con alta calidad de hábitat deben tener superficie suficiente y estar conectados entre sí para mantener las poblaciones de fauna y flora original. Nótese que los bordes del “predio” presentan ambientes de calidad. Es una de las modalidades para mantener la conectividad a una escala espacial que involucre también a potenciales vecinos forestadores.

Corredores y otras estructuras para mantener la conectividad. El paisaje natural se encontrará conectado cuando más del 50 % de su superficie sea apta para la supervivencia de especies autóctonas (lo cual no significa necesariamente que el 50 % de la superficie deba conservarse sin uso, pero sí que el uso debe ser poco intensivo). En los casos en que el paisaje intervenido sólo contenga áreas aisladas de ambientes nativos, deberá promoverse el mantenimiento de fajas o corredores de hábitat que sean aptos para la vida silvestre, de modo de conectar las áreas remanentes de vegetación nativa entre sí (Figura 2). Se suele considerar 100 m un ancho apropiado para los corredores, si bien la efectividad del mismo varía según su largo, su continuidad, la calidad del hábitat

dentro del mismo, su posición topográfica y el tipo de vegetación circundante. Los corredores más largos deben ser más anchos que los cortos. A la vez, animales más grandes requieren corredores más anchos.

Los corredores discontinuos o “stepping stones”, formados por parches aislados de vegetación nativa que están cercanos entre sí, resultan valiosos para aves u otros animales que pueden moverse fácilmente entre dichos parches.

Los cortafuegos entre plantaciones representan estructuras relevantes como corredores para la fauna, especialmente cuando presentan vegetación nativa.

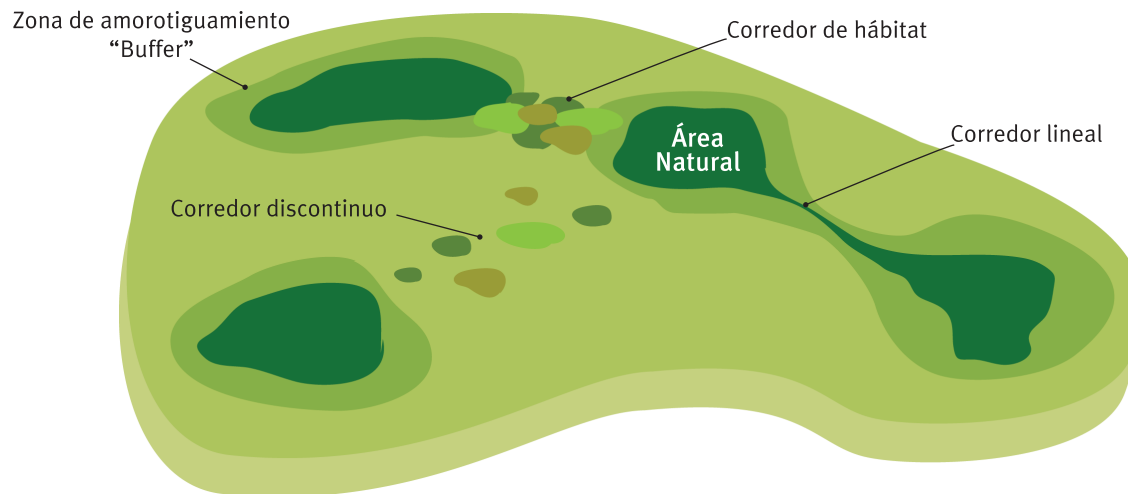


Figura 2. Esquema de los distintos tipos de corredores y estructuras para mantener la conectividad del hábitat cuando la superficie de este es escasa.

Heterogeneidad en el diseño y disposición espacial de las plantaciones

Tamaño y forma de las plantaciones. A mayor tamaño de parche de plantación, mayor será la homogeneidad. En ese sentido, el establecimiento de parches de plantación de menor tamaño y la creación de irregularidades en la forma de las plantaciones, favorecen la presencia de una mayor proporción de bordes y claros, favoreciendo así la existencia de una mayor diversidad de hábitats para la flora y la fauna nativa. Dado que el aumento de la superficie de bordes, también puede tener un efecto negativo sobre la vegetación lindante, si se tratase de un ambiente natural de valor para la biodiversidad, sería más adecuado reducir la superficie de contacto.

Edad de los rodales. La heterogeneidad a escala de paisaje se puede lograr también intercalando rodales de distintas edades.

Especies plantadas. Se puede favorecer la heterogeneidad generando mosaicos de distintas especies, particularmente de especies que difieran estructuralmente.

Manejo silvícola. El “raleo a densidades variables” (varía la intensidad de raleo a lo largo de una escala ecológicamente apropiada, como 0,1 a 0,5 ha) y la poda, permiten generar un mosaico de parches con diferentes intensidades de manejo.

Cosecha. Dispersión espacial de los rodales sometidos a cosecha. Cortas sucesivas en lugar de talas rasas,

