# Manual de restauración forestal y reconversión productiva



CONAFOR

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Comisión Nacional Forestal

# Manual de restauración forestal y reconversión productiva

1 ª edición: 2015
Fotografía: Gerencia de Reforestación, Gerencia de Suelos y personal del programa en las Gerencias Estatales.
DR. © 2015. Comisión Nacional Forestal (Conafor)
Periférico Poniente No. 5360, Col. San Juan de Ocotán
C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.
Tel. 01 (33) 3777-7000
www.conafor.gob.mx

ISBN: 978-6078383-34-4
Impreso y hecho en México. Printed and made in México.
Distribución gratuita. Prohibida su venta.

**“Vamos a trabajar con firmeza para reforestar las áreas prioritarias y fortalecer las cuencas hidrológicas”.**

29 julio 2013, Sonora.

**Enrique Peña Nieto**
Presidente de los Estados Unidos Mexicanos

# Contenido


Presentación 6

Introducción 6

**Capítulo I. Planeación** 9

1.1 Áreas elegibles para la restauración forestal y reconversión productiva 9

1.2 Selección del sitio para plantación 10

1.3 Selección de la especie 14

1.4 Elección de la actividad de restauración forestal a realizar 17

1.5 Calidad de la planta a reforestar 18

1.5.1 Características que debe cumplir la planta a reforestar 20

1.6 Extracción, empaquetado, estibado y transporte de planta de vivero 21

1.7 Cuidados y manejo postvivero 32

1.8 Obras y prácticas de conservación y restauración del suelo 36

1.8.1 Clasificación y tipos 36

1.9 Elección del tipo de obra o práctica a realizar 37

1.10 Calendario óptimo de plantación 39

1.11 Arreglos de plantación 39

**Capítulo II. Proceso de restauración** 48

2.1 Construcción de la obra o práctica de conservación y restauración de suelo 48

2.2 Protección del área a restaurar 49

2.2.1 Características mínimas del cercado 49

2.2.2 Apertura de brecha cortafuego 55

2.3 Cálculo de planta a requerir 57

2.4 Trazo en el terreno 59

2.5 Tipo de cepa 66

2.6 Plantación 69

2.7 Apertura del cajete 75

2.8 Cuidados post plantación 77

**Capítulo III. Mantenimiento de zonas restauradas** **80**

3.1 Importancia del mantenimiento **80**

3.2 Mantenimiento de obras o prácticas de conservación y restauración del suelo **80**

3.3 Mantenimiento a la reforestación **81**

3.3.1 Reposición de planta muerta **81**

3.3.2 Rehabilitación de cajetes **83**

3.3.3 Control de malezas **84**

3.3.4 Tipo de control de malezas **86**

3.3.5 Rehabilitación de la brecha cortafuego **87**

3.4 Actividades complementarias al mantenimiento **88**

3.4.1 Fertilización **88**

3.4.2 Podas **89**

3.4.3 Aclareos **90**

3.4.4 Control de plagas y enfermedades **91**

**Capítulo IV, reconversión productiva** **96**

4.1 Sistemas agroforestales **96**

4.2 Actividades conjuntas **97**

4.3 Especificaciones y características **98**

Anexo 1. Esquema de la restauración forestal **98**

Anexo 2. Casos exitosos **99**

Glosario **102**

Bibliografía **105**

# Presentación

La Comisión Nacional Forestal (Conafor), creada por decreto presidencial el 4 de abril del 2001, es un Organismo Público Descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes, programas, y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

**Misión**
Promover e impulsar el desarrollo forestal sustentable mediante acciones de políticas públicas y ejecución de programas orientados a elevar la protección, producción y productividad. Y así contribuir al crecimiento económico y desarrollo social.

**Visión**
Ser una institución líder en el sector, eficiente y eficaz en el manejo de los recursos públicos para el desarrollo forestal del país.

La Comisión Nacional Forestal, a través de la Coordinación General de Conservación y Restauración, proporciona información sobre restauración forestal y reconversión productiva a través de este manual básico, detallando elementos específicos de la reforestación, como un elemento de consulta y dirigido a los propietarios y poseedores de terrenos forestales o preferentemente forestales beneficiarios del Programa Nacional Forestal en su componente III, así como a asesores técnicos certificados y al público en general.

# Introducción

Uno de los grandes desafíos para México es conservar la extensión de sus bosques, selvas, humedales y zonas áridas y recuperar superficies forestales que se han perdido o degradado por factores como el cambio de uso del suelo, tala ilegal, avance de la frontera agrícola y pecuaria y la expansión de las áreas urbanas; asimismo, los ecosistemas forestales son un factor determinante de desarrollo en la mejora de las condiciones sociales y económicas de las personas que habitan en las zonas boscosas y rurales del país.

La pérdida y reducción de la cubierta forestal están fuertemente ligadas a la deforestación lo cual se traduce en la pérdida de suelos, superficie de bosques y selvas; así como, la pérdida en la producción de bienes y servicios ambientales. Además, existen otras causas que ocasionan la deforestación, como son los incendios forestales, la presencia de plagas y enfermedades y fenómenos naturales adversos.

Las cifras más recientes de pérdida de la cubierta forestal informan que del año 2005-2010 se perdieron 155 mil hectáreas anuales en promedio (Fao, 2010). Para el caso de suelos, el 64% de la superficie del país se encuentra afectado por algún tipo de degradación (Semarnat-Colpos, 1999).

Cuadro 1. Superficie deforestada y tasa de deforestación entre 1990 al 2010 en México.

| Indicador | 1990-2000 | 2005-2010 |
|---|---|---|
| Deforestación (pérdida de superficie anual promedio) (miles de ha) | 354 | 155 |
| Tasa de deforestación anual promedio (%) | 0.52 | 0.24 |

Fuente: Informe Nacional de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 (FRA).

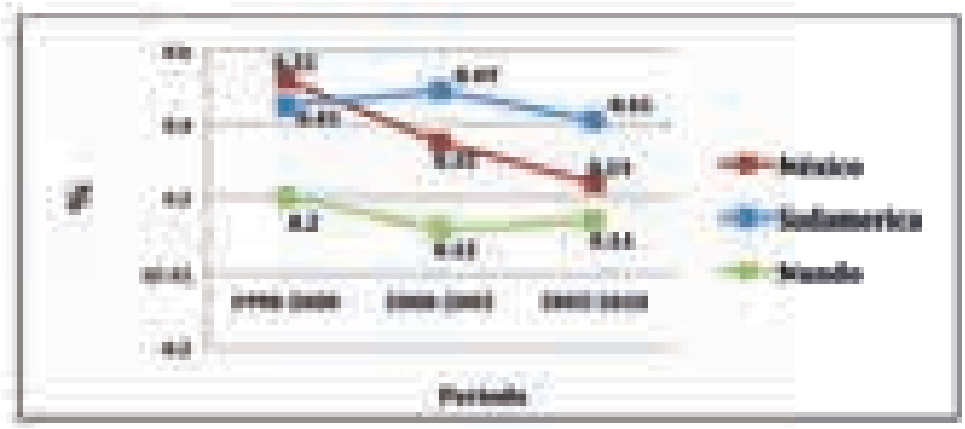


Figura 1. Tasa de deforestación. Fuente: Informe Nacional de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 (FRA).

La restauración forestal es el conjunto de actividades tendientes a rehabilitar un ecosistema forestal degradado para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo. Las acciones incluyen obras de conservación y restauración de suelos, la reforestación, el establecimiento de sistemas agroforestales como una opción en la reconversión productiva, la protección de áreas reforestadas y el mantenimiento a la reforestación. En el Componente III Restauración Forestal y Reconversión Productiva del Programa Nacional Forestal, se ejecutan acciones de:

- Obras de conservación y restauración de suelos.
- Cercado.
- Reforestación.
- Apertura de brechas cortafuego.
- Mantenimiento de zonas restauradas.
- Sistemas agroforestales.



Obras y prácticas de conservación y restauración de Suelo



Protección: Cercado



Reforestación



Protección: Apertura de brecha cortafuego



Mantenimiento



Sistemas agroforestales

Figura 2. Acciones de Restauración forestal y Reconversión Productiva.

## Objetivo del manual

Los objetivos son:

1. Unificar criterios en la ejecución de las actividades de reforestación.
2. Explicar claramente cada una de las actividades que se realizan desde la planeación hasta el mantenimiento de la reforestación.
3. Apoyar en la toma de decisiones en campo para mejorar el establecimiento de la reforestación.

# Capítulo I. Planeación

## 1.1 Áreas elegibles para la restauración forestal y reconversión productiva

La Conafor identifica las zonas de elegibilidad para la aplicación de los apoyos en base a criterios técnicos y sociales, utilizando como herramienta un Sistema de Información Geográfica para procesar y analizar la cartografía digital.

Los principales criterios para determinar las áreas elegibles son los siguientes:

- Terrenos forestales con degradación ligera y moderada.
- Terrenos forestales de productividad baja con cobertura de copa menor al 20%.
- Terrenos preferentemente forestales.
- Terrenos forestales con productividad media con cobertura de copa entre 20 y 49%.

Los insumos para la delimitación de las áreas elegibles que se utilizaran son:

- Cartografía de microcuencas (Firco-Sagarpa, 2005) como unidad de operación.
- Directorio nacional de viveros productores de planta (Conafor, 2013).
- Zonificación forestal (Conafor, 2012).



Figura 3. Áreas elegibles 2015 para restauración forestal. Fuente: Conafor 2015.

### 1.2 Selección del sitio para plantación

Para solicitar apoyos de restauración forestal y reconversión productiva del Pronafor, el predio propuesto deberá estar dentro de las áreas elegibles establecidas por la Conafor para cada entidad federativa, para ello se contemplan los siguientes pasos a seguir:

**Primer paso:** Realizar la Georreferenciación del predio (ubicación geográfica), la cual es útil para determinar la superficie a restaurar, el número y tipo de obras, así como el número de plantas a establecer, por lo que se recomienda:

- Realizar recorridos perimetrales con el uso de un aparato geoposicionador portátil (Gps) para el levantamiento de puntos (vértices o esquinas) del predio.

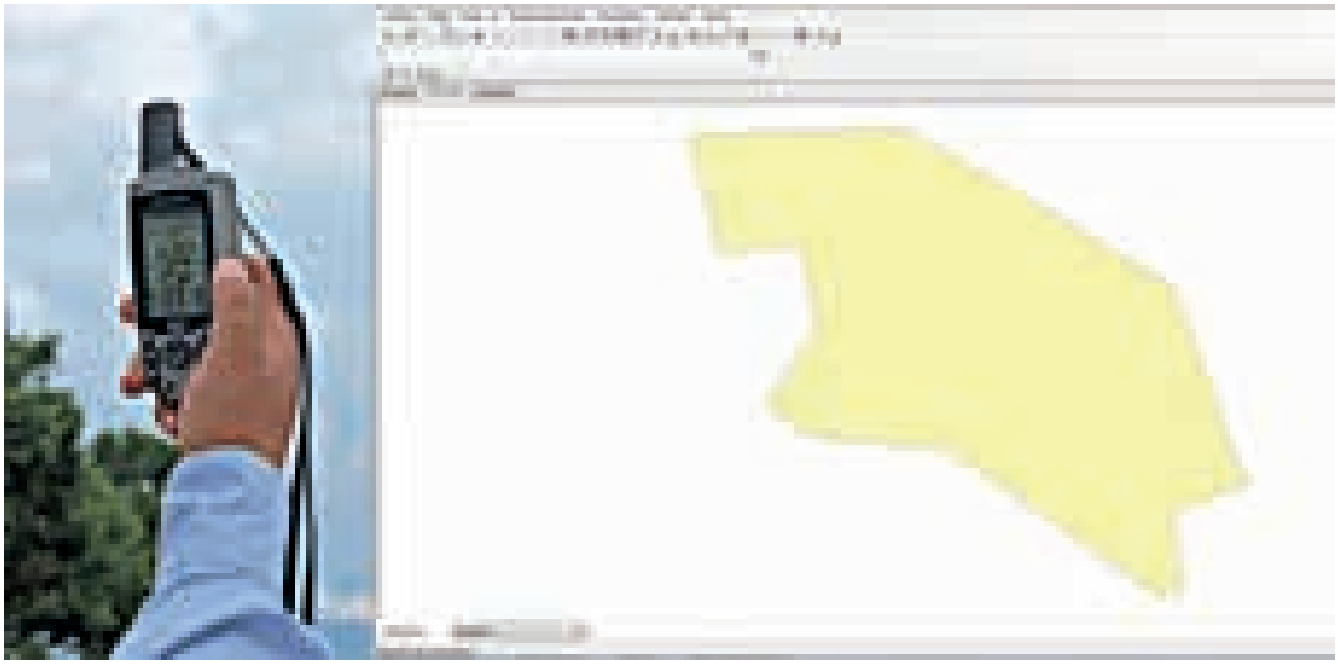


Figura 4. Georreferenciación del predio y obtención de polígono.

Ubicar únicamente el área del predio propuesto para la restauración, dejando fuera aquellas que no se apeguen a los criterios de degradación del suelo y la pérdida de cubierta forestal, pudiendo resultar la ubicación de uno o más polígonos.

