

# Prácticas de reforestación



## Manual básico

**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**



**Comisión Nacional Forestal**



**Vivir Mejor**



# **Prácticas de reforestación**

## **Manual básico**

El manual básico de *Prácticas de reforestación* fue elaborado por la Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal.

Prácticas de reforestación. Manual básico  
Primera edición, 2010  
© Comisión Nacional Forestal  
Periférico Poniente 5360  
Col. San Juan de Ocotán  
Zapopan, Jalisco, México

Impreso en México

Prácticas de reforestación. Manual básico, se imprimió en noviembre de 2010 en los talleres de Marketing Group, en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, con un tiraje de 20 mil ejemplares.

# Contenido

<b>Presentación</b> .....	<b>7</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>Marco legal</b> .....	<b>11</b>
 <b>Definiciones</b> .....	 <b>13</b>
Reforestación urbana.....	13
Reforestación rural.....	15
 <b>Proceso de planeación</b> .....	 <b>17</b>
Elección del sitio.....	17
Elección de las especies a reforestar. ....	18
Conocimiento regional y asesoría técnica.....	19
 <b>Germoplasma Forestal</b> .....	 <b>20</b>
Distribución de las especies.....	20
Fuentes semilleras.....	20
 <b>Producción de planta</b> .....	 <b>23</b>
 <b>Suministro de planta</b> .....	 <b>24</b>
Empaquetado con plástico <i>vitafilm</i> .....	24
Empaquetado a cepellón desnudo.....	25
 <b>Transporte de la planta</b> .....	 <b>27</b>
 <b>Trabajos previos a la reforestación</b> .....	 <b>28</b>
Accesibilidad del predio.....	28
Limpieza del terreno.....	28
Preparación del terreno.....	28
 <b>Diseño de la plantación</b> .....	 <b>30</b>
Marco real.....	31
Tres bolillo.....	32

<b>Establecimiento de la plantación.....</b>	<b>34</b>
Técnicas de plantación.....	34
Errores al momento de la plantación.....	38
<b>Protección.....</b>	<b>39</b>
Protección contra animales.....	40
Tipos de cerco.....	41
<b>Manejo integrado de plagas y enfermedades... 46</b>	
Detección de plagas y enfermedades.....	47
Medidas preventivas.....	48
Medidas de control.....	48
<b>Protección contra incendios forestales.....</b>	<b>51</b>
Prácticas para la prevención de incendios.....	51
<b>Mantenimiento de la reforestación.....</b>	<b>53</b>
Control de maleza.....	53
Fertilización.....	53
Reposición de planta muerta.....	54
Podas.....	54
Aclareos.....	54
<b>Evaluación y seguimiento.....</b>	<b>55</b>
Estimación de la sobrevivencia.....	55
Evaluación del estado sanitario.....	55
Estimación del vigor de la plantación.....	57
<b>Recomendaciones finales.....</b>	<b>57</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>59</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>62</b>

# Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Ejemplo de cronograma de actividades para un programa de reforestación .....	19
--	----

<b>Tabla 2.</b> Parámetros básicos de producción de planta forestal de calidad .....	23
--	----

<b>Tabla 3.</b> Espaciamientos para el diseño tres bolillo, de acuerdo a la distancia requerida entre plantas .....	33
---	----

<b>Tabla 4.</b> Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR .....	34
--	----

<b>Tabla 5.</b> Tipos de postes utilizados para el cerco de alambre de púas .....	42
---	----

<b>Tabla 6.</b> Sujeciones para fijar el alambre de púas .....	43
--	----





# Presentación

México es uno de los países con mayor diversidad biológica y posee una gran riqueza forestal: cuenta con más especies de pinos, magueyes, cactus y encinos que ningún otro país. Es una riqueza que tiene su origen en la gran diversidad de climas y en el relieve montañoso de buena parte del territorio nacional. La variedad en recursos forestales coloca a México entre los diez primeros países del mundo por su biodiversidad.

Aún así, nuestro país enfrenta procesos crecientes de deforestación, pérdida y degradación de los ecosistemas, generalmente relacionados con los avances de las fronteras agrícola y pecuaria. A través de los años la demanda de terrenos para agricultura, ganadería, desarrollos urbanos y turísticos ha destruido totalmente o degradado grandes superficies forestales, hoy convertidas en inmensos problemas ecológicos.

Como consecuencia de estos procesos de degradación, existen grandes áreas en las que los disturbios han sido tan intensos y recurrentes que se ha eliminado de manera total cualquier posibilidad de que la vegetación recupere su estado original por medios naturales y, por lo mismo, es necesario intervenir para facilitar la estabilización de las condiciones actuales del ambiente y promover su mejoramiento a través de diversas prácticas y actividades entre las que sobresalen la forestación, la reforestación y las prácticas de conservación de suelos.

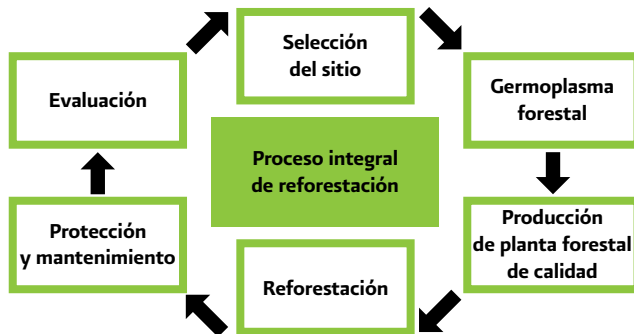
Este manual básico de prácticas de reforestación va dirigido a los dueños y poseedores de terrenos con vegetación de selvas, bosques y zonas semiáridas, y a todos aquellos participantes en los programas de reforestación con apoyos del Gobierno Federal, con el fin de proporcionar los conocimientos técnicos básicos para realizar una reforestación exitosa.



# Introducción

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles.

Para que la reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación.



Componentes del proceso integral de reforestación.



Reforestación compacta con pinos.



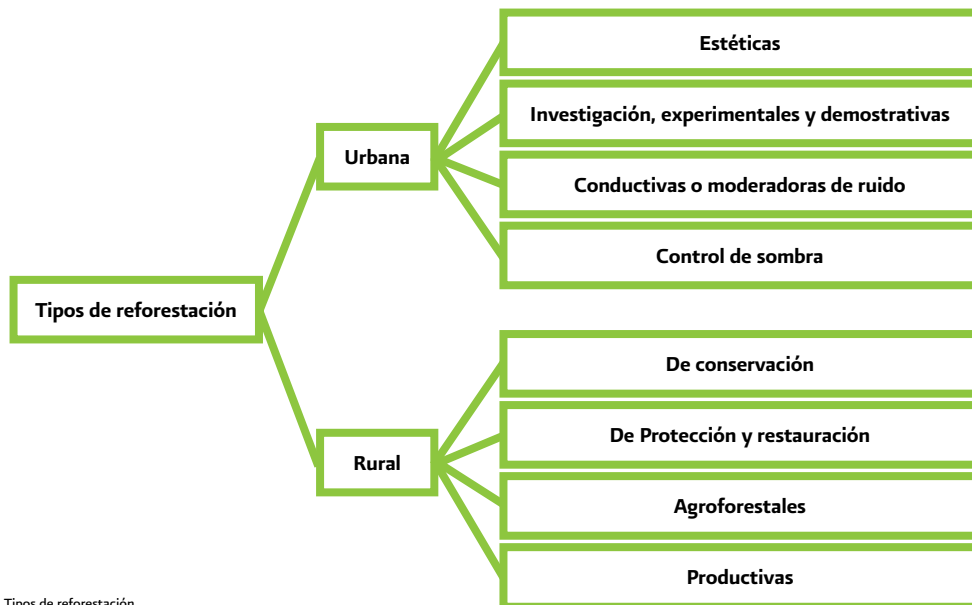
## Marco legal

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable, según lo establece en el artículo 1. Uno de los objetivos específicos de la Ley, establecidos en el artículo 3, es *“Recuperar y desarrollar bosques en terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural”*. En este contexto, la reforestación es una estrategia prioritaria para alcanzar dicho fin.



# Definiciones

La LGDFS, en el artículo 7, fracción XXIX, define a la reforestación como el *establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales*. La reforestación es un proceso que comprende las etapas de planeación, obtención de semilla, producción de planta, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo.