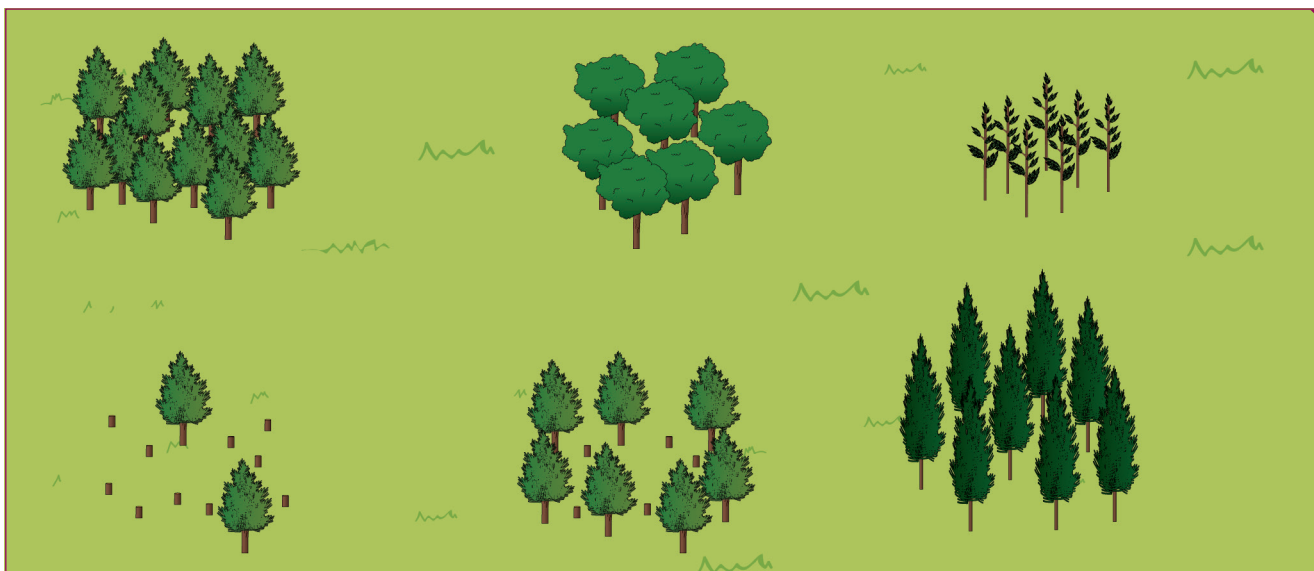


Figura 3. Diferentes momentos de plantación, intensidades o momentos de corta, especies plantadas, generan paisajes heterogéneos, con mayores posibilidades de uso del espacio por especies de flora y fauna.

favorecerían el crecimiento del sotobosque remanente reduciendo el potencial de erosión del suelo y la pérdida de diversidad asociada al mismo.

Usos alternativos de las plantaciones. Además de la actividad forestal tradicional para la producción de madera o partículas, se pueden promover otros usos alternativos como el silvopastoril, la extracción de hongos, el uso recreativo y la protección del suelo, entre otros, de modo de generar una mayor heterogeneidad de ambientes para la biodiversidad.

Estrategias a escala de sitio: Mantenimiento de la complejidad estructural

Conservación de legados biológicos

Vegetación herbáceo-arbustiva original. En Patagonia se ha identificado que, a escala de sitio, la cobertura y diversidad del sotobosque son las principales variables que determinan el uso de las plantaciones por parte de los animales silvestres. Las prácticas sugeridas para favorecer la conservación de la vegetación herbáceo-arbustiva son:

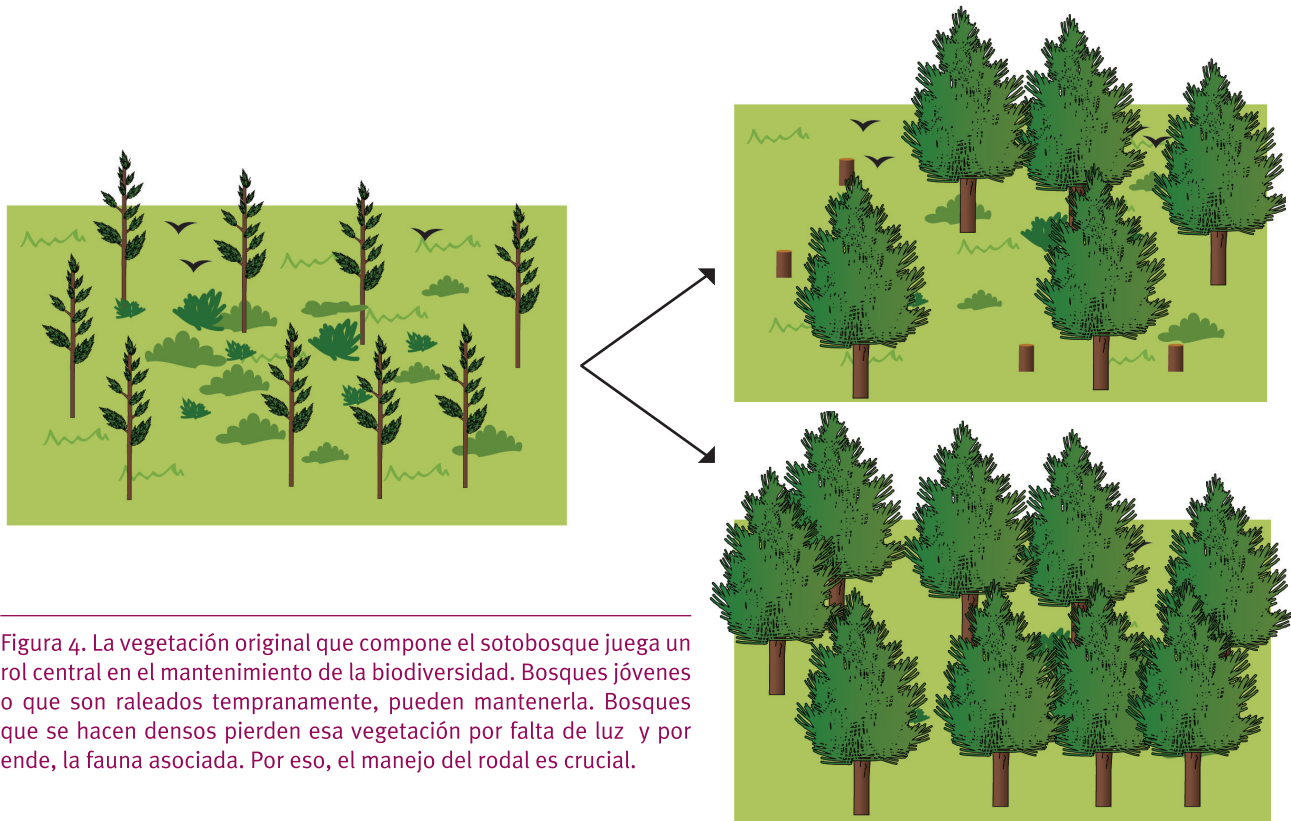
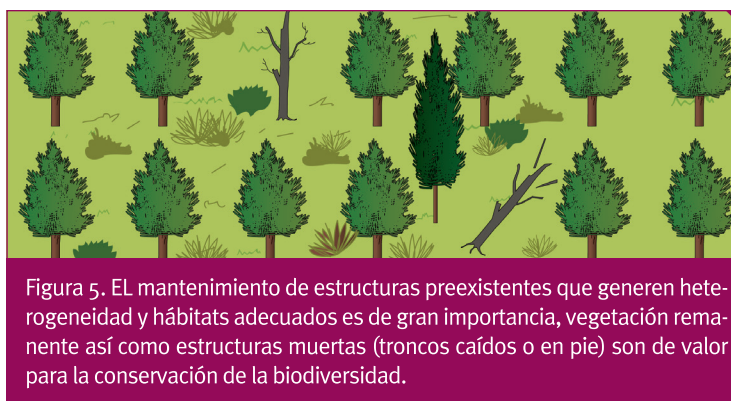