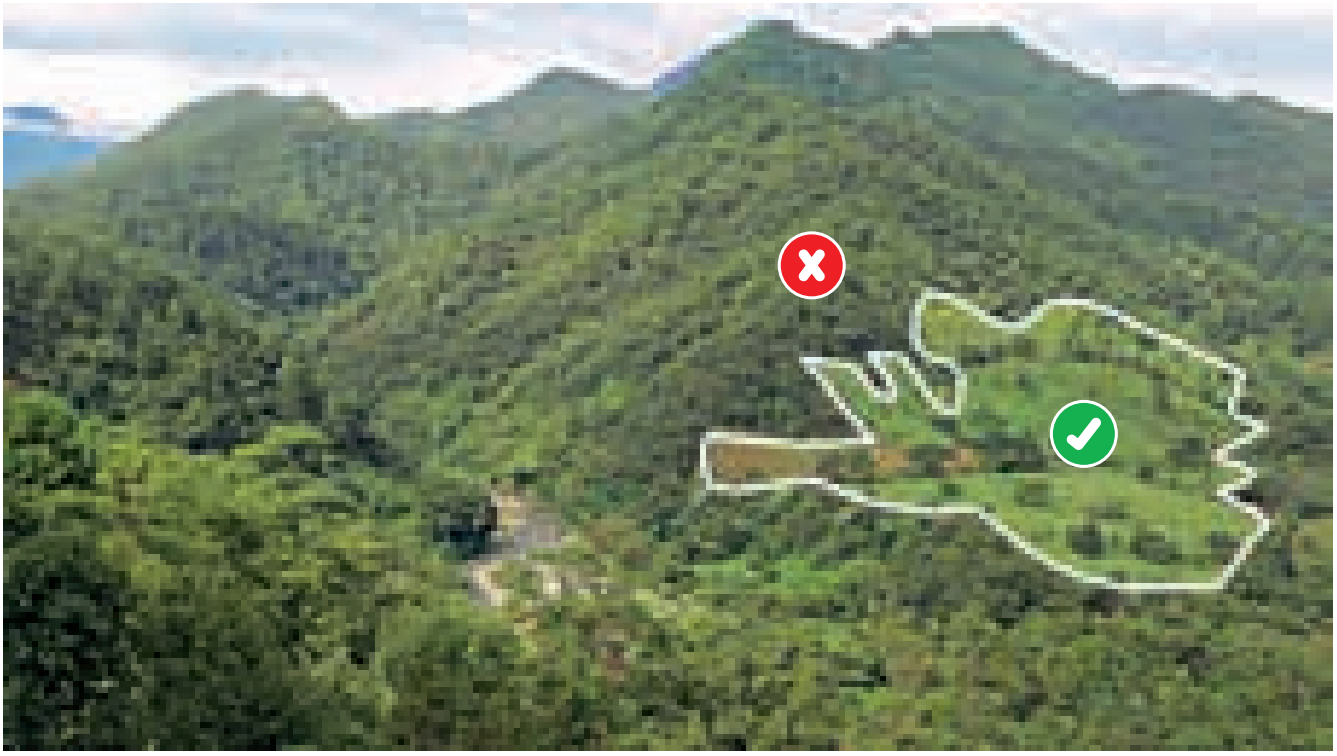


Figura 5. Ubicación de áreas que cumplan criterios.

**Segundo paso:** Realizar recorridos de campo por todo el predio, con el fin de:
Conocer las características ecológicas del predio.



Figura 6. Reconocimiento de las características predio.

Identificar el grado en que se encuentra la degradación del suelo:

- La erosión del suelo, se clasifica en ligera (menor a 5 centímetros de suelo), moderada (de 5 a 30 centímetros de suelo) y severa (mayor a 30 centímetros de suelo).



Figura 7. Identificación de la degradación del suelo.

Identificar la cobertura de copa:

- Los porcentajes de cobertura de copa arbórea, se clasifica en menores al 20% para la Restauración Integral, Complementaria y Sistemas Agroforestales, para Restauración Focalizada entre el 20 al 49%.



Figura 8. Cobertura de copa, menor al 20%.



Figura 9. Cobertura de copa, entre 20 al 49% (exclusiva para restauración focalizada).



Figura 10. Cobertura de copa mayor al 50%, fuera de criterios para la restauración forestal.

- Identificar las necesidades de restauración, tales como espacios sin vegetación arbórea, o regeneración natural, cárcavas y suelo compactado.
- Determinar el tipo de obras de suelo y/o preparación de terreno a realizar.
- Identificar las especies forestales nativas preponderantes.

**Tercer paso:** Verificar la ubicación del predio, consultando en la página web de la Conafor los mapas digitales a nivel nacional y por entidad federativa, o bien puede ingresar a la siguiente dirección de internet: http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/las-demas/areas-elegibles,en dicha página se puede realizar la consulta de ubicación de predio desde la misma página sin la necesidad de algún programa o aplicación. Al ingresar al sitio se encuentra un campo donde se inserta una coordenada del polígono en grados, minutos y segundos, (el punto debe ser tomado en el centro del predio), o ingresa archivo shape del predio (construido con los parámetros señalados en las Reglas de Operación), se da click en el icono "revisar tu predio" y mostrará los resultados, o bien podrá acudir a la Gerencia de la Conafor en tu Estado para solicitar información y saber si su predio se encuentra dentro de las áreas elegibles del programa.

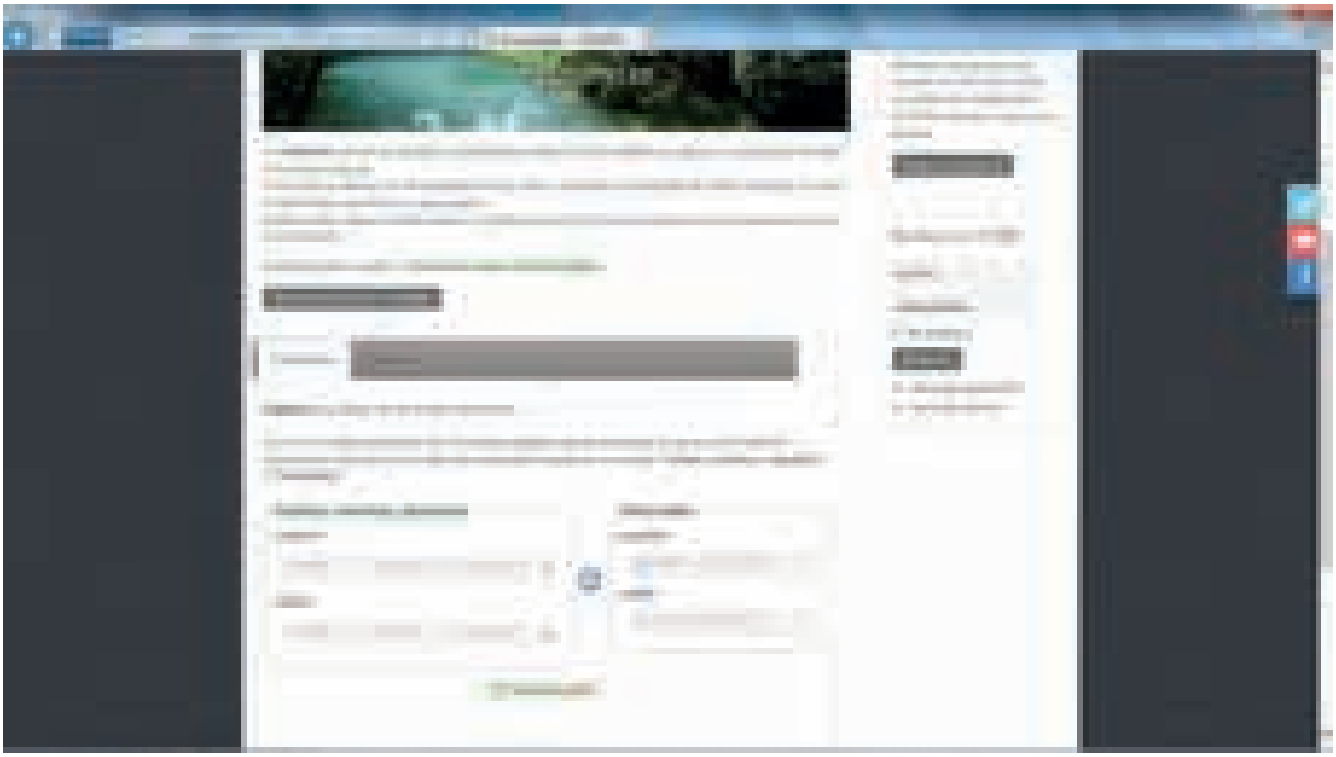


Figura 11. Vista de la página web de ubicación de áreas elegibles de la Conafor.

### 1.3 Selección de la especie

Para la reforestación se deben utilizar especies forestales nativas de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo disponible, al clima, topografía y disponibilidad de agua.

El proceso de selección de las especies es el siguiente:

**Primer paso:** Durante los recorridos de campo se deberán identificar aquellas especies nativas adecuadas para reforestar, identificando el nombre común y/o nombre científico. Asimismo, realizar una consulta bibliográfica previa a la visita de campo, la cual nos dará una referencia de los que encontraremos en el sitio a recorrer.



Figura 12. Ejemplo de especie nativa en ecosistema tropical, Cedro rojo (cedrela odorata).

El tipo de clima nos ayuda a identificar la vegetación que se desarrolla en la región, por ejemplo si tenemos un clima:

### Templado-frío

La vegetación predominante que podemos encontrar en dichos terrenos podría ser bosques de pino, encino y para las zonas con menor precipitación predominan las especies enebro o sabino.

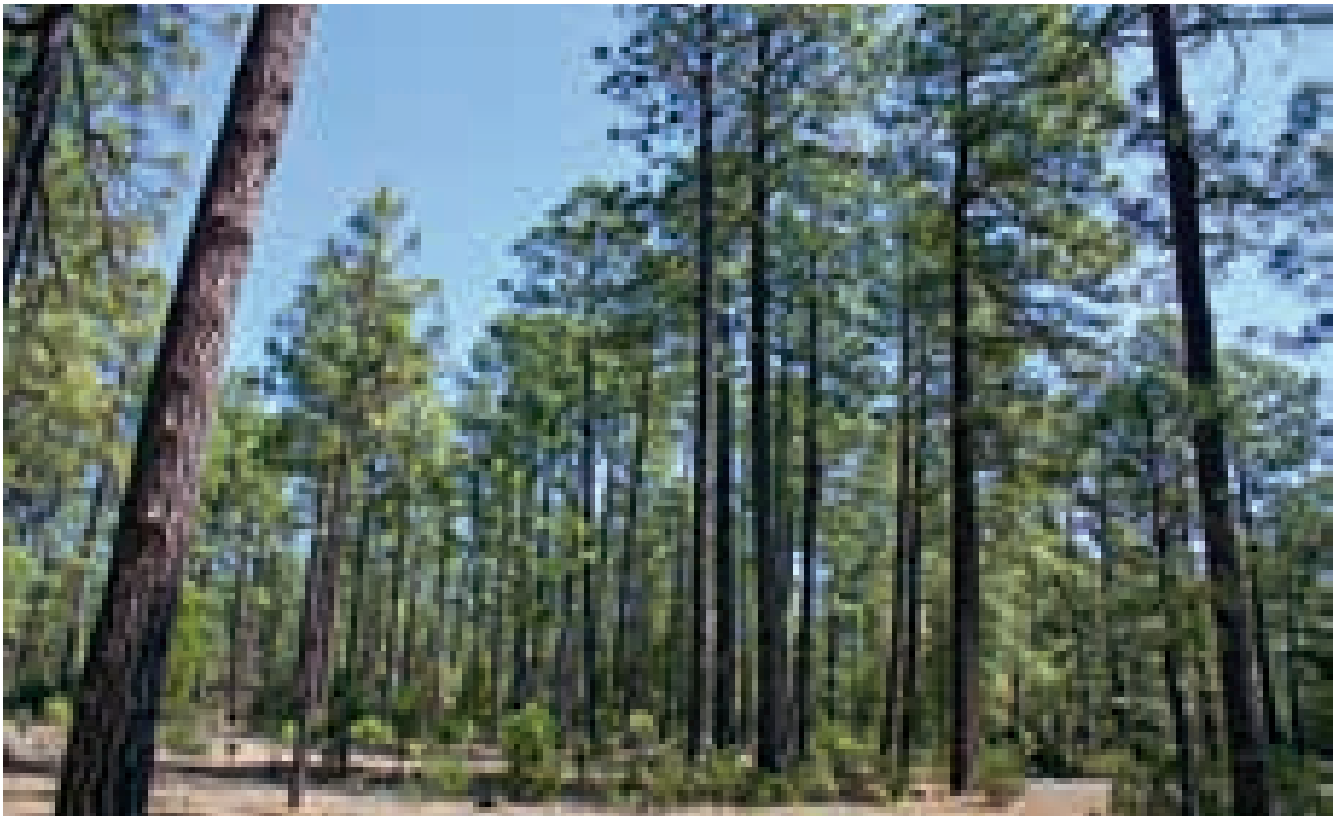


Figura 13. Ejemplo de ecosistema templado-frío.

## Tropical

- Los tipos de vegetación predominantes son selvas caducifolias y perennifolias. Este tipo de vegetación está compuesta por la mezcla de un gran número de especies, posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles dominantes como cedro rojo, caoba, maculis, primavera, entre otros.