## Reforestación urbana

Es la que se establece dentro de las ciudades con diferentes fines u objetivos, y se clasifica de la siguiente manera:

- **Estética (escénica).** Tiene por objeto proteger o adornar una región, lugar o sitio (parques, banquetas, camellones, entre otros).
- **Investigación, experimental o demostrativa.** Este tipo de reforestación es utilizada con fines demostrativos para crear conciencia ambiental en la población local y desarrollar interés por el cuidado del medio. También

muestra los beneficios que se generan con el mejoramiento de la calidad del aire y la reducción de contaminantes. Se puede utilizar con fines científicos, ya sea para realizar estudios de investigación o de introducción de especies, mostrar la forma en que se desarrollan las plantaciones de alguna región determinada o mejorar su establecimiento y manejo.

- **Conductiva o moderadora de ruido (protectora).** Los árboles amortiguan el impacto de las ondas sonoras, reduciendo los niveles de ruido en calles, parques y zonas industriales. Este tipo de reforestación se hace en arreglos especiales, alineados o en grupos, ya que las cortinas de árboles abaten el ruido entre seis y diez decibeles (unidad de medida del sonido).
- **Control de sombras.** Con el control de la intensidad de luz en el sitio de establecimiento en la zona urbana, los árboles alrededor de las casas filtran el aire cálido y lo refrescan al cruzar su copa; sombreaman paredes, patios, techos y otros. En zonas cálidas apoyan la economía de las familias porque contribuyen a reducir el uso de aire acondicionado.



Valor escénico de árbol de tabachín (*Delonix regia*) en la ciudad.



Reforestación urbana escénica con rosamoradas (*Tabebuia rosea*) en un camellón peatonal.



Arboretum, ejemplo de reforestación de investigación, experimental o demostrativa.



Reforestación urbana moderadora de ruido y para control de sombra.



Reforestación urbana moderadora de ruido y para control de sombra en un camellón peatonal.



Establecimiento urbano de árboles para el control de sombra.



## Reforestación rural

Es la que, de acuerdo con su objetivo, se establece en superficies forestales o potencialmente forestales donde originalmente existían bosques, selvas o vegetación semiárida.

- **De conservación.** Se desarrolla bajo el método de enriquecimiento de acahuales en las selvas, lo que ayuda a los terrenos en descanso a acelerar su tránsito hacia etapas más avanzadas y de más alta productividad.
- **De Protección y restauración.** Este tipo de reforestación se establece con el propósito de proteger y contribuir a la estabilización y restauración de terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación y erosión de suelo.



Enriquecimiento de acahuales.



Reforestación de protección y restauración en una zona degradada.



Reforestación de *Pinus greggii*, Hidalgo.



Reforestación de mangle rojo, Veracruz.



Reforestación para la recuperación de antiguos terrenos forestales.



Reforestación con material vegetativo.

•**Agroforestal.** Plantación en la que los árboles se plantan y cultivan intencionalmente en la misma unidad de tierra junto con cultivos agrícolas, frutícolas, hortícolas o con pastizales, con la intención de diversificar la producción y aprovechar los beneficios económicos y ecológicos que brindan los árboles y la cobertura de los cultivos. Debido a la asociación de usos y especies, este tipo de plantación ofrece múltiples beneficios al mismo tiempo que protege y mejora el medio ambiente. También se les conoce como sistemas agrosilvopastoriles.

•**Productiva.** Tiene como finalidad la obtención de productos de calidad –en gran cantidad– destinados a la actividad económica, ya sea industrial, comercial, artesanal, ornamental, medicinal, energética o alimentaria. En un sentido estricto, se trata de un cultivo intensivo de árboles en el que incluso se puede utilizar maquinaria pesada para la preparación del suelo y las labores principales, usando al mismo tiempo material genético de alta calidad que maximice la producción de acuerdo con el tipo de producto que se espera obtener.



Sistema agroforestal.



Plantación forestal comercial de árboles de navidad.



Plantación forestal comercial en Nayarit.



Plantación forestal comercial.

# Proceso de planeación

El desarrollo de una reforestación depende de cinco factores fundamentales:

1. La **selección** correcta de **especies** en el sitio a reforestar.
2. El uso de **germoplasma** de la mejor **calidad** genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de **producción de planta** y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la **época adecuada** para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de **técnicas silvícolas** apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Se deben considerar los siguientes puntos de la planeación para obtener un mayor éxito:

## Elección del sitio

Para determinar el sitio donde se establecerá la reforestación es de suma importancia tener presente el objetivo de la misma. Se recomienda hacer recorridos de campo para conocer y analizar cuidadosamente las características sociales y ecológicas del predio, así como determinar cuáles son los factores adversos del medio ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reforestación efectiva.



Elección del sitio para reforestar.

## Elección de las especies a reforestar

Conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras.

- **Con fines de restauración:** para ello se debe seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir más rápidamente las superficies desprovistas de vegetación.
- **Plantación comercial:** de acuerdo con las condiciones ambientales prevalecientes, se deben elegir especies de alta productividad a las que se pueda dar un cultivo intensivo y protección total para obtener una abundante cosecha de alta calidad.
- **Uso de material vegetativo:** es necesario capacitar al campesino y planear el tiempo necesario para la preparación del material vegetativo y el terreno según su conformación y calidad.



Para reforestar se deben elegir preferentemente especies nativas.

## Cronograma de actividades

Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante el programa de reforestación, pues permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido.

Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Selección de las áreas a reforestar		Año 1										
Determinación de la cantidad y especies de planta requeridas				Año 1								
Obtención de germoplasma forestal	Dependiendo de la especie											
Producción de planta	Año 2							Año 1				
Preparación del terreno					Año 2							
Transporte de la planta							Año 2					
Plantación							Año 2					
Seguimiento								Año 2				
Mantenimiento de áreas reforestadas					Año 2							

Tabla 1. Ejemplo de cronograma de actividades para un programa de reforestación.

## Conocimiento regional y asesoría técnica

Es aconsejable hacer acopio de los conocimientos de los habitantes locales acerca del tema e incorporarlos desde la planeación hasta las diversas actividades, cuidando no sólo su conservación, sino también su ampliación y evolución.

Durante todo el proceso se debe dar acompañamiento en campo de todas las actividades, con una asistencia técnica de buena calidad.



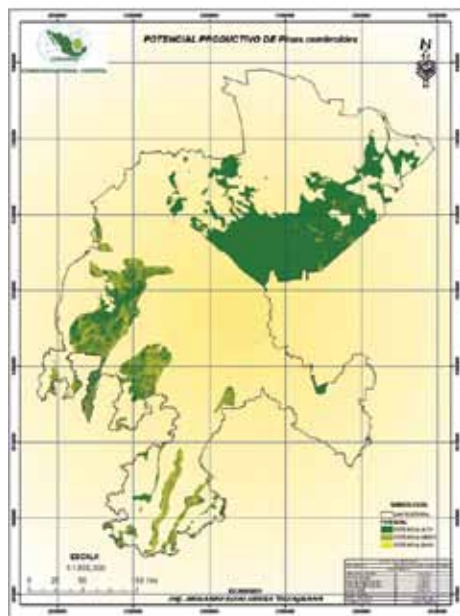
Acompañamiento del asesor técnico.

# Germoplasma forestal

Uno de los parámetros que deben considerarse para tener una reforestación exitosa es utilizar germoplasma forestal de buena calidad y de procedencia conocida.

## Distribución de las especies

Es indispensable conocer la distribución de la especie prioritaria a reforestar en la zona o región de interés, con el fin de ubicar en ella los predios forestales que cuenten con poblaciones con características adecuadas para realizar la colecta de su germoplasma, y proporcionarlo a los viveros que se ubican también dentro de la zona o región a reforestar. Todo esto tiene como fin evitar al máximo el movimiento indiscriminado del germoplasma y garantizar la adaptabilidad de las plantas producidas en el terreno a reforestar. A su vez, es importante confirmar que los predios a reforestar se ubiquen de preferencia dentro de un área prioritaria para la reforestación, delimitada de acuerdo con los criterios técnicos de la Comisión Nacional Forestal.



Mapa de zonificación ecológica de *Pinus cembroides* en Zacatecas (Sierra, 2009).

## Fuentes semilleras

Para seleccionar las fuentes semilleras es necesario buscar los bosques, selvas y zonas semiáridas mejor conservados o las plantaciones de las cuales se conozca la procedencia de su germoplasma, que cuenten con ejemplares de la especie de interés fenotípicamente superiores al promedio de la zona ecológica a reforestar, en los que se pueda realizar una caracterización cualitativa y cuantitativa de acuerdo con el objetivo de la reforestación.





Selección de individuos fenotípicamente superiores.



Colecta de semilla en Chiapas.

Una vez identificada la Unidad Productora de Germoplasma Forestal (UPGF), y si ésta cumple con los criterios técnicos para ser convertida en una fuente semillera superior, se puede proceder a realizar un manejo silvícola que favorezca la producción de germoplasma e incluso se puede hacer una selección de los mejores individuos para iniciar un proceso de mejoramiento genético que aumente la productividad de la especie en la zona.