Figura 4. La vegetación original que compone el sotobosque juega un rol central en el mantenimiento de la biodiversidad. Bosques jóvenes o que son raleados tempranamente, pueden mantenerla. Bosques que se hacen densos pierden esa vegetación por falta de luz y por ende, la fauna asociada. Por eso, el manejo del rodal es crucial.



- Promover una preparación del sitio de intensidad baja o moderada.
- Mantener coberturas del dosel bajas o intermedias (mediante densidades plantadas, raleos, o podas), que eviten la mortalidad de las especies del sotobosque original por falta de luz -por ejemplo, *Festuca pallescens*, tiene un umbral crítico de supervivencia vinculado a una cobertura arbórea menor al 70 % por lo tanto, se recomienda manejar la plantación de modo de evitar superar dicha cobertura arbórea.

Restos forestales y árboles nativos remanentes. Mantener troncos, tocones, ramas en el suelo y árboles muertos caídos o en pie. Conservar, en caso de existir, algunos árboles o arbustos nativos maduros de gran diámetro, ya sea individuos dispersos, en grupos o en fajas lineales.

Generación de nuevas estructuras

Desarrollo del estrato herbáceo-arbustivo. Mediante raleos que permitan la entrada de luz y manteniendo

en las cercanías áreas que puedan actuar como proveedoras de semillas para la recolonización.

Diversidad de especies plantadas. Las plantaciones mixtas, particularmente compuestas por especies que son estructuralmente distintas, teniendo en cuenta la habilidad competitiva de ellas, permiten generar una mayor diversidad de estructuras que favorezcan el hábitat adecuado para la flora y la fauna. El uso de especies de árboles nativos con buenos rendimientos en volumen o calidad de madera en la plantación puede generar una oferta de mejor calidad de hábitat para la fauna nativa, en particular si las especies seleccionadas proveen frutos, néctar o cavidades para las especies que dependen de estos recursos. Sin embargo, si estas plantaciones presentan características similares a las de las especies exóticas, en cuanto a la homogeneidad interna (distribución en el espacio de las plantas, coetaneidad, ausencia de árboles maduros y similitud genética), también se observará un empobrecimiento de su calidad de hábitat para la biodiversidad.

Tabla 1. Ejemplos de prácticas de manejo sugeridas para promover la conservación de la biodiversidad, con especial énfasis en especies de carnívoros, en plantaciones de la Patagonia. Las mismas se basan en estudios realizados en la región. Se indican también las potenciales especies favorecidas directamente a partir de su aplicación.

Escala	Variable relevante	Recomendaciones
PAISAJE	PARQUES DE VEGETACIÓN NATIVA	Práctica: conservación de parches de vegetación nativa entre plantaciones. Entre 2 - 3 parches de al menos 30 ha en áreas de 7 km ² . Especies favorecidas: vegetación, insectos, aves, roedores y carnívoros.
	PROPORCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA EN EL PAISAJE	Práctica: generar un mosaico de parches de vegetación nativa y forestaciones, para asegurar la existencia de al menos un 20-30 % de superficie de vegetación nativa conectada entre sí en áreas de 9 km ² . Especies favorecidas: vegetación, insectos, aves, roedores y carnívoros.
	CORTAFUEGOS	Práctica: diseño del establecimiento de cortafuegos que queden conectados entre sí y con los ambientes de vegetación nativa. Los cortafuegos deben tener un ancho de al menos 30 m y representar el 10 % del área plantada. Especies favorecidas: algunas especies de insectos, aves y carnívoros.
		Práctica: manejo de al menos el 30 % de los rodales a densidades arbóreas que no permitan el cierre del dosel arbóreo a lo largo de toda la rotación (cobertura arbórea menor al 70 %). Para esto es necesario una densidad inicial de plantación de 1111 árboles/ha; un primer raleo a los 15 años para llevar a la plantación a una densidad de 300 – 500 árboles/ha; un segundo raleo a los 30 años para lograr una densidad de 75 árboles/ha; y una cosecha final a los 35 años. Especies favorecidas: insectos, aves, roedores y carnívoros.
SITIO	DIVERSIDAD Y COBERTURA HERBÁCEA DENTRO DE LAS PLANTACIONES	

Desarrollo estructural y composicional de etapas tardías de la plantación. Generalmente, rotaciones largas generan estructuras de valor para la biodiversidad.

sumo, producción de alimentos o fibras, o eliminación de desechos, entre otros. Es por eso que los usos que se le dé al recurso y la calidad que posea, son temas a tener en cuenta a la hora de planificar el uso del territorio.

MANTENIMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Los ambientes de agua dulce son claves en todo el mundo por su valor como ecosistemas, y por ser la provisión de un recurso esencial para el uso del hombre: para con-

Dos son los principales elementos que serán tenidos en cuenta en la planificación de las plantaciones forestales: la **cantidad de agua** que pueden producir las cuencas forestadas y la **calidad** que poseerá el recurso hídrico debido a las actividades que se realizan.