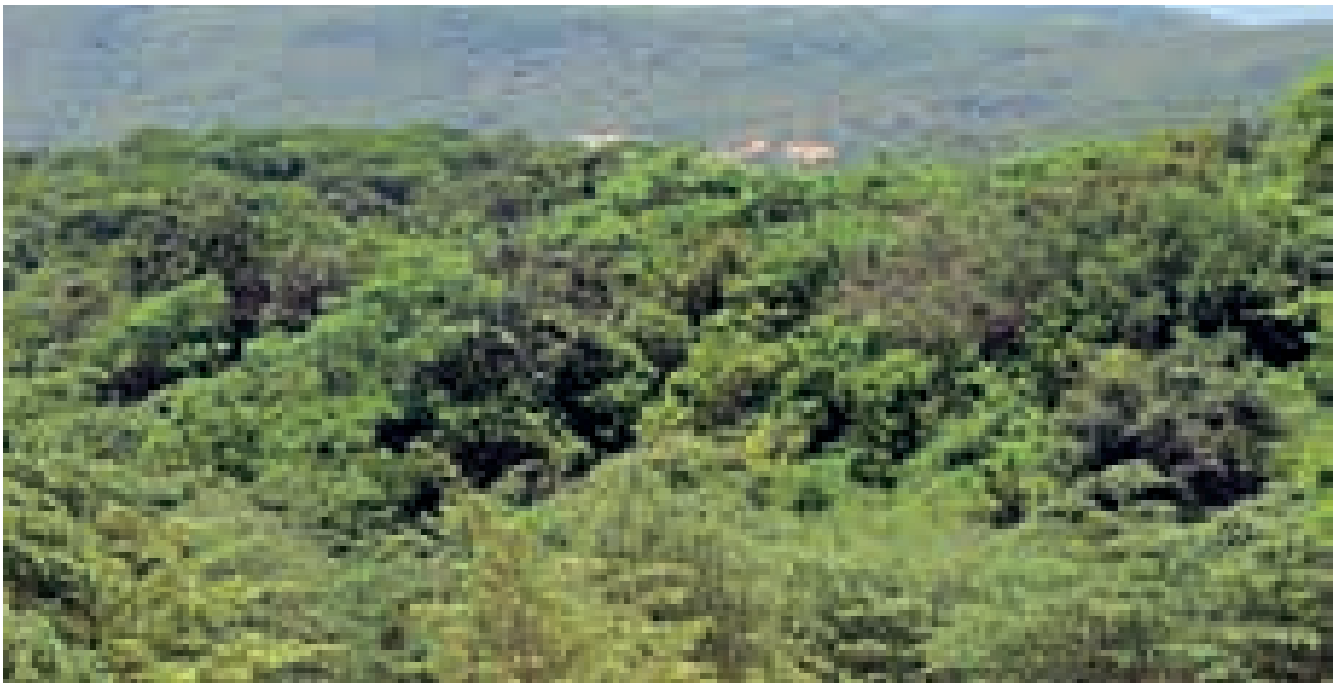


Figura 14. Ejemplo de ecosistema tropical.

## Árido y semiárido

- Las plantas que ahí se desarrollan presentan adaptaciones en su estructura, para eficientizar el uso del agua. La vegetación que podemos encontrar son agaves, palma yuca, mezquites y árboles de porte bajo como el huizache.



Figura 15. Ejemplo de ecosistema árido y semiárido. como el huizache.

**Segundo paso:** es importante conocer la procedencia del germoplasma (semilla) que habrá de utilizarse para la producción de la planta, con el fin de tener la certeza de que el material genético sea el adecuado para el ecosistema del predio propuesto, con ello se asegura que las plantas que se utilizarán para la reforestación provienen de áreas adecuadas y acordes al ecosistema en el que se establecerán.



Figura 16. Manejo del germoplasma.

### 1.4 Elección de la actividad de restauración forestal a realizar

Para hacer una buena elección de la restauración que pretendemos realizar en nuestro predio y ser sujetos de apoyo del Pronafor es necesario que al realizar el recorrido de campo encontremos las siguientes condiciones:

**Integral:** degradación del suelo ligero, moderado o severo, cobertura de copa arbórea menor al 20%, identificación de especies nativas, disponibilidad de material para la obra, terreno a restaurar sin protección existente (cercado y brecha cortafuego) y que se encuentre dentro de las áreas elegibles determinadas por la Conafor para ese concepto.

**Complementaria y Sistemas agroforestales:** degradación del suelo ligero, moderado o severo, cobertura de copa arbórea menor al 20%, identificación de especies nativas, disponibilidad de material para la obra o práctica, terreno a restaurar con o sin protección existente y que se encuentre dentro de las áreas elegibles determinadas por la Conafor para esos conceptos y la reconversión de áreas agrícolas y ganaderas.

**Focalizada:** degradación del suelo ligero, moderado o severo, cobertura de copa arbórea entre el 20 y 49%, identificación de especies nativas, disponibilidad de material para la obra o práctica, terreno a restaurar con o sin protección existente y que se encuentre dentro de las áreas elegibles determinadas por la Conafor para ese concepto.

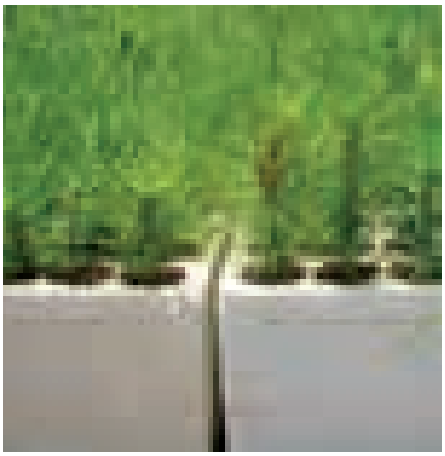
**Mantenimiento:** reforestaciones realizadas en el ciclo anterior, sobrevivencia de la reforestación mínima del 50% con relación a la densidad original, necesidades de reposición de planta hasta un 40% (actividad obligatoria) y necesidad de al menos dos actividades adicionales: rehabilitación de cajetes, control de malezas y/o mantenimiento de brechas cortafuego; asimismo, la necesidad de la reconformación y compactación de bordos en las obras o prácticas de suelos.

## 1.5 Calidad de la planta a reforestar

Una de las estrategias emprendidas por la CONAFOR para incrementar la sobrevivencia de las reforestaciones es incentivar la producción de planta con la cantidad, calidad y las especies requeridas acorde a los ecosistemas de los predios; así como, su disponibilidad para establecer en campo en los tiempos señalados en el periodo óptimo de plantación y las condiciones de humedad favorables.

Los sistemas de producción utilizados son:

- Charola o contenedor (poliestireno expandido o plástico rígido).
- Charola plástica con tubetes intercambiables.
- Tradicional (bolsa de polietileno).
- A raíz desnuda (camas o melgas), exclusivo para especies de la familia Agavaceae, como la especie *Yuca filifera*.



Charola poliestireno expandido



Contenedor plástico rígido



Charola plástica con tubetes intercambiables



Bolsa polietileno



Raíz desnuda

Figura 17. Sistemas de producción de planta forestal.

Para las personas beneficiarias del Componente III Restauración Forestal y Reconversión Productiva del Pronafor, personal de la Gerencia Estatal de la Conafor asignará y distribuirá la planta tomando en cuenta la ubicación del vivero con relación a los terrenos a restaurar.



Figura 18. Reunión en vivero: Conafor-personas beneficiarias.

La persona beneficiaria junto con su técnico asesor debe acudir al vivero a revisar la producción de la planta en cuanto a cantidad, calidad y que las especies sean acordes al terreno a restaurar.



Figura 19. Personas Beneficiarias verificando la planta en el vivero.

La Conafor impulsa actualmente a que el vivero asignado cumpla con los requerimientos marcados en la Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014 “Certificación de la operación de los viveros forestales", tales como:

- Contar con las fichas técnicas de atributos del germoplasma, y que son emitidos conforme a la Norma Mexicana NMX-AA-169-SCFI-2013, "establecimiento de unidades productoras y manejo de germoplasma forestal-especificaciones técnicas".
- Infraestructura para una producción anual, en uno o más de los sistemas de producción de planta en contenedores, a raíz desnuda y tradicional (bolsas de polietileno).
- Contar con un programa de trabajo por ciclo de producción para que al final del ciclo de producción la planta adquiera los estándares morfológicos de calidad establecidos.

### 1.5.1 Características que debe cumplir la planta a reforestar

La calidad de la planta es uno de los factores que condicionan el éxito de la reforestación, ya que una planta con las características adecuadas para ser plantada en campo favorece el prendimiento y sobrevivencia de la plantación.

Cuadro 2. Indicadores morfológicos de calidad de planta.

| Tipo de planta | Diámetro del Tallo | Altura de la Planta | Raíz | Micorrizas | Lignificación | Vigor | Integridad | Sanidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Conífera no cespitosa | Mínimo 4 mm | 15 a 25 cm | Con un eje central y raíces bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba. | Cobertura en cepellón mínima del 40% | 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) | Sin alteraciones morfológicas y libres de plagas y enfermedades |
| Conífera cespitosa | Mínimo 6 mm | No aplica | | | | | | |
| Latifoliadas o Tropicales | Mínimo 4 mm | 20 a 35 cm | Sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 u 80 % del cepellón | | | | | |

## 1.6 Extracción, empaquetado, estibado y transporte de planta de vivero

En esta etapa a la persona beneficiaria se le entrega la planta que se utilizará en la reforestación. Cualquier movimiento o traslado de la planta, incluso dentro del mismo vivero, provocan estrés que le puede causar la muerte, es por ello, que la forma en que sea transportada al sitio de plantación es un factor que repercutirá en el establecimiento y sobrevivencia de la misma.

Para las Personas Beneficiarias del PRONAFOR, el mecanismo para obtener la planta será la siguiente: una vez concluidas en su totalidad las obras de suelo o con un avance de al menos el 60% de los trabajos, se podrá solicitar la entrega de la planta mediante una orden de salida para realizar la reforestación dentro del periodo óptimo de plantación.

Es importante mencionar que su traslado se debe realizar cuando el temporal de lluvias este bien establecido en la región a reforestar, con la finalidad de que en campo reciba la cantidad de humedad suficiente y obtener una sobrevivencia superior del 70%.

Por lo anterior, deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones para lograr que la planta llegue al campo en las condiciones óptimas para ser establecida.

**Primer paso:** una vez que se cuente con la orden de salida de planta, programar con el viverista y el transportista:

- La fecha para el retiro de la planta.
- La logística para realizar el estibado (paquetes, charolas, contenedores, rejas, cajas o bolsa) en el vehículo y su respectivo transporte, mismo que debe de realizarse antes del medio día o atardeciendo, con el fin de reducir el estrés por exposición prolongada al sol y cambios bruscos de temperatura a la planta.
- Realizar el viaje a una velocidad moderada para evitar la deshidratación y maltrato de follaje por efectos del viento y preferentemente viajar sin escalas frecuentes o paradas prolongadas.
- Realizar el número de viajes que sean necesarios, de acuerdo con la capacidad del vehículo. A cada viaje le corresponderá una remisión de salida hasta concluir la totalidad de la planta pactada para su entrega.
- Si existiese la duda en cuanto a la capacidad del vehículo favor de consultar con el viverista, ellos cuentan con la experiencia necesaria sobre ese aspecto, el conocer la capacidad determina la logística para un adecuado transportarte de la planta.



Figura 20. Transporte de la planta de forma cuidadosa hasta el sitio a restaurar.

**Segundo paso:** en el vivero verificar que:

- La planta sea la previamente acordada con el viverista en cuanto a la especie.
- La planta cumpla con el diámetro del tallo, altura y volumen de la cavidad y/o envase de producción conforme a los estándares de calidad y condiciones de extracción y empaque, señalado en la tabla número 2.

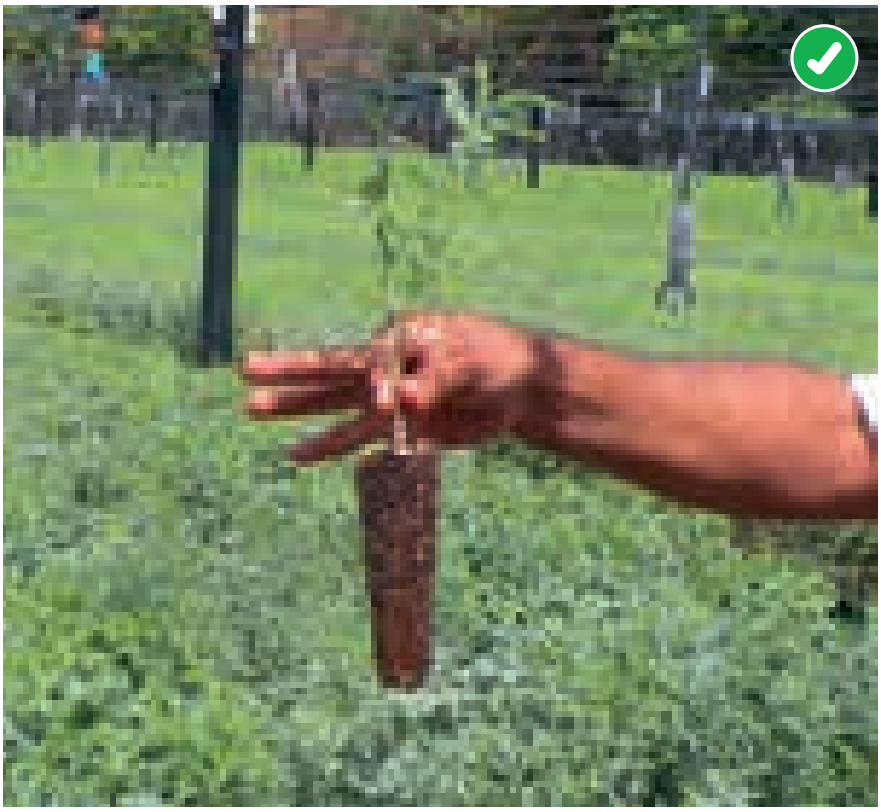


Figura 21. Muestra de una planta de calidad.

- La planta antes de su entrega haya recibido un riego suficiente.



Figura 22. Planta recibiendo riego antes de su extracción.