El tamaño del rodal dependerá de la cantidad de germoplasma que se desea obtener para satisfacer la demanda local, para lo cual es básico estimar los rendimientos de germoplasma de los individuos del rodal.

El germoplasma debe colectarse de individuos sanos y vigorosos que cumplan con las características deseadas de acuerdo con el objetivo de la reforestación.

Una ventaja económica que se obtiene al utilizar germoplasma de calidad (especie y procedencia apropiada al sitio y semilla fisiológicamente vigorosa) es que al producir la planta no hay necesidad de resembrar y al momento de la reforestación, aumenta la probabilidad de sobrevivencia de la planta en el sitio; por lo cual el uso de germoplasma forestal de calidad representa un ahorro de dinero en los procesos de producción de planta y reforestación.

La semilla representa menos de 5 por ciento de los costos de una plantación; sin embargo, una selección errónea de la fuente semillera o el uso de germoplasma de mala calidad puede generar mayores pérdidas en una plantación que cualquier otro factor. La base para tener una reforestación exitosa es utilizar la especie apropiada al sitio, germoplasma de buena calidad, de procedencia conocida y localizada dentro del lugar cercano del predio a reforestar (Vázquez et al, 2001).

Finalmente es importante mencionar que el uso de germoplasma de calidad para la reforestación contribuye a la conservación de la diversidad biológica de las especies forestales nativas del país.



Rodal semillero de *Pinus engelmannii*, ejido El Lago y anexos, Chihuahua.



# Producción de planta

La calidad de la planta es uno de los factores que condicionan el éxito de la plantación. Los parámetros que debe tener una planta producida en vivero para que sea considerada de calidad antes de salir a campo son los siguientes:

Tipo de planta	Diámetro del tallo	Altura de la planta	Raíz	Micorrizas	Lignificación	Vigor	Integridad	Sanidad
Coníferas no cespitosas	Mínimo 4mm	15 a 25 cm	Con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba.	Cobertura en cepellón mínima del 40%.  No visibles a simple vista.	2/3 partes del tallo principal, evitar planta excesivamente alta y delgada.	Color del follaje propio de la especie.	Plantas completas, sin daños físicos o mecánicos (no rotas).  Que no se ladeen o doblen con su propio peso.	Sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas y enfermedades.  De aspecto vigoroso.
Coníferas cespitosas	Mínimo 6mm	No aplica	Sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 u 80% del cepellón.			Una planta vigorosa es más resistente al manejo y traslado.		
Latifoliadas	Mínimo 4mm	20 a 35 cm						

Tabla 2. Parámetros básicos de producción de planta forestal de calidad.

\*El diámetro del tallo se mide entre 3 y 5 mm arriba de la superficie del cepellón.

\*\*La altura de la planta se mide desde el cuello del tallo a la punta apical del mismo.



Conífera no cespitosa.



Conífera cespitosa.



Latifoliada.

## Suministro de planta

En esta etapa los plantadores se abastecen de la planta que se va a utilizar, sin olvidar que la forma en que ésta sea transportada al sitio de plantación es un factor que repercutirá en el establecimiento de la misma. Por lo anterior se tomará una serie de disposiciones para lograr que la planta, al ser llevada a campo, llegue en condiciones óptimas para ser establecida. Dichas disposiciones son:

### **Empaquetado con plástico *vitafilm***

Consiste en formar paquetes de 10 a 15 plantas cada uno, envolviendo los cepellones con al menos tres vueltas de plástico, de un ancho de dos centímetros mayor al alto del cepellón, para evitar que se tape la base del paquete y la parte aérea de las plantas.

Para plantas producidas en contenedores con cavidades de 150 o más mililitros (ml), los paquetes deben ser de 10 plantas cada uno; para contenedores con cavidades menores a 150 ml, los paquetes podrán ser de 10 ó 15 plantas.



Estructura de los paquetes de 10 plantas.



Paquetes de plantas con plástico *vitafilm*.

## Empaquetado a cepellón desnudo

Consiste en acomodar las plantas sin empaquetar en estibas encontradas dentro de cajas de madera, plástico o cartón, que puedan estibarse. Además, éstas deberán forrarse en todas las caras interiores con papel periódico o de estraza para evitar la deshidratación de las plantas. En la parte superior de las estibas de planta se debe colocar una capa de cuando menos dos centímetros de espesor de hidrogel para mantener hidratados los cepellones.

El empaquetado a cepellón desnudo se recomienda para planta producida en contenedores con cavidades en forma de pirámide invertida.



Acomodo de la planta a cepellón desnudo en cajas de madera.



Capa de hidrogel en el cepellón desnudo para evitar la deshidratación.

Recomendaciones a seguir para la extracción de la planta del contenedor y hacer un empaquetado adecuado:

- Aplicar un riego a la planta previo a la extracción, para facilitar ésta y comenzar el empaquetado.
- Las maniobras de extracción de la planta y su embalaje deben realizarse bajo techo.
- El tiempo que transcurra entre la extracción de la planta de los contenedores y su embalado debe ser menor a un minuto.

- En tanto los beneficiarios acudan al vivero a recoger su planta, los paquetes deben estar colocados en posición vertical, en espacios sin problemas de encharcamiento y con las condiciones para facilitar su riego y mantenimiento.
- El tiempo que trascurra entre la extracción de la planta del vivero y su plantación no debe ser mayor a cinco días. En tanto se traslade al sitio de la plantación, la planta debe quedar protegida bajo la sombra de algún árbol o similar. No se recomienda resguardarlas en bodegas o espacios cerrados.



Cadena de montaje para el empaquetado de la planta.



Extracción de la planta del contenedor de producción.



Empaquetado de la planta con plástico *vitafilm*.



Acopio de la planta, bajo sombra y en posición vertical, sin encharcamiento.

# Transporte de planta

El transporte de la planta del vivero al lugar de la reforestación debe hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para prevenir posibles daños se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- Considerar que las distancias del vivero al área de plantación sean cortas, evitando traslados mayores a 100 kilómetros (km).
- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire. Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños. Se debe proteger la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.
- No encimar las charolas, contenedores o huacales (sistema tradicional) uno con otro ni colocar objetos sobre las plantas.
- La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.
- Al hacer la distribución en el terreno se toman los contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta. En sistema tradicional se toma del envase, jamás del tallo.



Estructura metálica para el correcto traslado de la planta en los contenedores de producción.



Acomodo de las cajas de madera para el traslado de las plantas acomodadas a cepellón desnudo.



Malla sombra cubriendo la estructura metálica del camión para evitar la deshidratación de las plantas.



Transporte de las plantas al lugar de la reforestación.

# Trabajos previos a la reforestación

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se debe realizar antes de la reforestación. Algunas actividades básicas de preparación que se deben hacer antes de comenzar una plantación son:

## Accesibilidad del predio

Todo predio donde se vaya a establecer una reforestación ha de contar con un buen acceso para facilitar los trabajos de plantación y mantenimiento.



El terreno debe ser accesible.

## Limpieza del terreno (deshierbe o chaponeo)

Actividad destinada a eliminar la maleza existente en el lugar donde se establecerá la planta para que no haya competencia por luz, agua y nutrientes.

## Preparación del terreno

Existen diferentes maneras de preparar el terreno donde se pretende establecer la plantación, para mejorar las condiciones del suelo y asegurar una mayor sobrevivencia de la planta. La elección del método está en función de diversos factores: superficie a reforestar, disponibilidad de recursos (humanos, económicos, maquinaria y equipo), tipo de suelo, pendiente del terreno y acceso al mismo.



## Preparación manual

Por lo general los trabajos de preparación se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles en terrenos muy accidentados y son recomendables para superficies menores de 10 hectáreas (ha). Con este método sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida.



Preparación manual del terreno a reforestar.

## Preparación mecanizada

Para esta labor se utilizan implementos agrícolas tirados por tracción animal o maquinaria. Cuando el suelo está muy compactado y ubicado en terrenos con pendientes menores al 30 por ciento, la preparación se puede hacer con un subsolador tirado por maquinaria, considerando que con esto se incrementan los costos de la misma. Estas acciones favorecen la captación de agua de lluvia y crean mejores condiciones físicas para el desarrollo de la planta.



Preparación mecanizada del terreno a reforestar.