Los árboles tienden a consumir más agua, en promedio, que los sistemas herbáceos (como los pastizales), por lo que el reemplazo de un sistema por otro implicará distintos niveles de impacto de acuerdo a las especies pre-existentes y a las características de las nuevas (tasa de crecimiento, si es perenne o caducifolia, densidad de plantación, edad de la plantación, manejo de la misma, etc.). Para minimizar los impactos negativos de las forestaciones con especies de rápido crecimiento sobre la cantidad de recursos hídricos, deben atenderse ciertas consideraciones, que operan a distintas escalas espaciales.

A **escala regional**, se percibe que la introducción de especies forestales en regiones con menor nivel de precipitaciones tendería a usar toda el agua disponible, afectando negativamente la generación de excedentes hídricos. Por otro lado, la extracción de la cobertura boscosa podría producir un incremento de excedentes hídricos los que podrían causar erosión hídrica con la pérdida de suelos afectando así la regulación de las cuencas, particularmente en la porción más húmeda del gradiente de precipitaciones.

A nivel de **cuenca hidrológica**, se sabe que existe una relación positiva entre la disponibilidad de agua en el suelo y el uso de la misma por parte de la vegetación. Así, el uso de agua de las forestaciones dentro de una cuenca será mayor en los sitios de acumulación del recurso. Por este motivo, la forestación en zonas cercanas a cursos de agua o a otras zonas de acumulación hídrica producirá una mayor disminución proporcional de los excedentes que si se sitúa en áreas más alejadas. Considerando toda la cuenca y la dinámica de uso de agua que se da en los rodales de acuerdo a la edad de los mismos, se debería planificar la instalación de forestaciones

de manera tal de que existan rodales con distinto grado de desarrollo, distribuidos en el espacio.

A nivel de **rodal forestal**, la tasa de consumo de agua de una forestación se relaciona positivamente con la cantidad de individuos y con sus tamaños. Así, en general, las forestaciones ralas usarán menos agua que las densas, siempre y cuando las especies del sotobosque tiendan a ser pastizales y no otras especies leñosas. Sin embargo, las relaciones entre número de individuos y uso de agua no son lineales, aumentando el consumo individual de agua en sistemas ralos por el mayor acceso a los recursos de los árboles creciendo a baja competencia.

Recomendaciones considerando la precipitación media anual del sitio

- En los lugares de más de 1000 mm de precipitación media anual, existen potenciales problemas por la deforestación y no por la forestación. Los excedentes hídricos como producto de la disminución de la cobertura forestal podrían acarrear problemas por erosión hídrica por lo que será central orientar las labores para maximizar la regulación de los flujos.
- En zonas con menor precipitación media anual:
 - para minimizar el impacto sobre el recurso hídrico, se recomienda realizar plantaciones ralas, en especial en aquellos sitios de suelos poco profundos. Sin embargo, en sitios con suelos profundos, es posible manejar niveles mayores de densidades respecto a aquellos con suelos más someros.

- en aquellos casos donde la superficie forestada es lo suficientemente grande y supera el 15 % de la cuenca, es aconsejable plantar en mayor medida con un diseño poco denso, como lo es el utilizado en sistemas silvopastoriles.
- se recomienda realizar un ordenamiento forestal de manera tal de tener rodales de distinta edad dentro de una cuenca, evitando promover grandes bloques de plantaciones de la misma edad.
- en caso de pretender disminuir el consumo de agua de una forestación, se recomienda bajar su densidad a través de raleos. La poda de copa verde también produce una disminución en el uso del agua pero su efecto es de menor duración, dependiendo de la recuperación fisiológica del árbol.
- evitar realizar la plantación junto a los cursos de agua y, en caso de encontrarse ya presente, realizar la corta de los árboles plantados en las riberas hasta una distancia prudencial, entre 60 a 15 m dependiendo del tipo de cuerpo de agua. Favorecer la vegetación natural en dichas zonas.
- No plantar con pinos en la zona de acumulación de agua, dado su susceptibilidad al anegamiento.
- En la zona de *Festuca pallescens*, especie forrajera de alta calidad y de relativamente alta tolerancia a la sombra (en comparación con otras especies de pastos nativas o naturalizadas en la región) se recomienda plantar a baja densidad (esquemas silvopastoriles) o con especies latifoliadas, de manera que el exceso de sombra no afecte la producción de forraje.

Para mantener la **calidad del agua**, será importante tener en cuenta dos aspectos: la prevención de la erosión de la cuenca, y el cuidado de los cursos y cuerpos de agua.

- Si bien las plantaciones pueden proveer un buen recurso para generar cobertura en las laderas, a la hora de la cosecha, el efecto de erosión puede ser intenso. Por ello:
 - prever la posibilidad de mantener el ingreso de luz dentro de la plantación para evitar la muerte de la totalidad de la vegetación original.
 - considerar la necesidad de cosechar sólo parte de las plantaciones de cada cuenca cada año, permitiendo el mantenimiento o la recuperación de la cobertura. Si bien las talas rasas son operativa y económicamente más convenientes, el deterioro del suelo, la vegetación natural del sotobosque y el agua, son mayores.
- Es importante mantener o recuperar la vegetación original junto a los cursos y cuerpos de agua. En áreas que fueron bosques o matorrales (muy co-

Forestación en zonas de mallines patagónicos o de acumulación de agua

- Se recomienda realizar las plantaciones de *Pinus ponderosa* en áreas de *Pappostipa* spp (laderas más altas, pero no en peri-mallines).

mún en lo que actualmente vemos simplemente como “estepas o ecotono”, donde se realizan las plantaciones más frecuentemente) promover que el sombreado y el ingreso de materia orgánica de hojarasca, ramas y troncos, sea lo más similar posible a la situación original. En ambientes de estepa, también será importante mantener un pastizal natural con buena cobertura alrededor de los ambientes de humedal.