- La extracción y empaque de la planta se realice bajo sombra, para la planta procedente de los viveros militares (SEDENA), se proporcionarán con la charola o contenedor, previo acuerdo con el Jefe de Vivero, misma que deberá regresar el beneficiario al vivero de manera obligatoria una vez concluida la reforestación.



Figura 23. Extracción y embalaje bajo sombra.

- La planta a entregarse sea la cantidad acordada en el formato de salida de planta del vivero.

**Para la planta de charola, contenedor y/o tubete extraída y empaquetada previamente:**

- Los cepellones (raíces) contengan la humedad suficiente para soportar el transporte y que el empaque se encuentre colocado en posición vertical, en espacios sin problemas de encharcamiento y con las condiciones para facilitar su riego y mantenimiento.



Figura 24. Cepellón humedecido y bien conformado.

- No se deberá extraer ni aceptar en la entrega la planta suprimida (planta subdesarrollada, elongada o que no reúne mínimamente los índices morfológicos de calidad).



Figura 25. Planta suprimida que resulta después de la extracción.

- El embalaje utilizado sea el adecuado, tales como: paquetes con plástico adherible, a cepellón desnudo en reja de madera (jacal) recubierta de papel, cajas plásticas (taras) o de cartón.



Figura 26. Materiales adecuados para el embalaje.




Figura 27. Embalaje correcto a cepellón desnudo: a) caja empapelada y b) acomodo con adición de hidrogel.

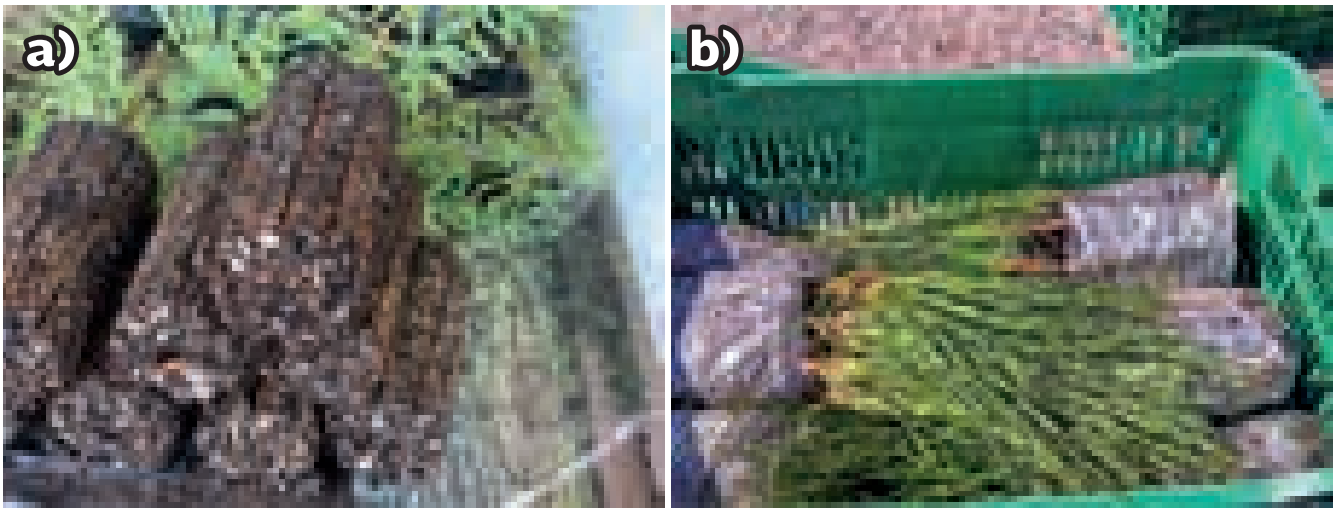



Figura 28. Empaque con plástico adherible: a) formación del paquete y b) colocación de paquetes en caja.

- Contar el número de plantas contenidas por paquete (arreglos piramidales de 10 a 21 plantas), eso nos permite conocer el número de planta total de acuerdo al número de paquetes.



Figura 29. Conteo de planta por paquete.

- Una vez empaquetada la planta y mientras se espera la carga del vehículo, los paquetes, cajas o rejas deberán permanecer en un lugar bajo sombra, con acceso a agua para riegos de auxilio y acomodada en secciones para fomentar su aireación.




Figura 30. Forma correcta del almacenamiento previo al embarque: a) bajo sombra y b) en secciones.




Figura 31. Forma incorrecta del almacenamiento previo al embarque: a) paquetes amontonados. y b) paquetes expuestos a sol directo.

### Para la planta entregada en su charola plástica o contenedor de poliestireno:

- Se deberá realizar el conteo de plantas vivas contenidas por charola, para charolas con tubetes intercambiables cerciorarse que contenga solo tubetes con planta viva, en ambos casos solo una planta por cavidad.



Figura 32. Entrega de planta en su contenedor o charola: forma correcta de transportar.



Figura 33. Entrega de planta en su contenedor o charola: forma incorrecta de transportar.

### Para la entrega de planta en bolsa de polietileno:

- Llevar un conteo de la bolsa con planta viva que se extrae de las plantabandas, y comprobar contra las que se estiban en el vehículo.



Figura 34. Conteo de bolsas con planta viva.

- Durante el proceso de extracción, acarreo y acomodo de la planta en los vehículos, en todo momento se debe sujetar de sus envases y no de su follaje.



Figura 35. Sujeción de la planta durante el proceso de estibado.

- El acarreo de las plantabandas a los vehículos debe realizarse en cajas (plástico o madera), plataformas, remolques o en carretillas. En cualquiera de estos casos, las plantas deben colocarse en posición vertical o ligeramente inclinadas, no estibar las bolsas a más de tres niveles.

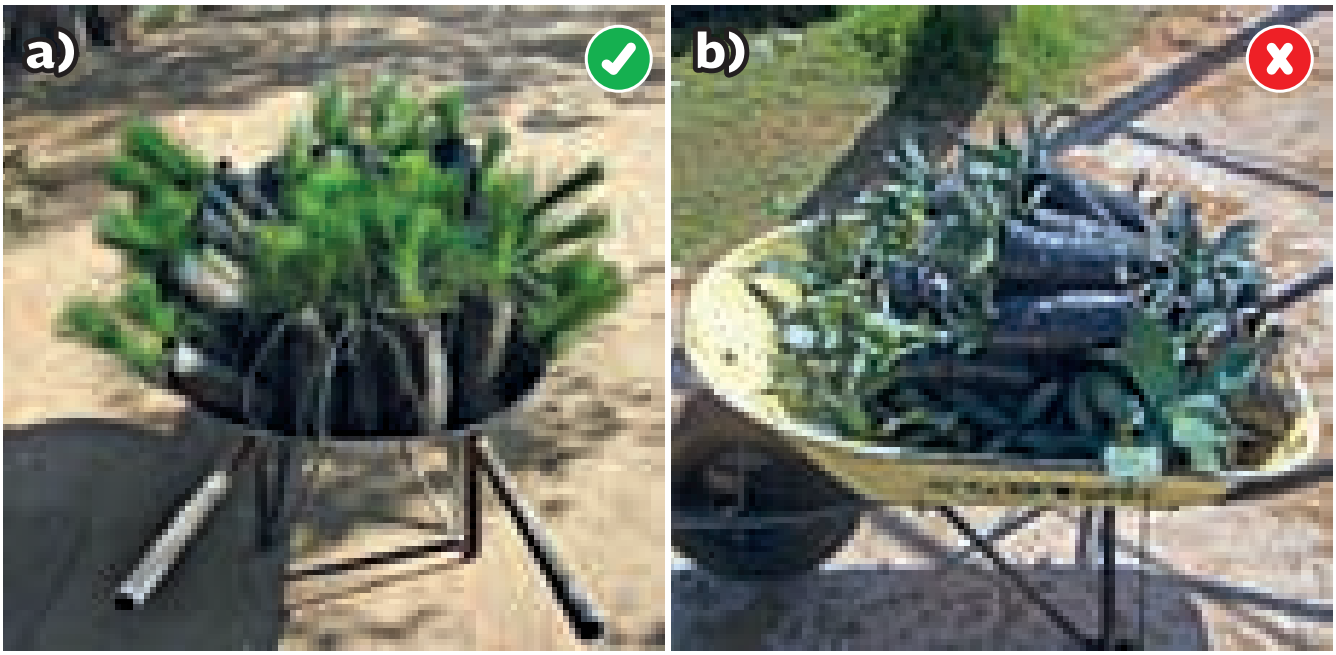



Figura 36. Acomodo en carretillas, a) forma correcta: ordenada y vertical, b) incorrecta: amontonada y acostada

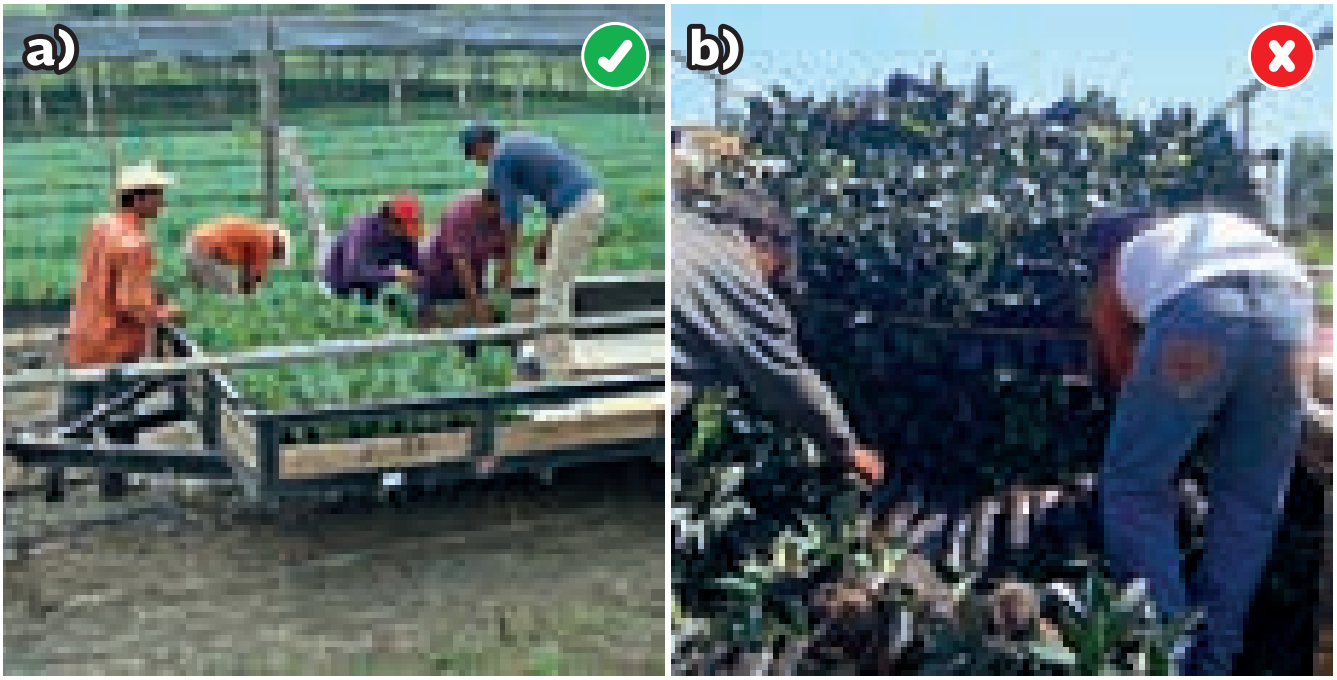



Figura 37. Planta de bolsa, estibado en vehículo., a) forma correcta: ordenada, vertical y no más de 3 niveles por cama; b) incorrecta: amontonada, acostada y estiba excesiva.

**Tercer paso:** Para el estibado en el vehículo y transporte es necesario:

- Que el vehículo esté acondicionado para el transporte de la planta, con redilas, tarimas a nivel o rieles a manera de mesas portacontenedores y que cuente con cubierta superior de malla sombra, mismas condiciones aplica también para remolques.

- No estibar los paquetes a granel, en caso de ser necesario no debe sobrepasar un nivel de 2 estibas, con el fin de evitar el aplastamiento del cepellón y maltrato al follaje.




Figura 38. Estibado correcto: a) Contenedores a no mas de tres niveles, b) paquetes a granel: no mas de dos niveles.



Figura 39. Planta de charola, estibado correcto de paquetes plásticos a granel en vehículo, no más de dos niveles.

- Para cajas de madera, cartón o plástico no estibar más de 6 cajas o rejas, siempre y cuando el follaje de la planta no exceda la altura de la caja, ya que esto ocasiona daños y estrés a la planta por sobrecarga.



Figura 40. Estibado correcto de cajas en vehículo, no más de seis niveles.

- Para planta en charola rígida de unicel, plástico, o charola con tubetes intercambiables utilizar tarimas a nivel o rieles a manera de mesas portacontenedores en el vehículo, la separación entre las tarimas o rieles debe ser suficiente como para permitir que el follaje de la planta mantenga la vertical y sin dobleces. El acomodo de las charolas debe ser de forma horizontal.



Figura 41. Estibado de contenedores de forma incorrecta.

**Observaciones:** es importante notificar al viverista de cualquier anomalía que comprometa la integridad de la planta, ya sea en su conteo, extracción, empaquetado y estibado en el vehículo, en caso de que el viverista no atienda tal situación o reincida en el mismo, favor de notificar a la Gerencia Estatal correspondiente de la CONAFOR, a través de la Subgerencia de Conservación y Restauración, proporcionando los datos que se le requiera.