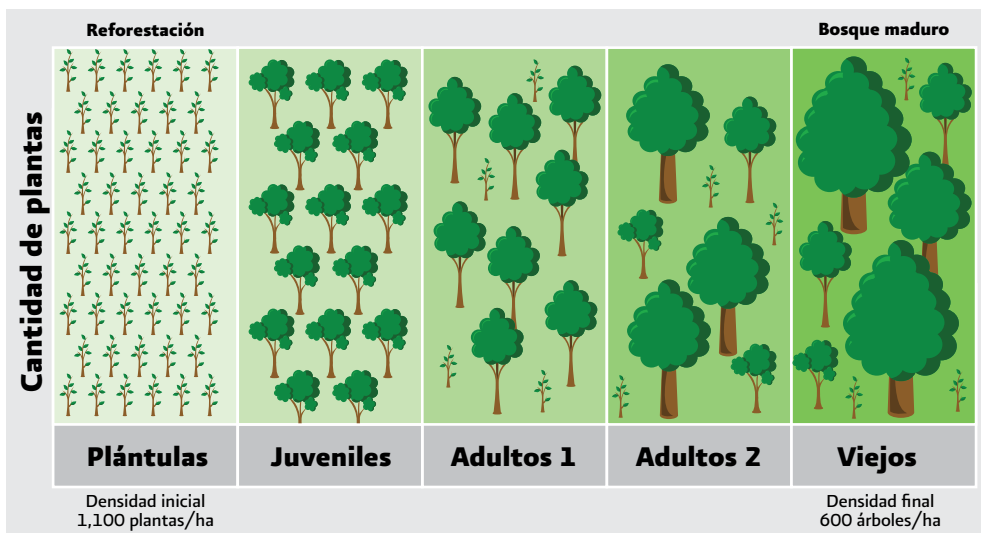
# Diseño de la plantación

En esta parte del proceso se determina en qué puntos del terreno se van a plantar los árboles de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas del mismo.



Brigada de reforestación siguiendo la línea para el diseño de la plantación.

Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta.



Sucesión de una reforestación hasta la formación de un bosque maduro.



Se pueden utilizar los siguientes diseños de plantación:

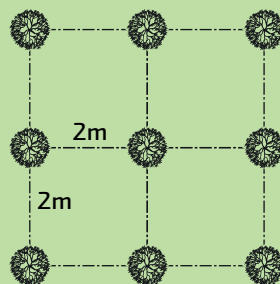
## Marco real

En este de diseño las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos. Se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores a 20 por ciento. En el caso de reforestaciones con fines productivos (plantaciones forestales comerciales), se recomienda utilizar este diseño por el manejo que se le puede dar a la plantación (deshierbes, riegos, fertilización, otros).

### Ejemplo para la determinación del número de plantas/ha en cuadrado

D = distancia entre plantas y entre líneas = 2 m

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{d^2} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{2^2} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{4} = 2,500 \text{ plantas/hectárea}$$

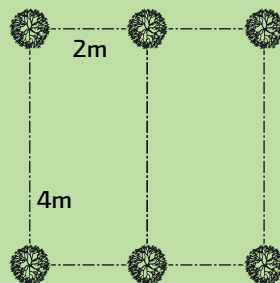


Diseño de plantación a marco real de 2 m x 2 m.

### Ejemplo para la determinación del número de plantas/ha en rectángulo

D = 2 m, l = 4 m

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{2 \times 4} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{8} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{4} = 1,250 \text{ plantas/hectárea}$$



Diseño de plantación a marco real de 2 m x 4 m.



Reforestación con terrazas individuales para captación de agua, siguiendo el diseño de marco real.

## Tres bolillo

Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

### Formula para determinar densidad 3 bolillo:

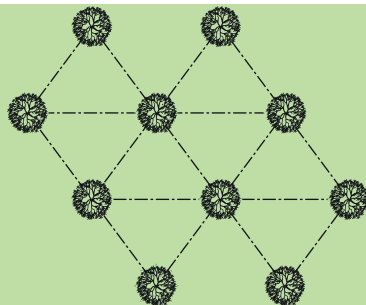
$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000 m^2}{d^2 \times 0.866}$$

#### Donde:

$0.866 = \text{valor de la tangente trigonométrica}$

### Ejemplo de la determinación del número de plantas/ha en tres bolillos

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10,000 m^2}{d^2 \times 0.866} = \frac{10,000 m^2}{3m \times 3m \times 0.866} = 1,283 \text{ plantas/hectárea}$$

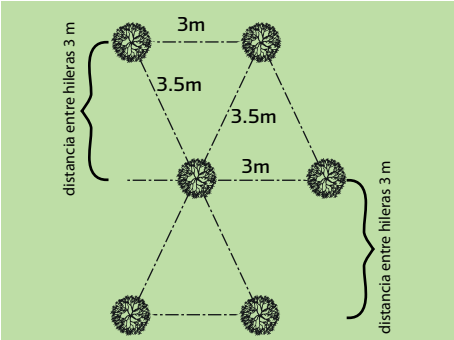


Esquema de plantación a tres bolillo.



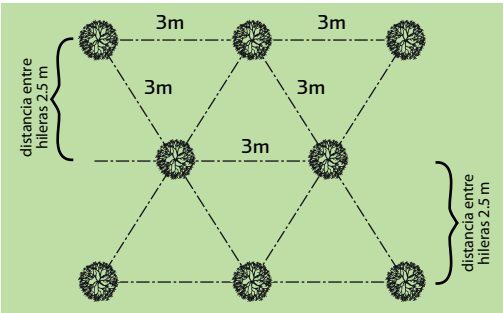
zDiseño de plantación en tres bolillo.

Un error frecuente en el trazo tres bolillo es considerar que la distancia entre líneas de plantación debe ser igual a la distancia entre árboles. Cuando se hace de esta manera, la distancia que existe entre los árboles intermedios es mayor que la distancia que le corresponde, tal como se observa en el siguiente esquema:



Error en el trazo tres bolillo.

En contraste, la forma correcta de diseñar una plantación de este tipo es como sigue:



Forma correcta de diseñar una plantación tres bolillo.

Distancia entre plantas (metros)	Distancia entre hileras (metros)	Densidad (plantas/hectáreas)
2	1.732	2,500
2.5	2.165	1,600
3	2.598	1,111
3.5	3.031	816
4	3.464	625
4.5	3.897	494
5	4.33	400

Tabla 3. Espaciamientos para el diseño tres bolillo, de acuerdo a la distancia requerida entre plantas.

**El diseño de plantación y el arreglo seleccionado (espaciamento) determina la densidad de la plantación (cantidad de árboles por hectárea).**

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

Tabla 4. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR (las que aquí se especifican corresponden a Reglas de Operación ProÁrbol 2010).

## Establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía.

Es importante considerar además la experiencia en actividades de reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de reforestación.

Algunas herramientas utilizadas pueden ser:

- Pala recta
- Pala plantadora
- Barra o barreta plantadora
- Azadón
- Talacho
- Barrena con motor
- Maquinaria pesada

## Técnicas de plantación

La plantación puede realizarse con diferentes herramientas según las técnicas, el tipo de planta, los recursos y el personal disponible.

## Sistema de cepa común

Consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos.

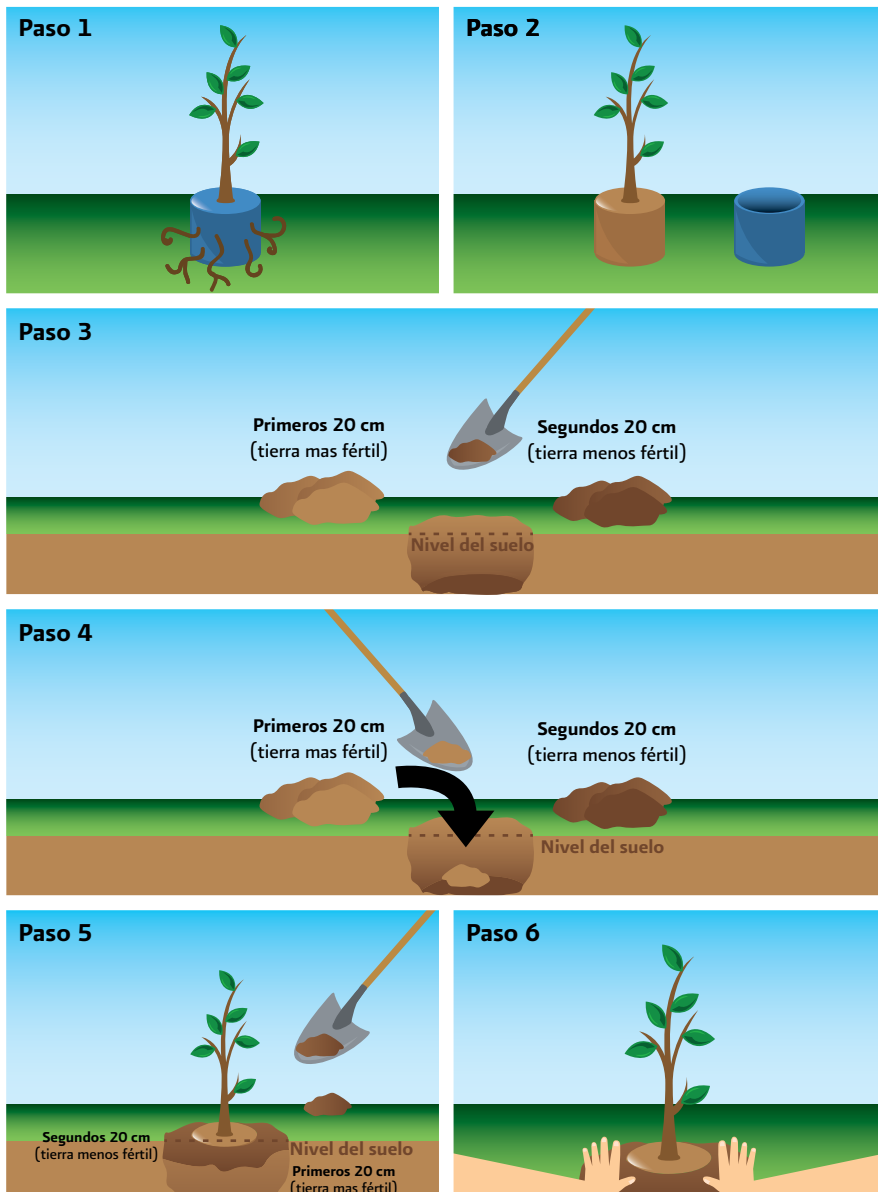
Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.