- Considerar dejar sin forestar un ancho de 3 veces la altura de los árboles que se plantan, con un mínimo de una vez la altura de la misma.
- Evitar la disposición de residuos, en especial lubricantes o combustibles, a los cursos de agua o en las proximidades de los mismos.
- Monitorear la calidad de los cursos de agua, tanto por el nivel de los sedimentos en momentos críticos (cosecha), como los cambios en composición (por ej.: pH).

MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD Y SALUD DEL SUELO

Entre otros servicios ambientales que brinda, el suelo es un gran regulador hídrico de las cuencas y posee la capacidad de retener cationes, para que éstos estén disponibles en la nutrición mineral de las plantas. Es, entonces, el fundamento de los ecosistemas terrestres, no sólo como sustento de las coberturas vegetales que posibilitan la vida sobre el planeta, sino también porque son la base fundamental de la producción de alimentos.

Es, además, el hábitat de ininidad de organismos, siendo el ecosistema terrestre que posee la mayor biodiversidad del planeta.

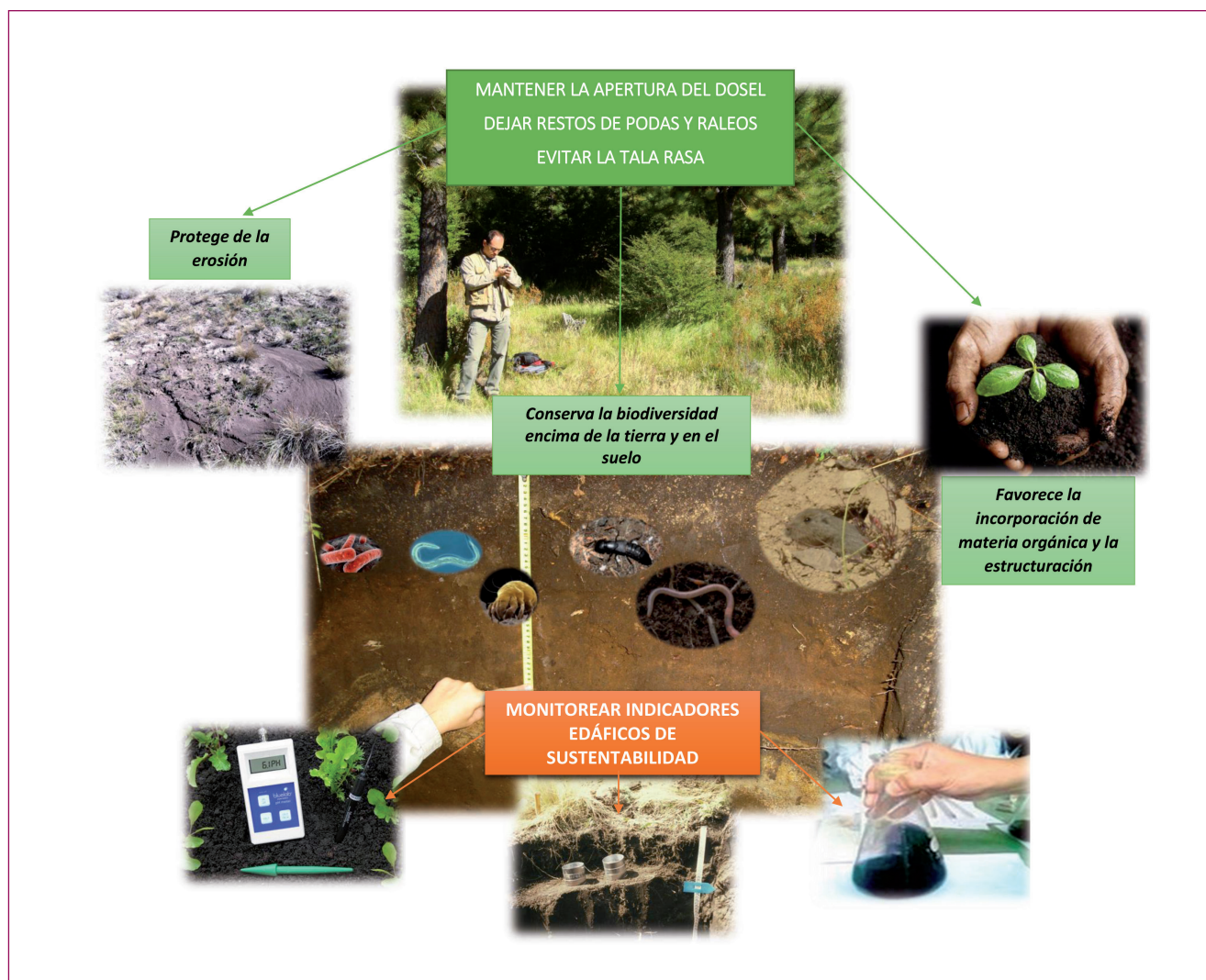
El humus, producto de la descomposición de la materia orgánica, es un compuesto orgánico que se sintetiza sólo en el suelo. A través de ese proceso, del que participan organismos de la macro, meso y micro-fauna, el suelo es el mayor reservorio de carbono del planeta.

La erosión del suelo, tanto hídrica como eólica, representa la forma más importante del proceso de degradación del suelo y afecta a más de 1000 millones de hectáreas en todo el planeta. En la región Andino Patagónica, las áreas forestadas para producción maderera se encuentran en su mayor parte emplazadas en el ecotono bosque-estepa, donde la desertificación por sobrepastoreo es creciente. Las forestaciones pueden contribuir a contrarrestar la pérdida de suelo por erosión.

Entonces, gestionar de manera sustentable las plantaciones forestales, puede contribuir a la conservación de un suelo saludable, el cual es la base de un ecosistema sano.

Es importante que en las tierras forestadas, las prescripciones de manejo contemplen ciertos aspectos que permitan la **conservación del recurso suelo**, tanto desde el punto de vista de la sustentabilidad ambiental de los sistemas, como desde el mantenimiento de la productividad de las tierras.

- Mantener la **apertura del dosel** a fin de que se puedan conservar la cobertura y la biodiversidad encima de la tierra y en el suelo.