Deberá revisar que las plantas sean de la especie, calidad o cantidad mencionadas en el documento de entrega (orden de salida), lo anterior es importante ya que de aceptar planta que no reúna los estándares de calidad disminuye la sobrevivencia.

Cabe mencionar que una vez que la planta sale del vivero con las condiciones adecuadas de extracción, embalaje, estibado y transporte la responsabilidad de su cuidado y manejo es totalmente de la persona beneficiaria y del transportista hasta la llegada a su destino, por lo cual es de suma importancia que exista una logística bien definida del traslado, tales como tiempo estimado de viaje, escalas y personal que realizará la descarga al arribo del vehículo.

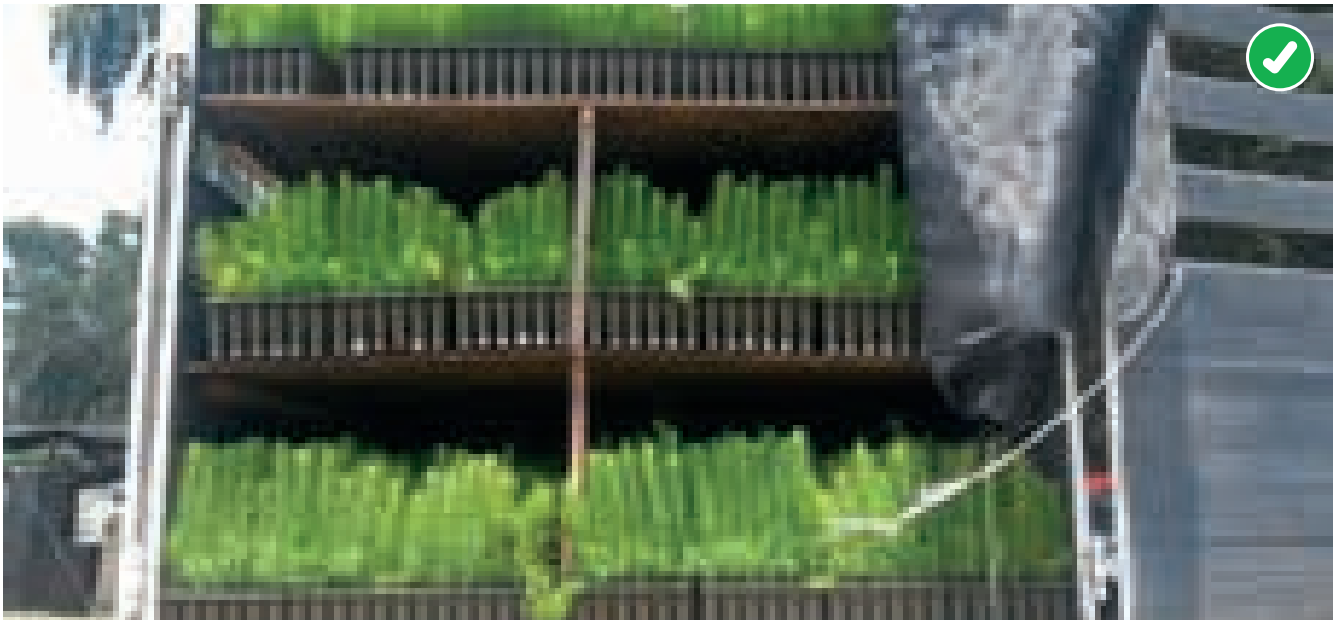


Figura 42. Vehículo acondicionado listo para su salida del vivero.

## 1.7 Cuidados y manejo postvivero

Una vez que se ha transportado la planta y haya llegado su destino provisional o al definitivo, es importante considerar:

**Primer paso:** la descarga se hará en un lugar plano y con la ayuda de carretillas, evitando movimientos bruscos para impedir pérdida de la tierra o material del cepellón y sobre todo no dañar la planta al momento de su descarga.



Figura 43. Forma incorrecta de descargar el vehículo

**Segundo paso:** en caso de descargar paquetes estos se tomarán del cepellón protegido con el plástico, nunca del tallo o follaje; para los contenedores, rejas y cajas, se tomarán de las orillas o desde la base. Para plantas de bolsa de polietileno, se tomarán de la propia bolsa; "en todos los casos nunca se tomará del tallo ni del follaje".



Figura 44 Forma de agarrar la planta y cajas para su descarga del vehículo.

**Tercer paso:** colocar la planta (paquetes, rejas, contenedores o cajas) en un lugar ventilado y sombreado, cerca de algún punto de abastecimiento de agua, igualmente cercano al sitio definitivo de plantación, es conveniente que posterior a la descarga y correcto acomodo aplicar un riego suficiente para su hidratación.

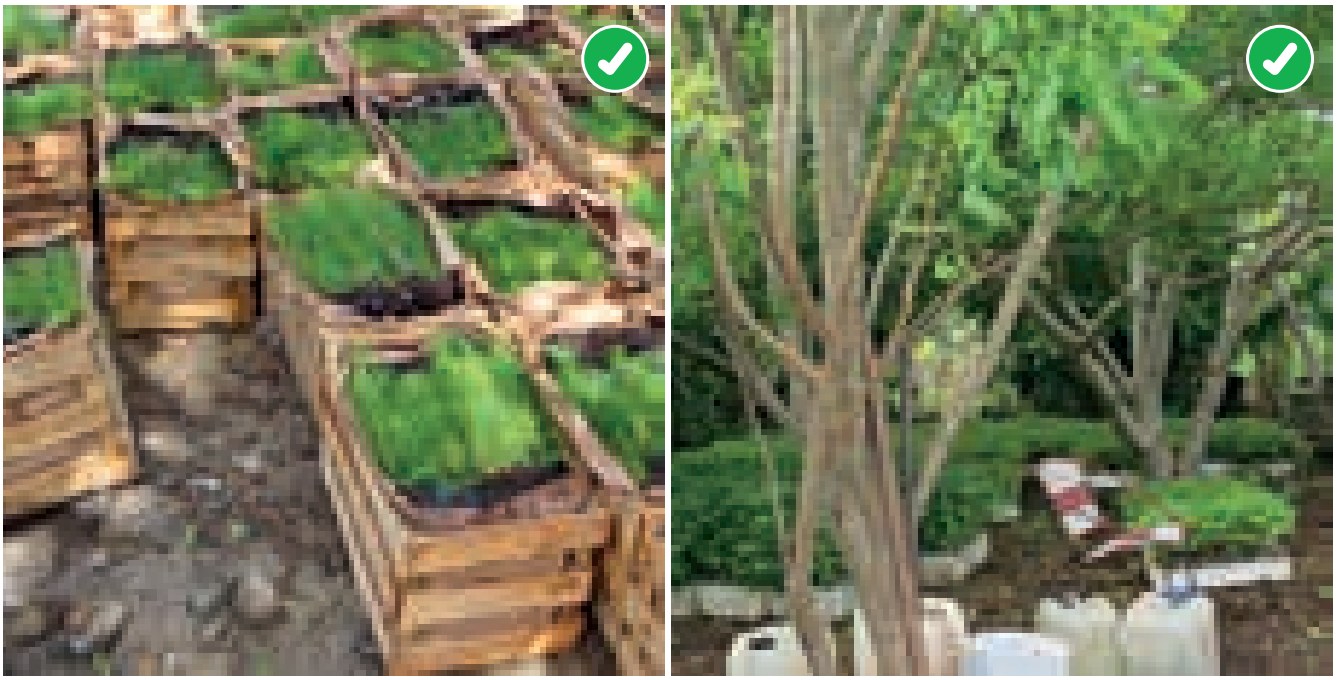


Figura 45. Resguardo de la planta bajo sombra y con abasto de agua.

**Cuarto paso:** acomodar la planta por secciones para facilitar la aeración y las labores de mantenimiento mientras se llevan al sitio definitivo. No estibar la planta en más de dos niveles, tampoco en una sola sección ya que se maltrata y estresa.



Figura 46. Forma incorrecta de acomodar la planta: amontonadas sin aireación.



Figura 47. Acomodo correcto de la planta: en secciones y bajo sombra.

**Quinto paso:** realizar riegos matutinos o vespertinos a la planta, según sea necesario; en caso de ser paquetes de planta con cepellón envuelta en plástico es conveniente hacer pequeñas perforaciones sobre el plástico para permitir el drenaje del agua.

**Sexto paso:** si el traslado del centro de acopio al sitio definitivo es con vehículo o remolque se recomienda:

- Al acomodar los paquetes, rejas, cajas o bolsas cuidar que el estibado sea homogéneo.
- Con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan.
- No es recomendable estibar más de dos niveles o capas.
- Cuidar que el tallo y hojas de las que quedan abajo no sufran dobleces o quebraduras.



Figura 48. Transporte del área de resguardo al sitio definitivo.

### Si el traslado es con animal de carga, se recomienda:

- Usar cajas de madera si la planta esta empaquetada con plástico adherible o en bolsa de polietileno, cuidando que queden ajustadas para que no se muevan.
- No poner más de una caja de plantas, para que no se corra el riesgo de dañar los tallos y hojas de las plantas que quedan abajo.
- La carga debe quedar bien sujeta y nivelada de los dos lados, para disminuir el riesgo de que se voltee.



Figura 49. Transporte en animal de carga.

### Recomendaciones generales:

- Es necesario llevar únicamente al campo solo la planta que se va a establecer en la jornada, la cual se puede calcular considerando el diseño de plantación utilizado y el número de jornales que se emplearán, esto con el fin de no acarrear planta que no se reforestará en el mismo día.
- En caso de que la planta se encuentre en charola o bolsa y se requiera trasladarla para su distribución en el terreno, se toman los contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta.
- Cabe mencionar que la plantación en el sitio definitivo se deberá realizar a cabo en un tiempo no mayor a una semana desde que se retiró del vivero, el mantenimiento en el centro de acopio es temporal, con ello reducimos el estrés de la planta e incrementamos la posibilidad de que sobrevivan en campo.

## 1.8 Obras y prácticas de conservación y restauración del suelo

### 1.8.1 Clasificación y tipos

Las obras y prácticas de conservación y restauración de suelos, son accion es que contribuyen a disminuir la erosión del suelo e incrementan la captación de agua tanto en laderas como en cárcavas, también incrementan la fertilidad del suelo, lo que contribuye a la sobrevivencia de las plantas.

De acuerdo al Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales se clasifican de la siguiente manera:

Cuadro 3. Para el control de la erosión laminar en ladera.

| Tipo de obra o práctica |
|---|
| Terrazas de formación sucesiva (realizada con herramienta manual o maquinaria) |
| Zanja trinchera (tinas ciegas) (realizada con herramienta manual) |
| Sistema zanja bordo (realizada con herramienta manual o maquinaria) |
| Roturación (realizada con maquinaria, incluye uso de herramienta manual) |
| Acomodo de material vegetal muerto en curvas a nivel y con ramas entrelazadas. |
| Barreras de piedra en curvas a nivel |
| Bordos en curvas a nivel (con maquinaria o tracción animal) |
| Cortinas rompevientos. |
| Terrazas de muro vivo con estacas |
| Barreras vivas |
| Barreras vivas (modalidad propagación vegetativa) |
| Abonos verdes con especies de cobertera |
| Terrazas de piedra, (en terrenos con 5 % o más de pendiente) |

Cuadro 4. Para el control de la erosión en cárcavas.

| Tipo de obra | |
|---|---|
| Presas de malla de alambre electro soldada o ciclónica | Presas de llantas |
| Presas de morillos | Presas de mampostería |
| Presa de ramas | Presa de gaviones |
| Presa de ramas | Zanjas derivadoras de escorrentía |
| Presas de piedra acomodada | Estabilización de taludes |
| Presas de geocostales | Cabeceo de cárcavas |

### 1.9 Elección del tipo de obra o práctica a realizar

**Primer paso:** elegir las obras o prácticas más adecuadas a realizar en el predio, en base a los resultados obtenidos de los recorridos realizados en campo con el técnico asesor, para ello se debe considerar:

- La pendiente del terreno y la vegetación existente determinan el tipo de obra a realizar, a mayor pendiente y escases de vegetación el arrastre de materiales y sedimentos es mayor. Para terrenos con pendientes mayores al 5% se requieren obras de suelos como las terrazas de piedra acomodada.



Figura 50. El grado de pendiente es determinante para la obra a realizar.

- La caracterización del relieve y su ubicación dentro del predio, con el fin de identificar si dentro del mismo hay planicies, cárcavas, escurrimientos, afloramiento de rocas, entre otras para definir el tipo de obra o práctica que se requiere.



Figura 51. Localización de cárcavas.

- La disponibilidad de materiales dentro del predio y que pudieran utilizarse para realizar las obras, como material vegetal muerto, piedras, etc., siempre y cuando su movimiento o remoción de estas no contribuya a la erosión del suelo; así como las características del mismo suelo (textura y profundidad) para determinar la viabilidad de la apertura de zanjas, bordos, roturaciones, además del tipo de herramientas y/o maquinaria a utilizar.



Figura 52. Disponibilidad de materiales y características del suelo.

**Observaciones:** Es importante mencionar que no es estrictamente necesario que se realice un solo tipo de obra o práctica en todo el predio, puede haber combinaciones de dos o más, todo depende de la disponibilidad de materiales y el requerimiento de restauración para el terreno.

También se debe tener especial cuidado al momento de elegir el tipo de obra o práctica a realizar, de no ser la correcta se podría causar un daño mayor al que ya se presenta en el terreno, por lo que se deberá consultar con el asesor técnico la viabilidad de las obras o prácticas de suelo que se realizarán en el terreno.