Las cepas individuales con cajete favorecen la captación de agua para la planta.

## Sistema de cepa común



## Golpe o pico de pala

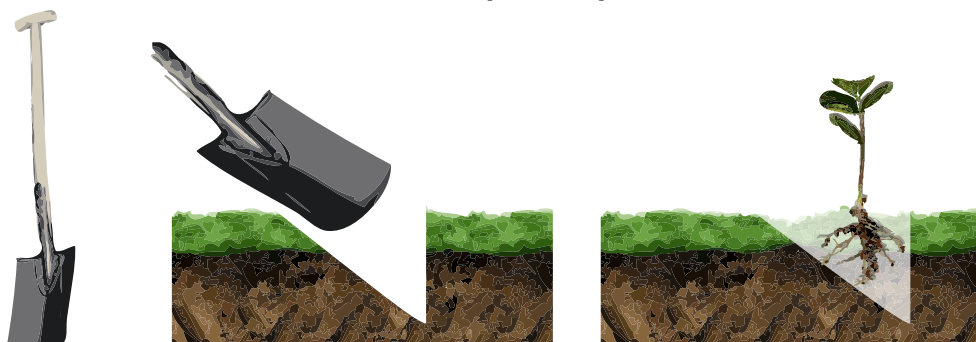
Consiste en aperturar el suelo de un solo golpe, con pala o pico, creando un espacio suficiente para colocar la raíz de la planta. Se utiliza de preferencia planta con raíz desnuda y últimamente se ha utilizado para planta producida en contenedor de plástico rígido o poliestireno. Este método es aplicable en aquellos terrenos manejables y no pedregosos.

Cuando el suelo está muy compactado y el sitio a reforestar está ubicado en terrenos muy accidentados, la apertura de las cepas se puede hacer con la ayuda de una ahoyadora.



Golpe o pico de pala.

## Sistema a pico de pala



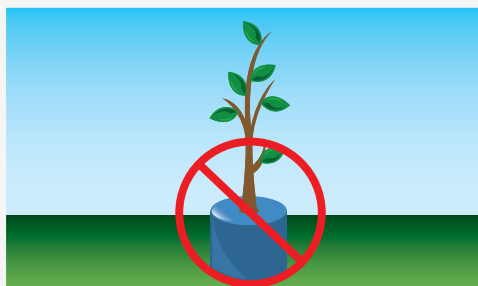
Técnica de plantación por medio de golpe o pico de pala.



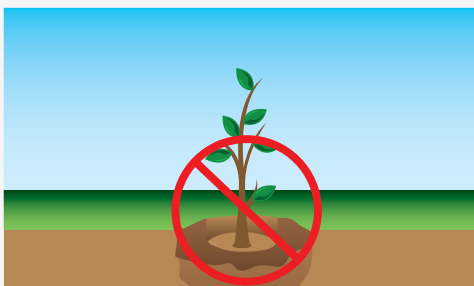


## Errores al momento de la plantación

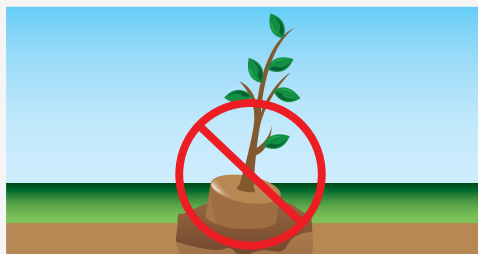
En ocasiones se cometen errores al plantar que provocan la muerte de los árboles. Por lo mismo, se sugiere tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:



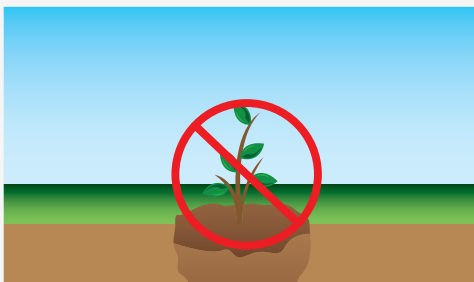
Nunca se debe plantar un árbol con la bolsa de plástico, porque se obstruye el desarrollo de las raíces.



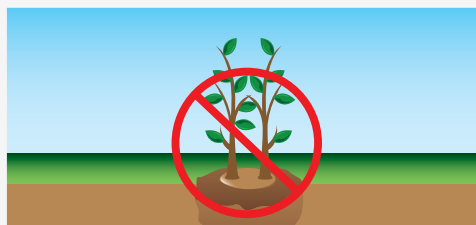
Si la cepa se hace muy profunda y el tallo del árbol queda muy hundido, se asfixiará.



Si la cepa se hace poco profunda, las raíces podrían quedar en la superficie, con lo que el árbol se deshidratará. En otro caso, el árbol puede quedar inclinado, lo que provocará un crecimiento deforme o su muerte.



Al cubrir el tallo con demasiada tierra se resta vigor a la planta y se le dificulta el acceso del agua, por lo que puede morir o tener un desarrollo raquítico.



Debe colocarse una sola planta por cepa. Si se colocan dos o más plantas en la misma cepa es probable que las dos logren establecerse y compitan por los nutrientes, lo que provocará un crecimiento lento y poco aceptable de ambas plantas.



# Protección

El objetivo de esta actividad es evitar la destrucción o daño de la reforestación por posibles agentes que pueden ser controlados por el hombre.

Es importante precisar que el proceso de la reforestación no termina al momento de concluir la plantación, pues la totalidad de las plantas puede morir si no se establecen medidas adecuadas de protección y mantenimiento.

Es recomendable proteger todas las áreas, especialmente las de 10 o más hectáreas para lograr una protección a menores costos unitarios por unidad de superficie.

En este sentido, primero se debe identificar el posible agente causal del daño a la reforestación, y proceder a implementar la protección específica y adecuada al predio, considerando su oportunidad, los materiales a utilizar, la participación de los dueños y factores extremos.



Cerco de alambre de púas.

## Protección contra animales

Se pueden considerar tres tipos de protección de acuerdo con el tamaño de los animales:

### Animales de porte mayor

Se refiere al ganado vacuno, equino y a todo tipo de animales que se pueda controlar con un cercado de tres a cuatro líneas de alambre. El daño que provocan a las plantas es por pisoteo de las plantas, además de que compactan el suelo impidiendo la correcta oxigenación de las raíces y el paso del agua.

### Animales de porte medio

Incluye el ganado ovino, sobre todo el caprino, que causa más daños a las plantaciones por su enorme capacidad digestiva y su dieta multiespecífica. El costo que implica la protección contra este tipo de animales en relación al anterior es mayor, debido a que se requiere un sistema de cercado diferente para poder proteger la plantación. Se puede emplear el cerco con alambre con los hilos más juntos (15 centímetros cada uno) o el cerco con malla ciclónica.

### Animales de porte bajo

Abarca todo tipo de animales silvestres como conejos, liebres, ciervos, tuzas y algunas especies de aves, entre otros. Para impedir el acceso de éstos al área reforestada, se pueden construir murallas de piedra o colocar cercos con malla ciclónica o borreguera.