- Además, este manejo permitiría la permanencia de la estructura granular que es principalmente construida por las raíces finas de estas plantas. Esto también contribuiría al mantenimiento del contenido de carbono

en el suelo. Si a eso se añade la protección frente a la erosión que ejerce la forestación, se podría generar un incremento en la reserva de carbono en el suelo.

- **Conservar los restos orgánicos en el rodal** (hojarasca, residuos de poda) ya que éstos contribuyen a la incorporación de materia orgánica y al reciclaje de los nutrientes retirados por los árboles.
 - Desarrollar un sistema de cosecha que evite la tala rasa, ya que el retiro completo de la cobertura arbórea elimina la intercepción que provocan tanto el dosel como las ramas y los fustes de los árboles. Esta intercepción disminuye la energía cinética de la gota de agua y en consecuencia el impacto de la misma sobre el suelo. Por otra parte, los árboles contribuyen a la infiltración del agua, evitando su escurrimiento y la consecuente pérdida de suelo por erosión hídrica.
 - Implementar un **monitoreo de indicadores edáficos**: pH, carbono orgánico, densidad aparente, a fin de evaluar la sustentabilidad de los sistemas forestales implantados. En caso de que los impactos signifiquen la pérdida de potencialidad productiva del sistema, contar con esa información de base para implementar medidas correctivas.
2. Naturalización: la especie sobrevive, se desarrolla y produce descendencia cercana.
 3. Colonización: o invasión propiamente dicha, cuando la especie, a través de su propia descendencia extiende su ocupación en grandes superficies, sin necesidad de ser reintroducida.

Relación de la especie introducida con su potencial de invasión.

Las principales especies forestales que se utilizan en la Patagonia son:

- pino ponderosa, *Pinus ponderosa*.
- pino murrayana, *Pinus contorta*.
- pino oregón, *Pseudotsuga menziesii*.
- pino insigne, *Pinus radiata*.
- pino jeffreyi, *Pinus jeffreyi*.
- pino silvestre, *Pinus sylvestris*.

No todas las especies forestales son invasivas:

PREVENCIÓN DE INVASIONES DE CONÍFERAS EXÓTICAS

Las invasiones biológicas son procesos que ocurren cuando las especies son introducidas en un nuevo ambiente, ya sea en forma accidental o intencional. El proceso de invasión puede ser resumido en tres etapas:

1-. Introducción: la llegada de la especie al nuevo ambiente;

MUY INVASIVAS	MEDIANAMENTE INVASIVAS	POCO INVASIVAS
pino murrayana	pino ponderosa	pino jeffreyi
pino oregón (en bosques)	pino insigne	pino silvestre

El sitio y diseño de la implantación

Las semillas se dispersan por el viento.

- Los sitios a favor del viento favorecen la dispersión de las semillas y por ende la invasión.



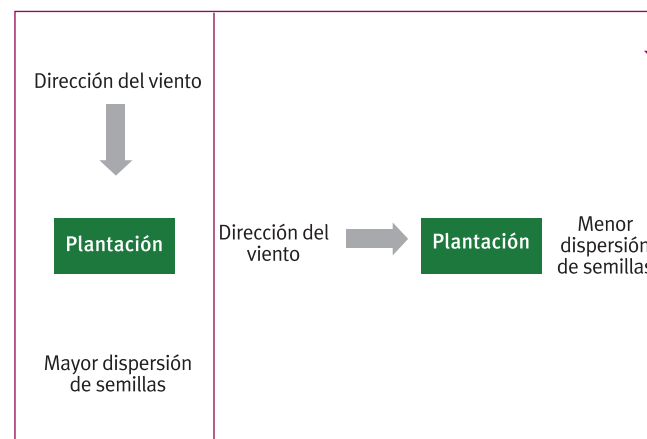
- Cuanto más alto el sitio más lejos pueden llegar las semillas.



Para minimizar la dispersión de semillas las plantaciones deben estar:

- En lugares con poca pendiente.
- Rodeadas de vegetación alta y con follaje cerrado, que actúe como “cortina”. Pueden ser otras especies forestales no invasivas.
- Eje más largo de la plantación en una orientación protegida del viento

- Evitar “cortavientos” o hileras de pinos invasivos.



- Los sitios con disturbios previos son más propensos a las invasiones de pinos.
- En zonas de contacto entre plantaciones y bosque nativo, especies como pino oregón pueden colonizar sitios alterados en zonas boscosas.