### 1.10 Calendario óptimo de plantación

Es de vital importancia que la reforestación se realice dentro de los dos primeros tercios del periodo óptimo de lluvias, con el fin de que el suelo tenga la humedad requerida para que se establezca la plantación y con ello obtener una buena sobrevivencia. La Conafor publica en su página de Internet un calendario óptimo considerando las características climáticas de cada entidad federativa.

No se debe plantar al final de la temporada de lluvias, ya que si bien puede haber un buen prendimiento, el arraigo de las plantas en el sitio de plantación no será lo suficiente para soportar el periodo de estiaje y la sobrevivencia de la planta puede afectarse.

### 1.11 Arreglos de plantación

Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del crecimiento 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.

Asimismo, se debe tener en cuenta que en el sitio a restaurar primero se realizan las obras y prácticas de conservación y restauración de suelo y que según sus dimensiones y ubicación en el terreno influirá en el espacio disponible para  colocar la planta. En base a lo anterior tenemos la siguiente clasificación:

- Establecimiento en las obras: se refiere al establecimiento de las plantas cercanas a las terrazas, zanja trinchera, zanja bordo y bordos en curvas de nivel, en el caso de la roturación la plantación puede ser plantada en la costilla o bordo del surco.



Figura 53. Posición de la planta en las obras, zanja trinchera.



Figura 54. Posición de la planta en las obras, zanja bordo.



Figura 55. Posición de la planta en las obras, roturación.

- Establecimiento al margen de las obras: se refiere al establecimiento de planta en la orilla y a lo largo de la obra o práctica, tales como el acomodo de material muerto, barreras de piedra, entre otros

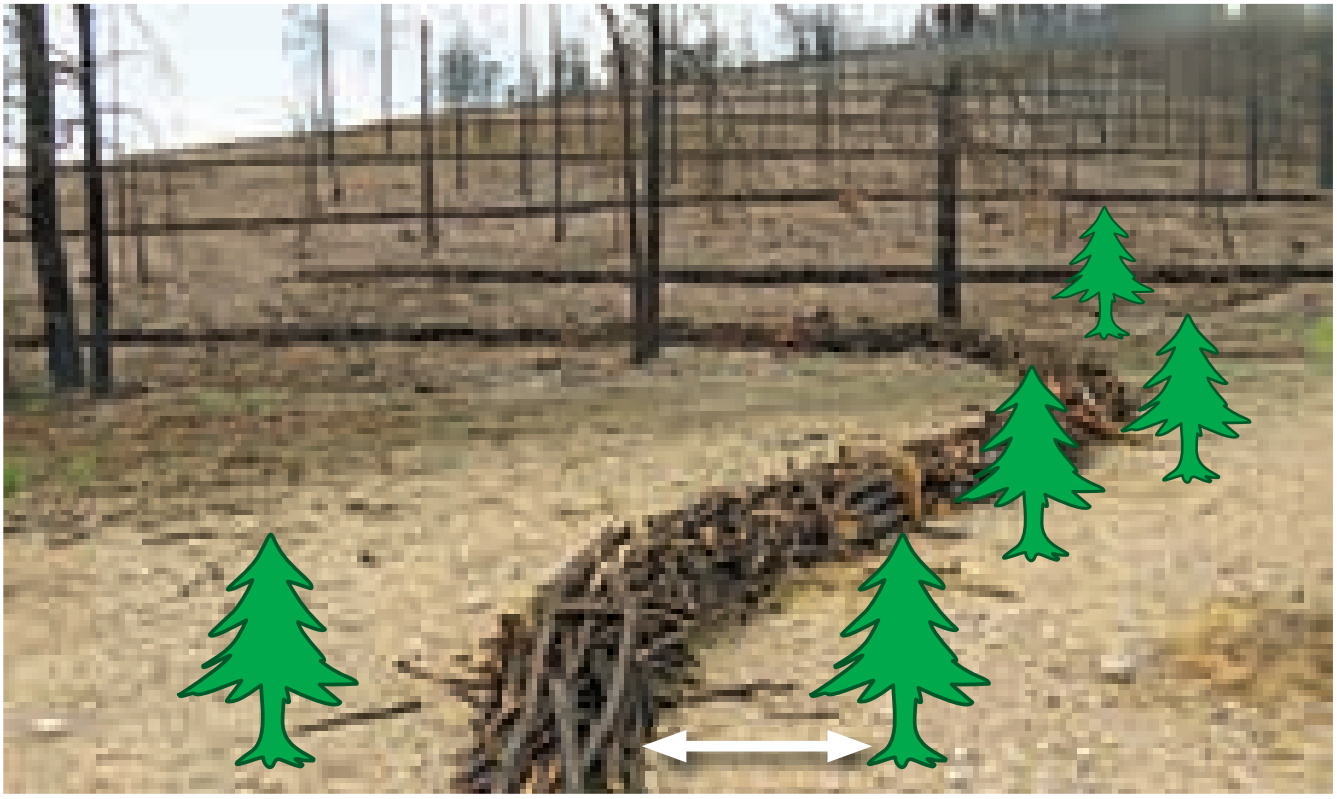


Figura 56. Posición de la planta al margen de las obras, acomodo de material muerto.

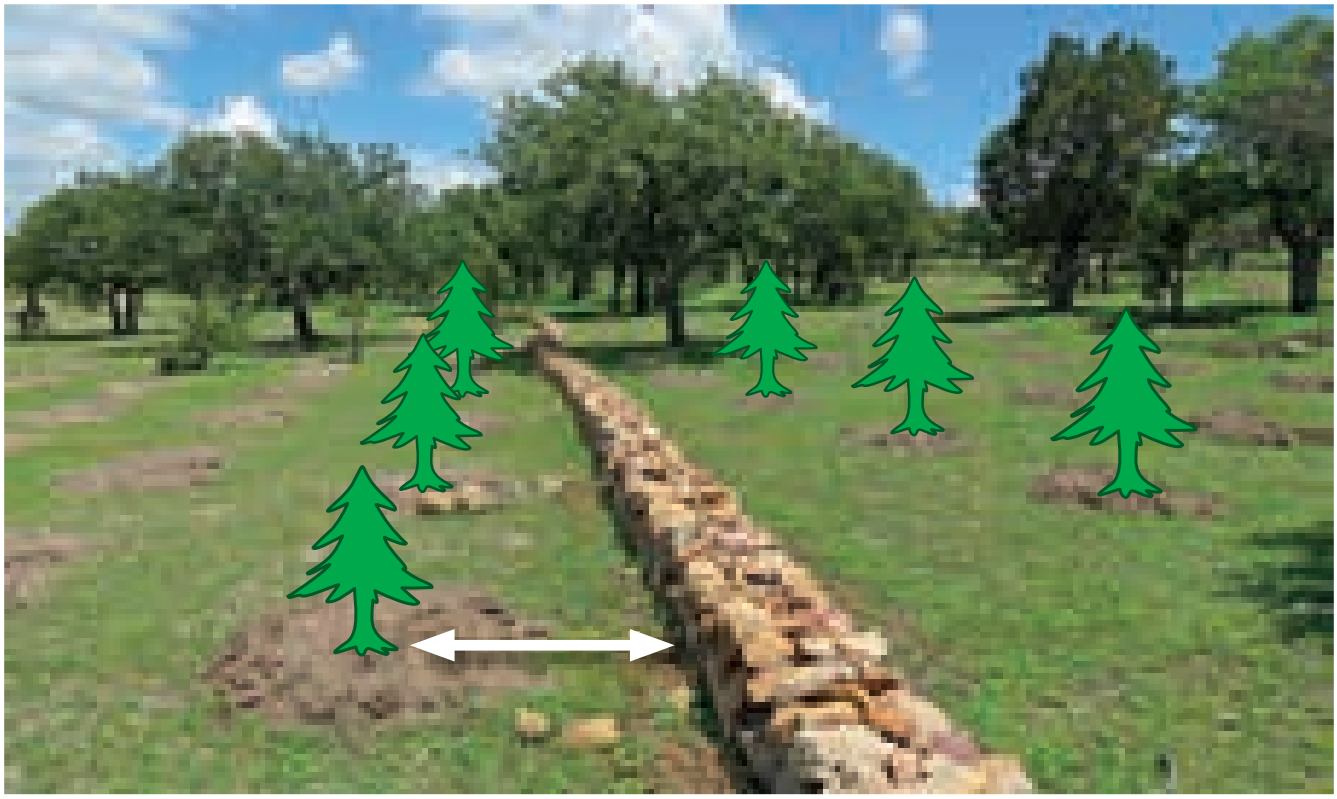


Figura 57. Posición de la planta al margen de las obras, barrera de piedra acomodada.

- Establecimiento de la planta entre las obras: se refiere al establecimiento de la planta con algún tipo de arreglo de plantación en la superficie disponible entre cada obra o práctica, este sistema es complementario al establecimiento de planta en las obras y al margen de la obras, con lo cual cumpliremos la densidad establecida para cada ecosistema.



Figura 58 Posición de planta entre obras, barreras de piedra.

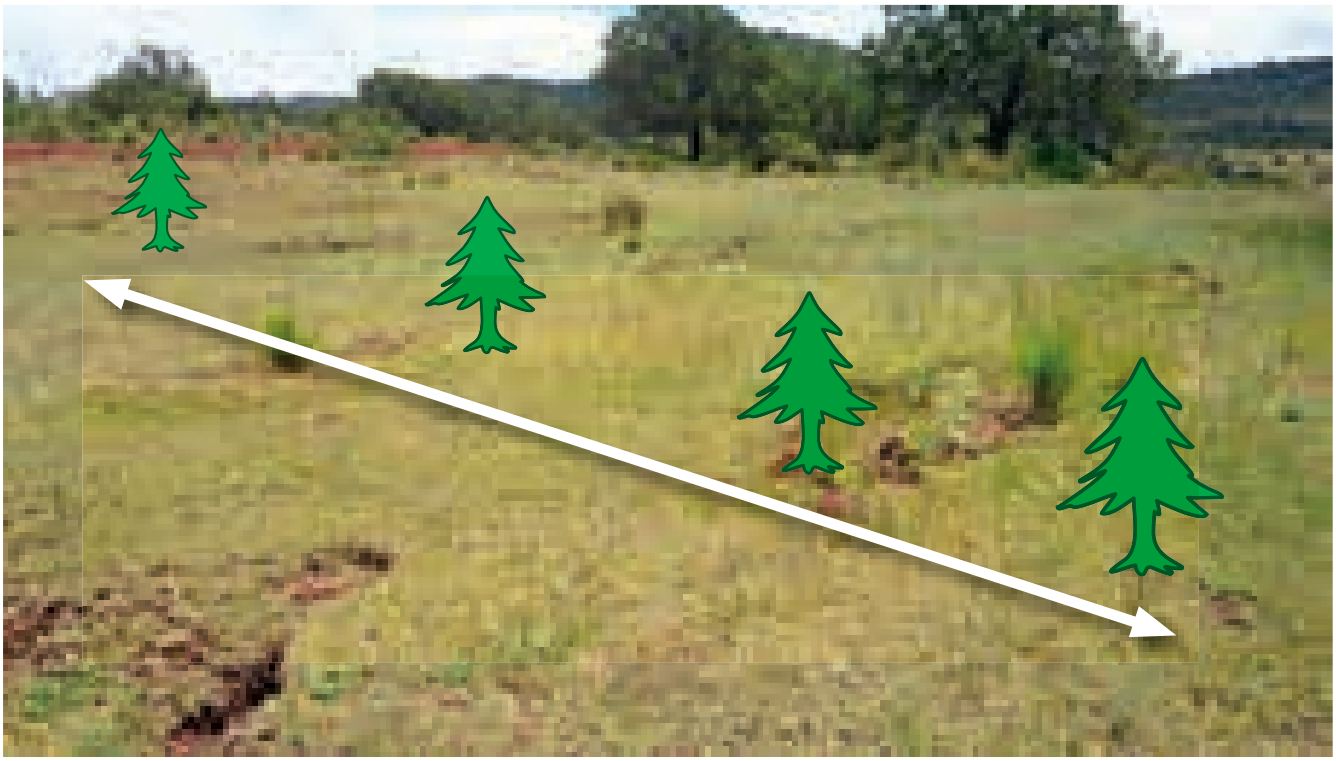


Figura 59. Posición de planta entre obras, zanjas trinchera.



Figura 60. Posición de planta entre obras.

## Tipos de los arreglos de plantación

Marco real. Las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos. Se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores a 20%.