Animal dentro de un área reforestada.

## Tipos de cerco

De acuerdo al tipo de reforestación y al entorno en el cual se encuentre, se pueden utilizar los siguientes tipos de cercado:

### Cerco de piedra

La delimitación de un predio con cerco de piedra se hace en superficies menores de 15 hectáreas. Para ello se utiliza piedra que se encuentre dentro del predio. Cuando se cuente con el cerco levantado se deberá darle mantenimiento.

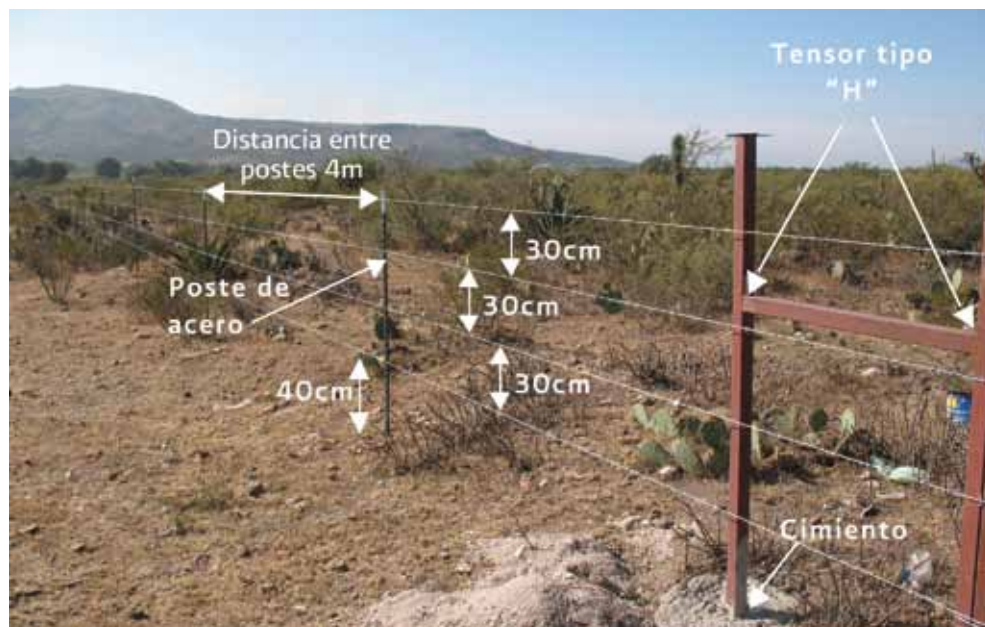
Para la construcción de este tipo de cerco se debe tomar en consideración que requiere mucha mano de obra y que depende del material existente dentro del área reforestada.



Cerco de piedra acomodada.

## Cerco de alambre de púas

Este cerco se caracteriza por su rigidez, la cual deriva de la corta distancia entre postes y el uso de alambre de púas, grapas, tubos o ángulos metálicos. La distancia entre postes debe ser de cuatro metros como máxima, dependiendo de la topografía del terreno, del material y del tamaño de los postes; y con un mínimo de cuatro hilos de alambre de púas. Este tipo de cerco es costoso debido a la cantidad de postes que se utilizan y al costo del alambre. Sin embargo, es el más generalizado debido a su rápida colocación, instalación y durabilidad.



Cerca de alambre de púas (4) y tensor tipo H.

Tipo de postes	Características
Poste de concreto	8 cm x 8 cm x 2.50 m
Poste de concreto	12 cm x 12 cm x 2.50 m
Poste tipo Y (metálico)	Altura: 1.98 m, peso: 3.1 kg
Poste de acero	Altura: 1.98 m, peso: 2.59 kg
Poste de madera	10, 13 y 20 cm de diámetro
Vigas y polines	5 x 5 pulgadas
Polín redondo y tubo	Al menos 5 pulgadas de diámetro
Ángulo metálico	Opcional

Tabla 5. Tipos de postes utilizados para el cerco de alambre de púas.





Colocación de los postes metálicos para el cerco.

En el caso de utilizar postes metálicos es necesario colocar en su base un soporte de concreto para darles firmeza y rigidez.



Cimiento para sujetar el poste metálico.

Para fijar el alambre a los postes se pueden utilizar los siguientes insumos:

Tipo de fijación	Características
Grapas	Longitud de 1 pulgada y calibre 9
Alambre recosido	Calibre 14.5

Tabla 6. Sujeciones para fijar el alambre de púas.



Detalle del alambre recosido.



Detalle de las grapas.

Si al realizar el cerco se encuentran árboles en la línea limítrofe de éste, se pueden aprovechar sus troncos para colocar en ellos el alambre o malla, procurando no dañarlos.

Los postes de madera deben ser lo más rectos posible para dar una sola línea; su vida útil depende de la resistencia de la especie y de las condiciones climatológicas de la región.



Cerco de alambre de púas aprovechando material vivo.



Cerco de alambre con magueyes para fortalecer la protección contra animales de porte medio.



Cerco con postes de madera.

## Cerco vivo para regiones tropicales

Consiste en utilizar postes vivos plantados directamente en la tierra con la intención de que produzcan raíces y se conviertan en árboles. Constituyen una de las principales alternativas para reducir los excesivos gastos por concepto de mano de obra e insumos que, año con año, son requeridos para la construcción y rehabilitación de cercos en áreas tropicales y subtropicales.

Para elaborar este tipo de cerco se utilizan leguminosas arbóreas de diferentes especies que, además de servir para la delimitación de potreros, tienen un potencial de producción de forraje en la época seca, que es cuando más se necesita contar con un alimento fresco de buena calidad, y constituyen una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña.

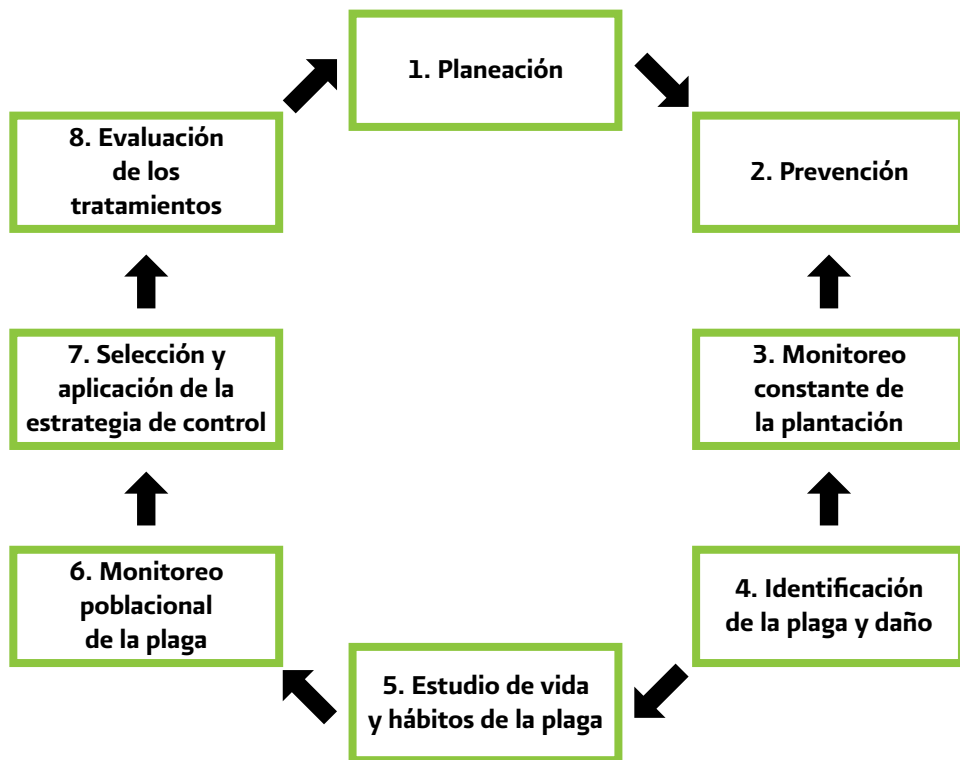


Cerco vivo.

# Manejo integrado de plagas y enfermedades

Diversos agentes patógenos pueden afectar una o más partes de los árboles, dando como resultado la reducción del crecimiento o, en casos severos, la muerte del arbolado. Por este motivo es importante implementar acciones de prevención, y en su caso de control, para reducir sus efectos.

El manejo integrado de plagas consiste en una estrategia que combina diversas acciones para tratar de reducir el uso de agroquímicos, disminuyendo así los efectos negativos para el ambiente y la salud humana.