Manejo activo de la invasión

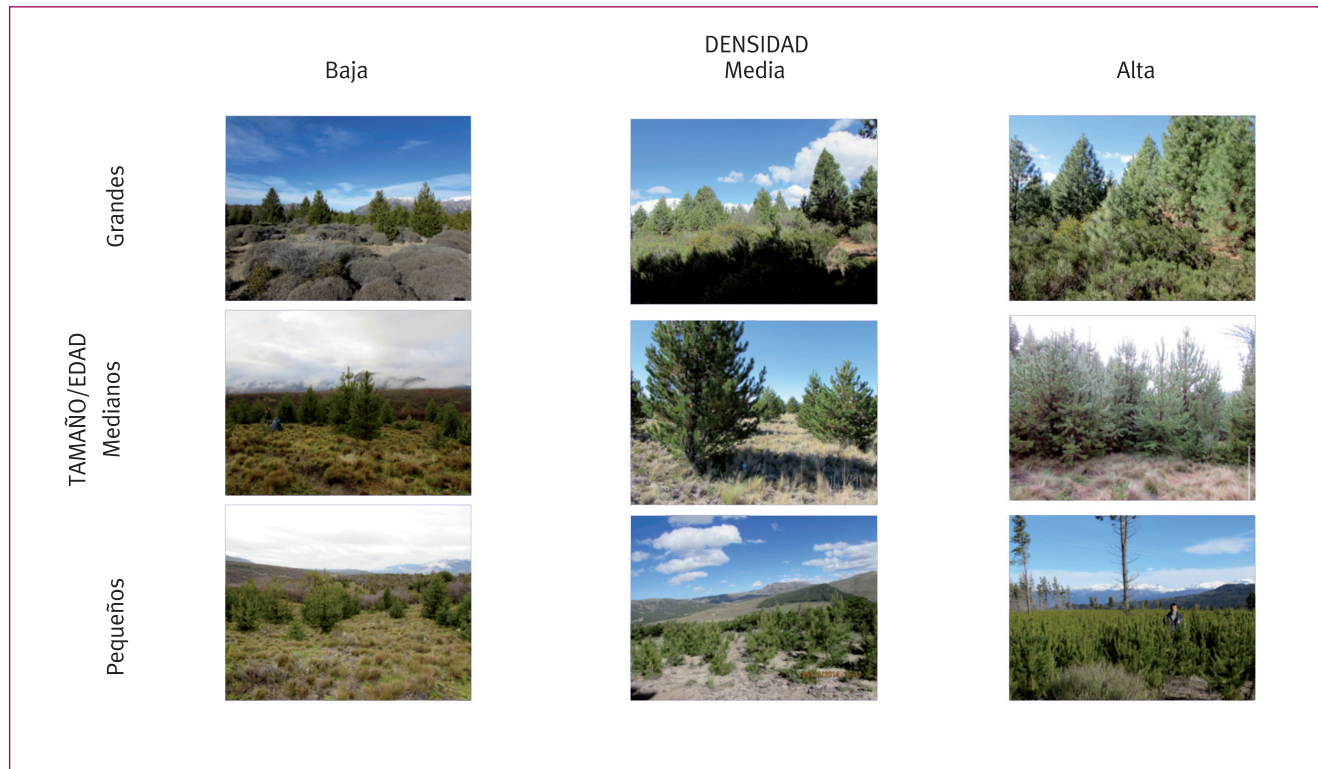
Control por métodos mecánicos y químicos

La invasión de pinos, fuera de las plantaciones, puede ser controlada por manejos activos de los propietarios comprometidos a erradicarla.

Los métodos varían según la edad de los pinos y su densidad, según la siguiente tabla:

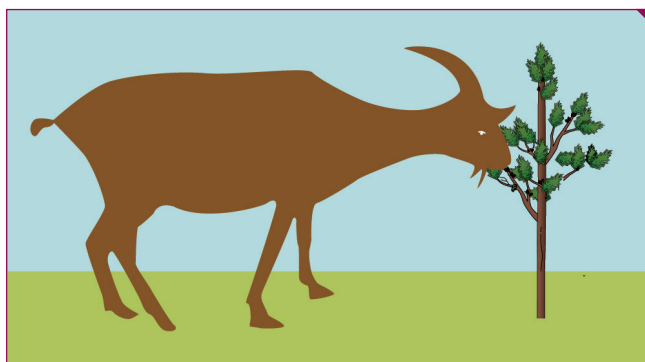
Tabla 2: Métodos de control recomendados según densidades de renovales y sus tamaños (edades).

	MENOS DE 5 AÑOS	MAS DE 5 AÑOS
DENSIDADES BAJAS	Arrancar de raíz Cortar con tijerón o machete	Anillado mecánico Apeo con motosierras Herbicidas en tronco (anillado químico o inyección)
DENSIDADES ALTAS	Herbivoría Motoguadaña Herbicidas foliares Quema	Apeo con motosierras. Herbicidas en tronco (anillado químico).



Herbivoría

La herbivoría por ganado (en particular ovejas y cabras) es un método eficiente si los renovales tienen menos de dos años. La presión intensa de pastoreo hasta unos 500 m de la plantación, puede ayudar a controlar la invasión. No todas las especies son igualmente atractivas (palatables) para el ganado (Figura 6). Además, si quedan hojas verdes, la planta rebrota. Otro inconveniente a tener en cuenta, es que en zonas de bosques nativos donde hay invasión de pinos, no es aconsejable la herbivoría pues perjudica la regeneración natural del bosque.



Quema

La quema de un sector invadido puede hacerse sólo en ciertas condiciones, tal como en muy altas densidades de renovales jóvenes y en sitios rodeados por vegetación baja (ej. estepa). Además, es fundamental que todos los árboles semilleros hayan sido removidos y que no haya aporte de semillas de otras plantaciones, sino la quema es contraproducente. Es importante que haya vegetación nativa que pueda rebrotar o aportar semillas para que se cubra el suelo. La quema debe ser realizada por personal especializado, con equipo y medidas de seguridad adecuadas y sólo en la temporada permitida.

Control manual y con herramientas de mano

El control manual es un método que extrae los renovales de pinos sin el uso de herramientas sofisticadas, arrancándolos con la mano o cortándolos con tijerones de poda. Tiene la ventaja de ser de bajo costo y que no requiere mano de obra especializada. Es aplicable en situaciones de renovales, menores a 50 cm de altura y en bajas densidades. Para ejemplares mayores se puede utilizar el anillado con hachuela o machete. En casos de altas densidades, se puede combinar con otros métodos.

Anillado

Es una técnica que consiste en quitar la corteza alrededor del fuste. Se puede hacer con una hachuela, hacha, machete y en caso de ejemplares más grandes,

con motosierra. Debe quitarse la corteza, exponiendo la madera en un anillo de al menos 15 cm de espesor alrededor de todo el tronco; no deben quedar partes con corteza en el anillo. Esto corta el transporte de savia elaborada (floema) y mata al árbol lentamente, aunque su efectividad no es del 100 %. Es adecuado en zonas de bosque o con ejemplares aislados, pues éstos quedan en pie y sirven de perchas para aves que dispersan semillas de especies nativas; además los árboles se desmoronan en forma progresiva con el tiempo y esto ofrece una oportunidad para la restauración de la vegetación previa dado que la remoción de la especie es gradual con menor impacto en la vegetación remanente.