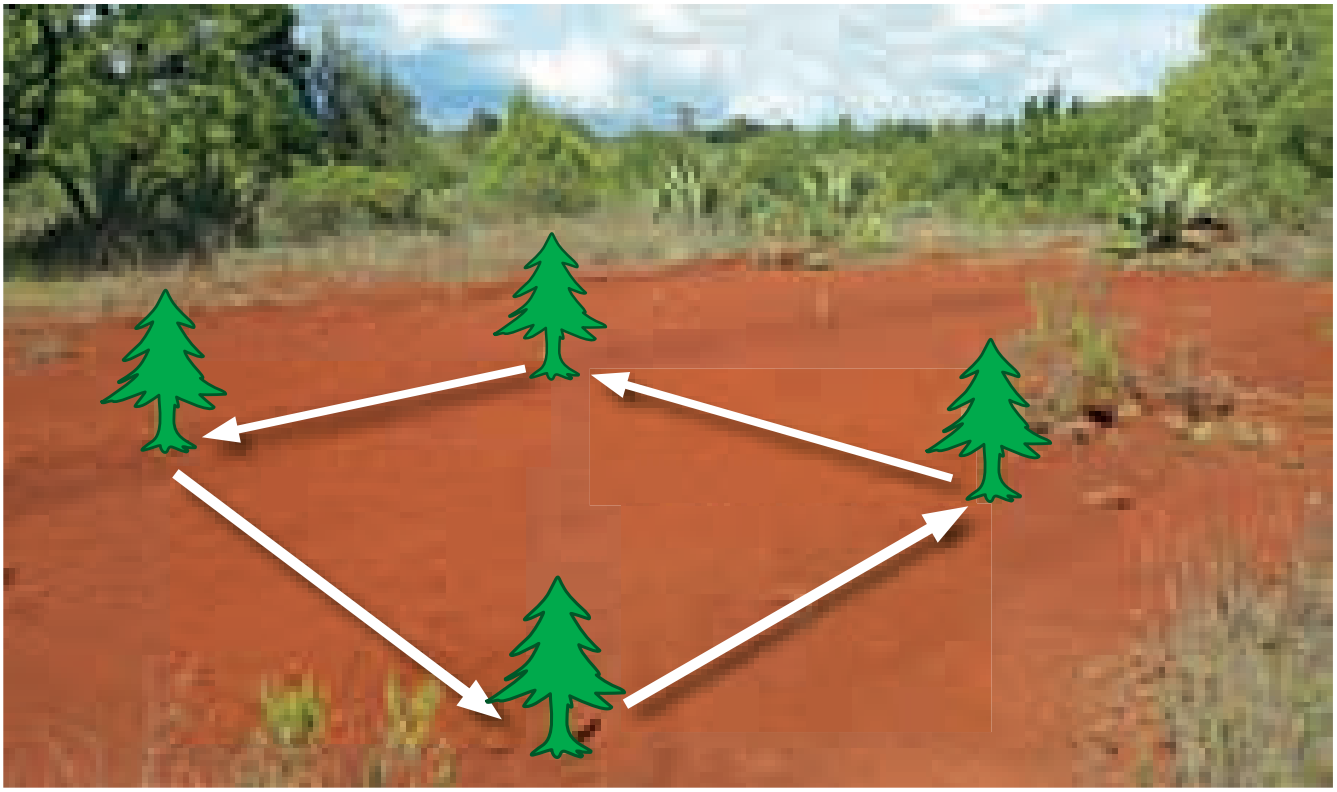


Figura 61 Marco real.

- Tres bolillo o triángulo equilátero. Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20 %, 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.

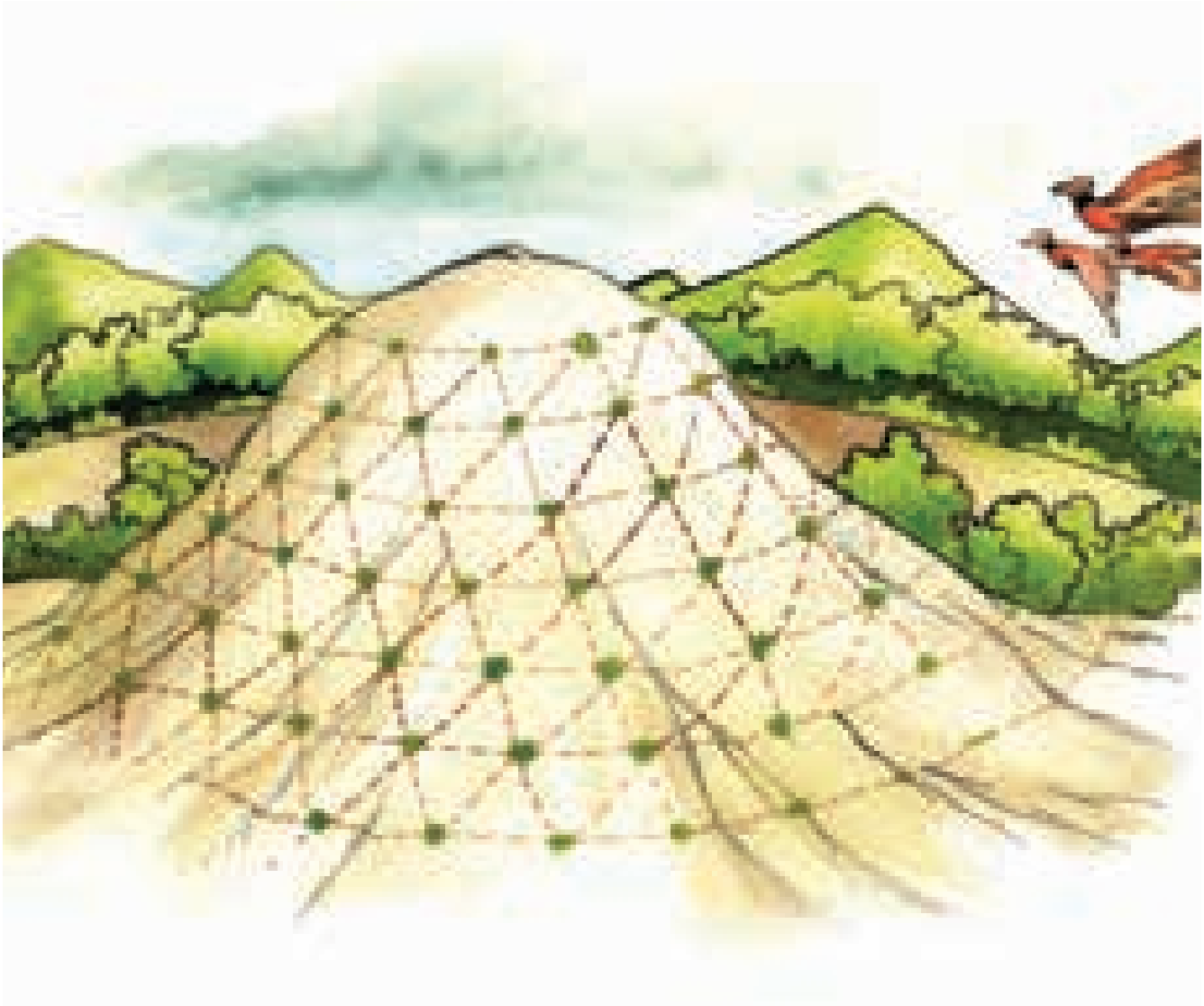


Figura 62. Tres bolillo o triángulo equilátero.

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.

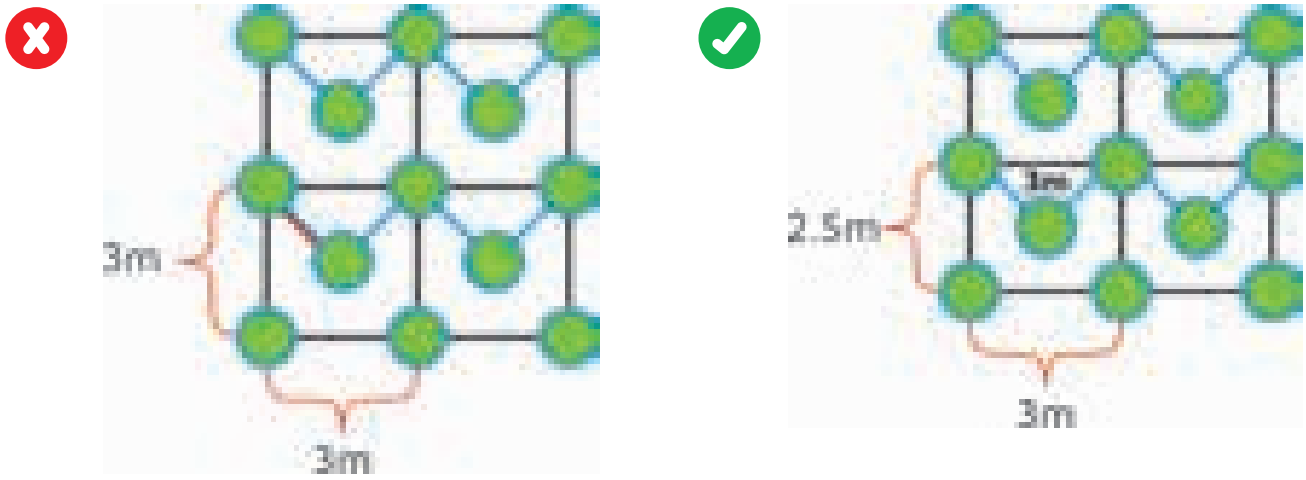



Figura 63. Trazo tres bolillo, a) incorrecto y b) correcto.

- Irregular. Utilizado cuando las condiciones del terreno no permiten un trazo definido, tales como pendientes muy pronunciadas, obstáculos naturales como rocas, arboles, cárcavas, falta de suelo donde plantar u otros. Al seguir la curva a nivel generalmente se cierra o abre la distancia entre obras por lo que se deberá verificar frecuentemente la distancia entre plantas, aquí radica la importancia del arreglo irregular.

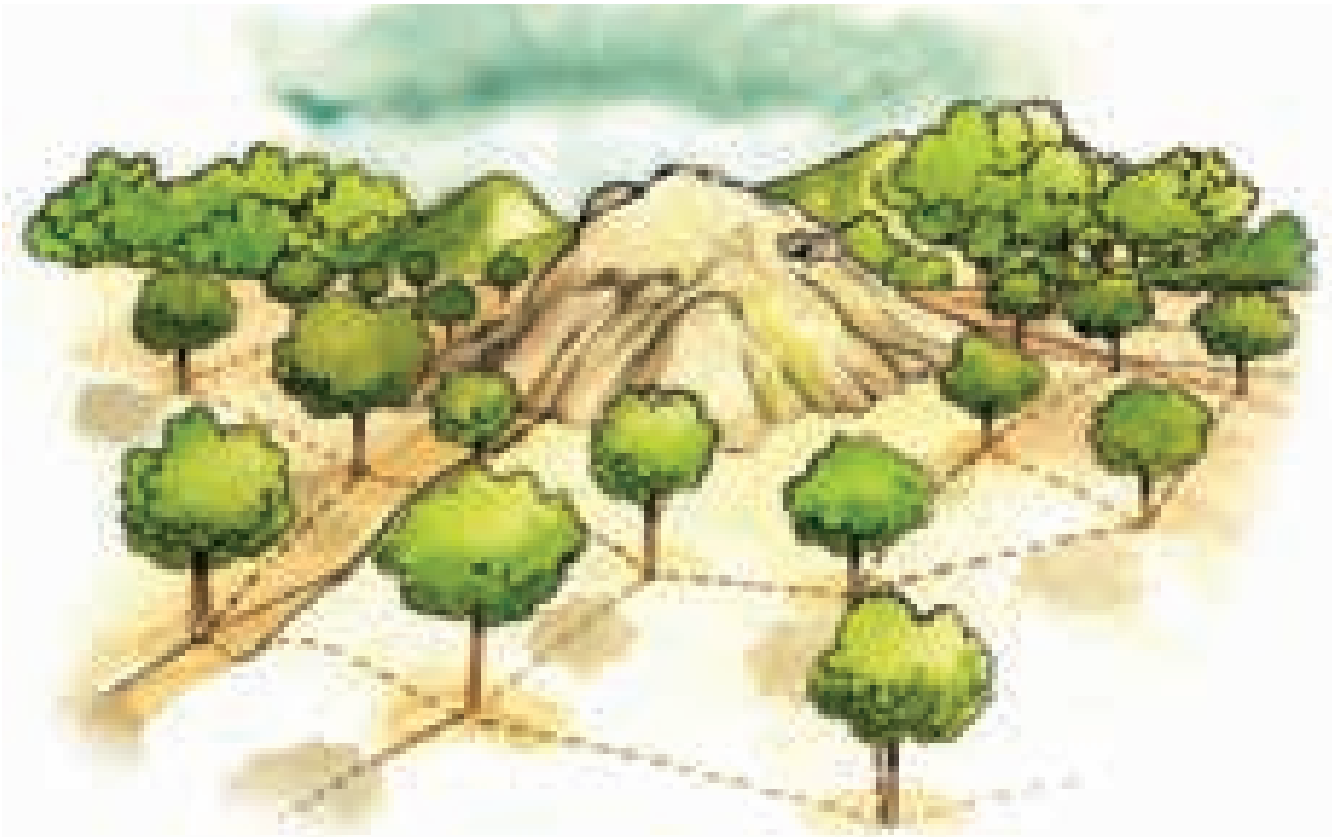


Figura 64. Trazo irregular.

### 1.12 Elección del arreglo de plantación a realizar

**Primer paso:** Una vez realizadas las obras y prácticas de conservación y restauración de suelo, se determina donde se van a plantar los árboles con respecto a dichas obras.



Figura 65. Disponibilidad de superficie para reforestar.

**Segundo paso:** como lo mencionamos en el punto **1.11 Arreglos de plantación** siempre hay que tener en cuenta que la planta se ubica primeramente en o sobre las obras o prácticas de conservación de suelo, es decir la ubicación exacta teniendo en cuenta que primero deberán plantarse al margen y cercana a las obras de suelo y posteriormente entre las obras o prácticas.

**Tercer paso:** se recomienda, al igual que la construcción de las obras y prácticas de suelo, comenzar en una esquina de la parte más alta de terreno. Trazar la primera línea de plantación y posteriormente aguas abajo dar el espaciamiento necesario entre líneas empezando por el lindero del predio hacia el interior del terreno.