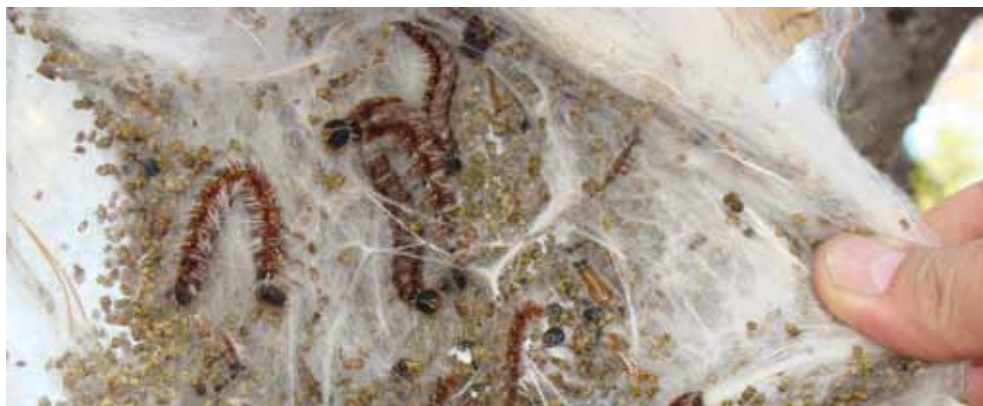


Proceso de manejo integrado de plagas y enfermedades.



## Detección de plagas y enfermedades

La detección de plagas y enfermedades se realiza mediante monitoreos continuos, que implica la realización de recorridos en campo o sitios donde se establecerá la reforestación. No hay que olvidar que para que una planta se establezca favorablemente en campo, debe salir libre de plagas y enfermedades del vivero de procedencia.



Detección de la presencia de una plaga.

En reforestaciones donde se favorece el establecimiento de una sola especie en áreas compactas, se generan condiciones favorables para el desarrollo de ciertas plagas. Tal es el caso del cedro rojo (*Cedrella odorata*), que es atacado por el barrenador del brote (*Hypsipyla grandella*), insecto que barrena los brotes tiernos de la planta provocando serios daños en las primeras etapas de la reforestación.



Muerte de plantas de cedro rojo por un insecto barrenador.

## Medidas preventivas

El manejo integrado de plagas y enfermedades en la reforestación inicia con la implementación de acciones que prevengan y eviten, en la medida de lo posible, la aparición de patógenos que afecten el buen desarrollo de la misma.

### Aislamiento

Consiste en delimitar con barreras físicas una o varias partes de la plantación con el fin de evitar la dispersión de la plaga o enfermedad, restringiendo el tráfico de personal y vehículos en esa área.

### Eliminación de hospederos alternos

Se trata de la eliminación de plantas dentro del sembradío y sus alrededores que pueden ser hospederas alternas de plagas o enfermedades.

### Canales de drenaje

La construcción de canales de drenaje evita la anegación de las zonas bajas de la plantación, dificultando así el desarrollo de plagas o enfermedades.

## Medidas de control

Una vez que se identifican las plagas o enfermedades que afectan a la plantación, se pueden emplear diversos métodos para su control y combate.

### Remoción y destrucción manual

Cuando se encuentre la presencia de insectos que pupen en ramas, corteza o suelo, es necesario hacer la remoción manual de las pupas y destruirlas en el sitio para cortar el ciclo del insecto.



Control mecánico del muérdago.

## Control mecánico y físico

Incluye una serie de prácticas que pueden eliminar directamente a las plagas o cambiar las condiciones favorables del medio a condiciones adversas para el desarrollo de las mismas (Andrews, 1989).

### Tala de salvamento

Consiste en la eliminación total del arbolado en una o más áreas de la plantación con el fin de erradicar la plaga o enfermedad en un área determinada, éstas se denominadas focos de infección debido a su condición. Los árboles derribados y el material secundario (ramas y ramillas) se deben de tratar en el sitio.

### Poda sanitaria

Es la remoción de una o más partes del árbol que han sido severamente afectadas por plagas o enfermedades. La remoción se efectúa por medio de podas.



Poda de control de plagas.



Raleos sanitarios.

### Raleo sanitario

Es el derribo de árboles aislados dentro de la plantación que están afectados severamente y cuya condición no puede revertirse.

## Control etológico

Consiste en aprovechar el comportamiento de la plaga ante ciertos estímulos, aprovechándolos para su control. Incluye el uso de feromonas sexuales, de agregación o antiagregación, atrayentes en trampas y cebos, repelentes e inhibidores de alimentación, entre otros.

## Control biológico

Es la regulación de la población de un organismo por medio de otro. Parte del principio de que en la naturaleza todo organismo tiene uno o más antagonistas que lo eliminan o compiten con él.

### •Control por conservación

Consiste en conservar y promover la sobrevivencia y reproducción de los enemigos naturales nativos presentes en la plantación, con el fin de ampliar su impacto sobre las plagas.

### •Control biológico clásico

Consiste en la introducción y establecimiento de nuevas especies de enemigos naturales altamente específicas para el control de las plagas en la plantación.

## Control químico

Plagas y enfermedades se controlan por medio de sustancias químicas o biológicas.

Para la utilización de sustancias químicas para el control de plagas es importante:

- Seguir las normas de seguridad indicadas en la etiqueta para la aplicación, almacenamiento y eliminación de residuos.
- Usar los plaguicidas en forma sensata y racional. El uso excesivo y mal dirigido puede ocasionar resistencia en las plagas y mayor contaminación al medio ambiente.
- Utilizar los plaguicidas con oportunidad de aplicación, es decir, en el tiempo en que la plaga es más sensible y el producto trabaja con mayor eficacia.
- Utilizar productos selectivos.



Aplicación de productos químicos.

# Protección contra incendios forestales

El peligro de incendios es un factor de alta consideración en materia de reforestación. Para minimizar riesgos es necesario implementar acciones preventivas y, en el caso de registrarse un incendio, se deben emplear las técnicas de combate más apropiadas de acuerdo con las herramientas y personas disponibles, así como la peligrosidad del mismo.

## Prácticas para la prevención de incendios

### Apertura de brechas cortafuego

Consiste en abrir líneas o franjas de dos a tres metros de ancho, dependiendo de las condiciones del terreno y el objetivo de la práctica. Con la apertura de las brechas se busca eliminar todo el material combustible que se encuentre en las zonas críticas de la plantación para evitar que pueda provocar un incendio. Con este trabajo se logra aislar y proteger las áreas reforestadas.

### Rehabilitación de brechas corta fuego

Una vez que se tienen las brechas corta fuego, es importante rehabilitarlas cada año, eliminando todo el material que pueda convertirse en combustible y dañar la reforestación en caso de incendio. Conviene no esperar a que la brecha haya sido cubierta en su totalidad.



Brecha cortafuego.



## Líneas negras

Consiste en la limpieza de vegetación forestal mediante el uso planificado del fuego, siempre y cuando se tenga conocimiento sobre el desarrollo de esta práctica.



Realización de líneas negras mediante el uso planeado del fuego.

Para proteger la reforestación se debe considerar la elaboración y colocación de rótulos en los límites del área de plantación, sobre todo donde los caminos llegan al sitio. Dichos rótulos deben incluir la información básica, como superficie plantada, especies utilizadas, año de establecimiento, dependencias responsables y advertencias de lo que no está permitido hacer dentro del área y a quién debe reportarse las irregularidades o emergencias. Los rótulos deben elaborarse con material durable y la pintura debe ser resistente a las condiciones climáticas.



Rótulo informativo de reforestación.

# Mantenimiento de la reforestación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, para asegurar su permanencia

## Control de maleza

El control de la maleza es recomendable en plantaciones de coníferas y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite su desarrollo. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arroyo para guardar humedad.



Control de malezas en una plantación de coníferas.

## Fertilización

Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

## Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas en cada ciclo de lluvias.

## Podas

Consisten en la eliminación de las ramas inferiores. Esta práctica tiene el fin de incrementar la calidad de la madera y simplificar otras labores ya que facilita el acceso para tareas de supervisión y mantenimiento. Además, reducen el riesgo de incendios y permiten el aprovechamiento de leña.



Ejemplo de manejo silvícola: podas y aclareos.

## Aclareos

El remover cierto número de árboles en determinada etapa de desarrollo de la plantación propicia mejores condiciones de crecimiento con mayor calidad en el arbolado destinado a la obtención de materias primas maderables como aserrío, tableros, contrachapados y postes. Los aclareos sirven también para regular la composición específica del monte.