Control con herramientas mecánicas

Probablemente es el método de control más utilizado en Patagonia y que sirve para diferentes situaciones. Consiste en la extracción o corte de los renuevos de pino a partir de la utilización de herramientas con motor, ya sea motoguadañas o motosierras. Este control se puede utilizar tanto en situaciones de baja como de alta densidad de renovales. Requieren entrenamiento por parte del operador, así como medidas de seguridad especiales, según la herramienta utilizada.

Uso de motoguadaña

Es aplicable en el caso de alta densidad de renovales jóvenes. Tiene el problema de que no asegura la muerte de los individuos y muchos rebrotan (Figura 7). Es

efectivo si se aplica de forma regular hasta que todos los individuos mueren, o si se combina con otros métodos, en particular con el control químico.

Elementos de seguridad necesarios:

- Casco con protector auditivo y facial.
- Guantes.
- Calzado de seguridad con punta de acero.
- Delantal de seguridad (generalmente de cuero o descarne).



Figura 7: uso de motoguadaña.

Uso de motosierra para apeo

El uso de motosierras y el apeo de grandes árboles es el principal método de manejo para ejemplares medianos a grandes. Requiere de personal capacitado para la tarea, tanto para el uso de una motosierra como para el volteo de árboles. Es sumamente efectivo, pero es riesgoso para los operadores.

Elementos de seguridad para el uso de motosierra:

- Casco con protector auditivo y facial.
- Calzado de seguridad con puntera de acero.
- Guantes.
- Perneras de material anticorte.



Figura 8: uso de motosierra para el apeo de pinos.

En todos los casos al momento de concluir con el control mecánico, se debe tener en cuenta de que en los tocones no persista ninguna rama verde independientemente de su tamaño, porque a partir de las mismas puede sobrevivir la planta y generar un árbol. Para

evitar esto es conveniente combinar con la aplicación de herbicidas para especies leñosas.

Control con químicos (herbicidas)

El control químico a través de la utilización de herbicidas es una de las herramientas más eficientes y usadas en el mundo, pero debe ser aplicado cuidadosamente y sólo en determinadas ocasiones. Existen diferentes tipos de herbicidas y distintas formas de aplicación. Si bien son costosos y su manipulación requiere de entrenamiento y cuidado, los tiempos de control y costos totales son menores (entre 5 y 10 veces) que cuando se usan métodos mecánicos o manuales.

Para la aplicación de herbicidas, se debe contar con el equipamiento de seguridad personal necesario, siguiendo en detalle lo indicado por el fabricante, para cada producto en particular.

Si los herbicidas son manipulados y aplicados correctamente, no conllevan riesgos ni para la salud de los seres humanos ni para otras especies.

Aplicación foliar

Se utilizan herbicidas foliares. La aplicación foliar es útil en árboles jóvenes y de tamaño relativamente pequeños (menores a 5 -7 años) y en áreas con alta densidad de individuos. El herbicida mata al ejemplar y evita el rebrote, que suele ocurrir si se utilizan solo métodos mecánicos, como el corte con la motoguadaña.

Inyectado

El inyectado en perforaciones en el tronco de los árboles se recomienda para árboles muy aislados y de difícil acceso, así como aquellos grandes árboles localizados en áreas boscosas, donde su volteo generaría daños a las especies nativas. Es particularmente recomendable para especies con alta capacidad de rebrote.

Es más efectivo que el anillado y al igual que este, permite la muerte en pie del árbol y su desmoronamiento en forma progresiva, con un bajo impacto en la vegetación circundante y favoreciendo la re-vegetación con otras especies.

Si los residuos son escasos se podrán esparcir en el campo, para que se desintegren e incorporen al suelo.



Figura 9: residuos resultantes del control de la invasión de pino en una zona de estepa.

Herbicidas de corteza

Se aplica una capa de herbicida sistémico en la base de los árboles con lo que se produce un “anillado químico”. Esto tiene los mismos beneficios que el anillado y el inyectado, pero su aplicación es mucho más rápida. Es ideal para árboles pequeños a medianos.

Gestión de residuos

El control de la invasión genera residuos de ramas y de troncos, que en ciertos casos pueden ser aprovechados como leña. Las ramas pueden quemarse controladamente en momentos y lugares propicios, o ser trituradas (“chipeado”) para disminuir el combustible en el lugar.

Mantenimiento y Monitoreo

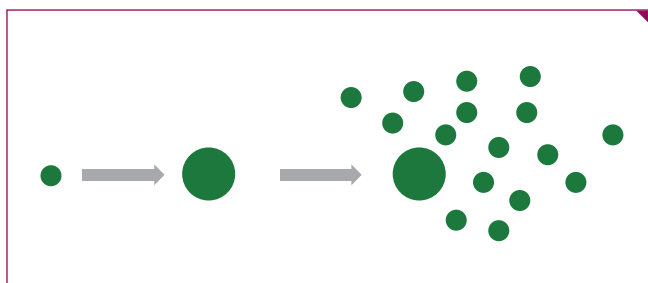
Mantenimiento de las áreas controladas

El manejo de una invasión requiere un compromiso a largo plazo (no menos de 5 años) pues ningún método es efectivo si se aplica solo una vez, y en general se requiere de la combinación de más de un tratamiento a lo largo del tiempo.

Aun si los controles son efectivos, es necesario realizar visitas periódicas para verificar que no haya nuevas plántulas (por ejemplo, a partir del banco de semillas del suelo). Si los controles se aplican en áreas cercanas a plantaciones, el mantenimiento debe ser sistemático (anual o bianual), pues el aporte de semillas desde la plantación es permanente.

Monitoreo

La prevención es la opción más económica y sencilla. La eliminación de un individuo a tiempo previene una invasión en el largo plazo. Esto es especialmente importante para individuos maduros que producen conos (y semillas).



Mediante recorridos periódicos (anuales o bianuales), se puede detectar la presencia de renovales. Dado que los pinos necesitan de al menos 7 años para producir conos (puede ser antes, pero es muy raro) se tiene tiempo para detectarlos y removerlos antes de que estos empiecen a producir semillas. De no hacer esto, invadirán nuevas zonas, irremediablemente.