# Evaluación y seguimiento

Dependiendo de cuál es la variable de interés, será la etapa adecuada para realizar la evaluación. Si lo que se busca es evaluar la sobrevivencia, se requiere efectuarla después del primer periodo de sequía. Además de la sobrevivencia, se pueden obtener diferentes variables al momento de la toma de datos en campo, como estado sanitario y vigor de la planta.

## Estimación de la sobrevivencia

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

**Donde:**

$\sum_{i=1}^n$  = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable  $a$  o  $m$ .

$p$  = proporción estimada de árboles vivos.

$ai$  = número de plantas vivas en el sitio de muestreo  $i$ .

$mi$  = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo  $i$ .

## Evaluación del estado sanitario

Permite conocer la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

$$ps = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{\sum_{i=1}^n ai} \times 100$$

**Donde:**

$\sum_{i=1}^n$  = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable  $S$  o  $a$ .

$ps$  = proporción estimada de árboles sanos.

$Si$  = número de árboles sanos en el sitio de muestreo  $i$ .

$ai$  = número de árboles vivos en el sitio de muestreo  $i$ .

## Estimación del vigor de la plantación

Describe la proporción de órganos vigorosos del total de los árboles vivos. El vigor se clasifica de la siguiente forma: bueno, cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa; regular, cuando el árbol muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio; malo, cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

$$pv = \frac{\sum_{i=1}^n vi}{\sum_{i=1}^n ai} \times 100$$

**Donde:**

$\sum_{i=1}^n$  = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable  $v$  o  $a$ .

$pv$  = proporción estimada de árboles vigorosos.

$vi$  = número de árboles vigorosos en el sitio de muestreo  $i$ .

$ai$  = número de árboles vivos en el sitio de muestreo  $i$ .



Estimación de la sobrevivencia de la reforestación de mangle.

## Recomendaciones finales

Para lograr una reforestación exitosa es necesario atender diversos aspectos. La observación de las siguientes recomendaciones facilitará dicho objetivo.

- La reforestación debe planearse tomando en cuenta los recursos disponibles, y evitar con ello reforestaciones inconclusas por falta de superficie, mano de obra, recursos económicos, disponibilidad de planta, entre otros factores.
- Debe evitarse plantar bajo dosel, es decir, en terrenos con cobertura de copa mayor al 20 por ciento y en sitios con una regeneración natural aceptable.
- Para realizar tareas de reforestación se recomienda integrar brigadas de trabajo de 10 a 15 personas cada una, con un responsable designado para organizar y coordinar a los integrantes.
- El asesor técnico debe dar recomendaciones antes de iniciar la ejecución de los trabajos de reforestación, para que los participantes desempeñen las tareas asignadas de la mejor manera posible.



- Es deseable realizar los trabajos de reforestación en las horas del día en que la temperatura es menos alta.
- Para asignar el número de plantas por participante en la reforestación, es necesario considerar tipo de terreno, sistema de producción de la planta y número de horas a trabajar.
- Dependiendo de la región, la reforestación se debe realizar durante los dos primeros tercios de la temporada de lluvias, cuando se utilice material procedente de vivero. Si se usa material vegetativo (maguey, nopal) la reforestación debe hacerse antes o después de la temporada de lluvias para evitar pérdidas por pudrición de planta.
- Siempre se debe plantar en lugares apropiados, evitando otros como brechas, caminos, arroyos y bajo cables de alta tensión.



Brigada de campo durante los trabajos de reforestación.

## Glosario

**Acahuales.** Es la vegetación secundaria producto de un largo proceso de recuperación sucesional mediante relevos de diferentes especies.

**Ápice o flecha.** Es la punta o extremo superior propiamente dicho de la planta.

**Calidad de sitio.** Es la caracterización que se levanta con una visita al predio en donde se tomen datos de: plano predial (superficie, coordenadas geográficas), clima, precipitación promedio anual, periodo de lluvias, temperatura promedio anual, tipo y profundidad de suelo, tipo de erosión, pedregosidad, grado de pendiente, altitud, tipo de vegetación y especies predominantes (árboles, arbustos y herbáceas).

**Cotiledones.** Son las estructuras donde se almacena alimento en la semilla.

**Cuello de la planta.** Es la parte de la planta que separa o une el tallo y la raíz.

**Curva de nivel.** Es una línea imaginaria sobre la superficie de la tierra que une puntos de igual nivel o altura.

**Deforestación.** Es la acción de eliminar el bosque de forma permanente para darle al terreno un uso no forestal, con reducción de cobertura de copas de árboles a menos de 10%.

**Densidad.** Es la relación que existente entre el número de plantas de una especie o una forma de crecimiento, y la superficie de un lugar.

**Dosel.** Es el estrato superior de un bosque.

**Especie.** Nivel de clasificación vegetal. La especie tiene un nombre genérico y un epíteto específico.

**Forestación.** Es el establecimiento y desarrollo de vegetación forestal en terrenos preferentemente forestales o temporalmente forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial (LGDFS).

**Hectárea.** Unidad de medida de superficie que corresponde a 10 mil metros cuadrados.

**Hidrogel.** Es una sustancia en estado coloidal con apariencia sólida gelificada (como la gelatina) por enfriamiento. Una de sus propiedades es la de hincharse y aumentar de volumen por absorción de agua y sustancias en ella disueltas.

**Mantenimiento.** Labores culturales que contribuyen a un mejor desarrollo de los individuos que constituyen la plantación, haciéndolos más productivos.

**Micorriza.** Es un inoculante compuesto por cultivos de hongos seleccionados que actúa a nivel de la raíz, produciendo una plántula más sana.

**Nativo.** Originario de un área determinada, que habita consistentemente en su hábitat natural y está asociado consistentemente con otras especies del mismo.

**Parámetros morfológicos y fisiológicos.** Se refiere, en el primer concepto, a las formas o rasgos visibles determinados que posee una planta y, en el segundo, a las características internas que posee.

**Patógeno.** Que origina y desarrolla una enfermedad.

**Plaga.** Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales, en contraposición con los intereses del hombre.

**Planeación.** Proceso previo a las acciones operativas de campo. Consiste en la definición de objetivos, la elaboración de un diagnóstico y de una prescripción calendarizada.

**Protección.** Conjunto de prácticas cuyo propósito es proteger la plantación de cualquier daño ocasionado por factores ajenos a la plantación como incendios, plagas, enfermedades, pastoreo o vandalismo, entre otros.

**Pupa.** Es un estado de vida de los insectos donde se realiza la transformación de larvas a adultos en insectos con metamorfosis completa (por ejemplo en la mariposa).

**Sistemas agroforestales.** Son las formas de uso y manejo de recursos naturales de especies leñosas (palmas, árboles, arbustos) que se plantan junto con cultivos anuales (maíz, frijol, achote, entre otros).

**Subsolado.** Es el tratamiento mecanizado que se aplica al suelo, que combina surcos en ambos costados. El subsolado debe tener una profundidad mínima de 70 cm en curvas de nivel y las dimensiones mínimas del camellón, ubicado sobre el subsolado, deben ser de 1 metro de ancho y 30 cm de altura, con el fin de que permita detener la escorrentía superficial.

**Reforestación.** Es el establecimiento inducido o artificial de vegetación forestal en terrenos con aptitud preferentemente forestal. (LGDFS).

# BIBLIOGRAFÍA

Amo Rodríguez, S. et al. 1999. *Reforestación y plantaciones. Manejo y enriquecimiento de acahuales*. Serie Cuadernos por la tierra. Programa de Acción Forestal Tropical, A. C., Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y SEMARNAP. México.

Camacho Pulido, J. R. 1998. *Importancia de las zonas boscosas en el medio ambiente y en la salud de las Comunidades Rurales*. Manual de tecnología apropiada al medio rural núm. 7.

Capó Arteaga, M. A. 1999. *Establecimiento de plantaciones forestales: los ingredientes del éxito. Manual Técnico*. Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila.

Mass Porras, J. 2003. *Guía práctica para el establecimiento de plantaciones forestales*. COFOM, Gobierno del Estado de Michoacán.

Musálem, M. A. et al 2002. *Silvicultura de Plantaciones forestales Comerciales*. Capítulo 3. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. México.

SEMARNAP. 2000. *Texto Guía Forestal*. México.

SEMARNAP. 2000. *Manual técnico de Reforestación*. México.

SEMARNAT. 2003. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. México.

Sharov, Alexei A. and Andrew M. Liebhold. 1998. *Bioeconomics of managing the spread of exotic pest species with barrier zones*. Ecological Applications. 8:833-845.

Vázquez et al. 2001. *Semillas para el futuro: los impactos del Proyecto de Semillas Forestales en América Central y República Dominicana*. CATIE-Turrialba; núm. 51. Costa Rica.







COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

[www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)