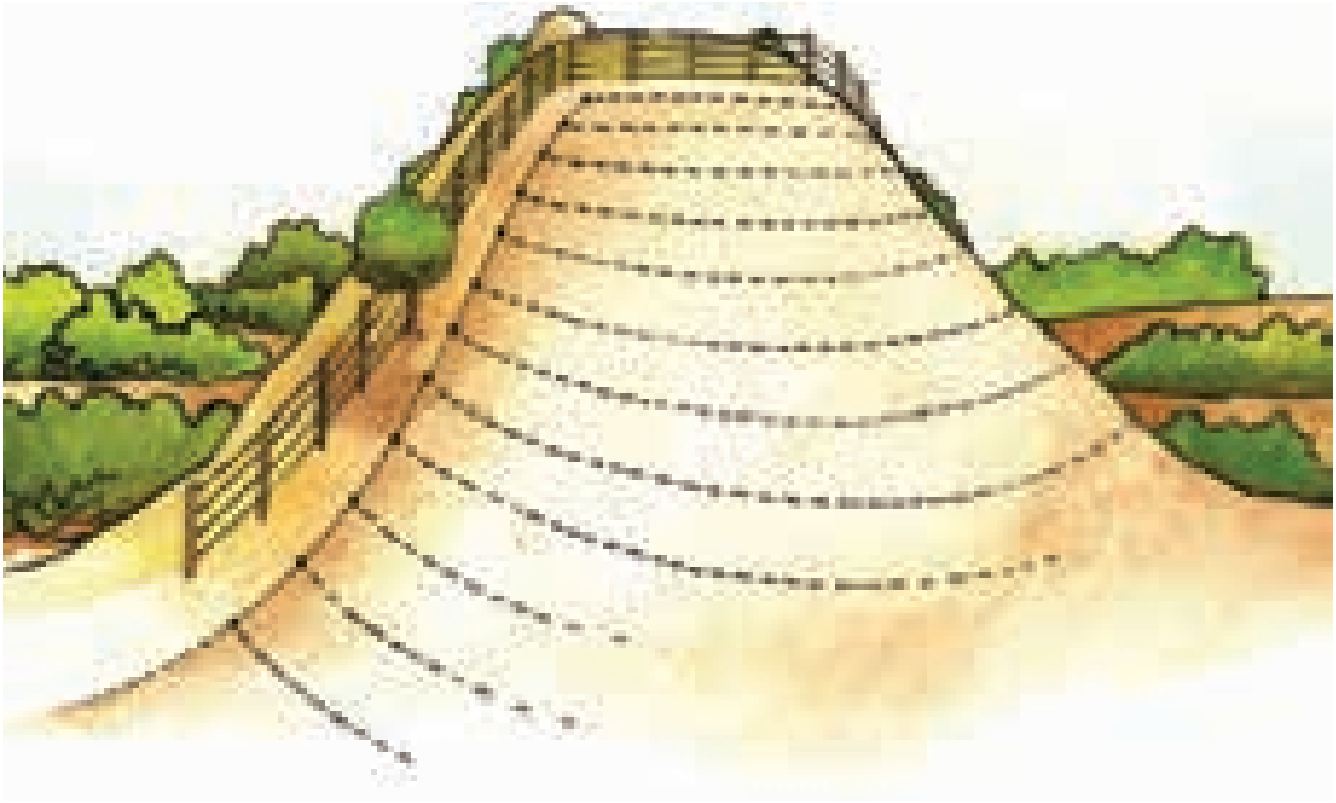


Figura 66. Trazo en curvas de nivel.

Para detallar lo anterior es conveniente consultar con su asesor técnico sobre la ejecución de las actividades de la reforestación, teniendo siempre en cuenta que se debe de establecer el número de plantas por hectárea de acuerdo a la densidad establecida para cada ecosistema.

La Conafor considerando las características de la vegetación de cada ecosistema estableció la densidad óptima de reforestación, como a continuación de indica.

Cuadro 5. Densidades determinadas por hectárea y ecosistema.

| Ecosistema | Templado | | Tropical | | Árido y semiárido | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango: cantidad de plantas/ha. | Desde | Hasta | Desde | Hasta | Desde | Hasta |
| | 825 | 1,100 | 500 | 750 | 855 | 1,045 |
| • Para la restauración focalizada aplica de 300 a 500 plantas por hectárea, en los tres ecosistemas.<br>• Para sistemas agroforestales la que indique la ficha técnica publicada en la página web de Conafor. | | | | | | |

# Capítulo II. Proceso de restauración

## 2.1 Construcción de la obra o práctica de conservación y restauración de suelo

Las obras y prácticas de suelos que deben realizarse así como sus características, se encuentran descritas en el "Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales" de la Conafor y en los criterios técnicos para la ejecución de los proyectos de conservación y restauración de suelos, disponibles en las oficinas de las Gerencias Estatales o en la página web www.conafor.gob.mx

Para la ejecución de las mismas, se seguirá el criterio de cuenca, enfocándose inicialmente a contrarrestar la pérdida del suelo en las zonas de ladera iniciando en las partes altas y hacia las partes bajas, mediante obras y prácticas en curvas a nivel y posteriormente a controlar la erosión hídrica en las cárcavas y que deberán elegirse con el asesor técnico certificado.




Figura 67. Esquema de una microcuenca.

## 2.2 Protección del área a restaurar

La protección del área a restaurar considera actividades de cercado y apertura de brechas cortafuego; el cercado se construirá antes del establecimiento de la plantación y de preferencia antes de realizar las obras y prácticas de conservación de suelos para evitar el pastoreo, debido al daño que provocan a las plantas; así como, la destrucción de las obras o prácticas, además de provocar la compactación el suelo impidiendo la infiltración del agua. Posteriormente se realizan las brechas cortafuego en el perímetro del predio para prevenir daños causados por incendios.

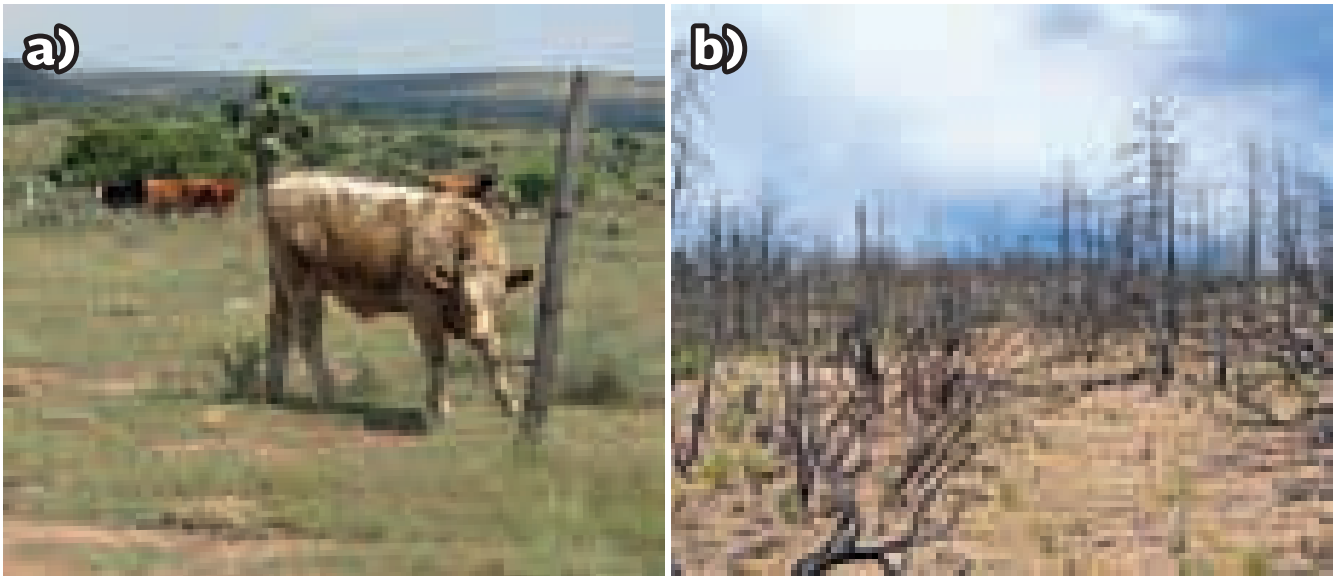



Figura 68. Protección: a) contra el pastoreo y b) prevención de incendios.

### 2.2.1 Características mínimas del cercado

El cerco debe tener e cuatro hilos de alambre de púas, colocados alrededor del área a reforestar, soportado con postes colocados a una distancia máxima de 4 metros y con una rigidez tal que impida el paso del ganado. Este tipo de cercado es el más generalizado debido a su rápida colocación, instalación y durabilidad. Se recomienda utilizar postes de tubo o ángulo metálicos, sin embargo también se puede utilizar otro tipo de postes como:

Cuadro 6. Tipos de poste y sus características.

| Tipo | Características |
|---|---|
| Concreto | 8 cm x 8 cm x 2.50 m |
| Concreto | 12 cm x 12 cm x 2.50 m |
| Metálico en "Y" | Altura: 1.98 m, peso: 3.1 kg. |
| Acero | Altura: 1.98 m, peso: 2.59 kg. |
| Madera | Altura: 1.98 m, diámetro de 10, 13 y 20 cm. |
| Vigas y polines | Altura: 1.98 m, diámetro 5 x 5 pulgadas. |
| Tubo metálico | Altura: 1.98 m, diámetro de 5 pulgadas. |
| Ángulo metálico | Opcional. |

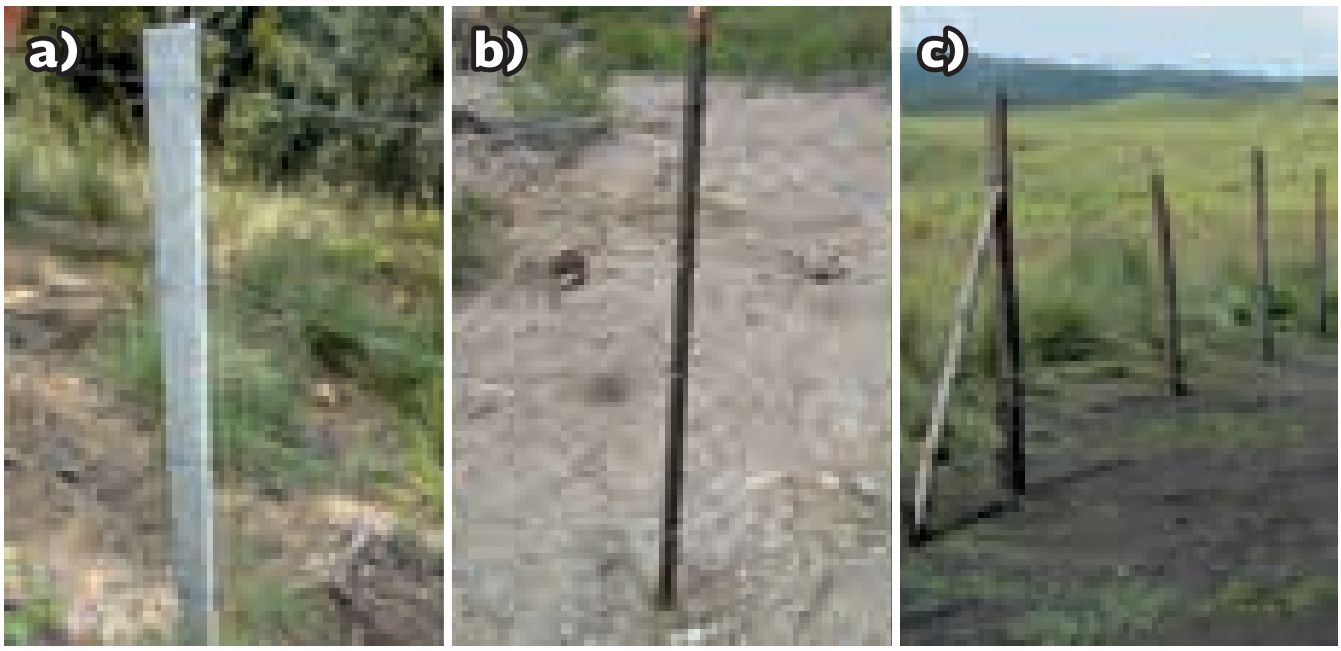


Figura 69. Postes: a) de concreto, b) metálico y c) polín de madera.

Cuadro 7. Material para fijación de alambre de púas.

| Tipo | Características |
|---|---|
| Grapas | Longitud de 1 pulgada y calibre 9 |
| Alambre recocido, galvanizado | Calibre 14.5 |


Figura 70. Fijación del alambre al poste.

**Para su instalación considerar los siguientes pasos:**

**Primer paso:** Limpiar, trazar y marcar (con cal o hilo plástico) el perímetro donde se instalarán los postes. Se deberá proteger únicamente el perímetro del o los polígonos propuesto a restaurar. Durante el trazo pueden presentarse los siguientes supuestos:

- Sin cerco existente o no definido: cuando el predio a restaurar no cuente con cercado de alambre de púas o solamente existan barreras vivas, en este caso invariablemente deberá establecerse la totalidad del cercado conforme a las especificaciones.



Figura 71. Terreno sin protección.

- Cerco existente pero deteriorado: cuando previamente exista un cerco de alambres de púas es necesario evaluar el estado físico del mismo, con el fin de realizar el cambio total (postes, grapas y alambres), por lo que deberá de instalarse de acuerdo con las características indicadas.



Figura 72 Cerco deteriorado.

- Cerco existente propiedad de un tercero colindante: en este caso se deberá establecer un cerco nuevo (en sustitución al existente o de forma paralela) debido a que el PRONAFOR otorga apoyos para la compra de material e instalación, previamente se debe tener la autorización del dueño del cercado para la realización de dicha actividad.



Figura 73. Cerco propiedad de un tercero colindante.

- Cerco con barrera natural en uno de sus lados (acantilado, barranco, pared rocosa  o afluente): en este caso de deberá evaluar si la barrera natural protege de manera eficaz, caso contrario se deberá establecer el cercado conforme a las especificaciones indicadas.

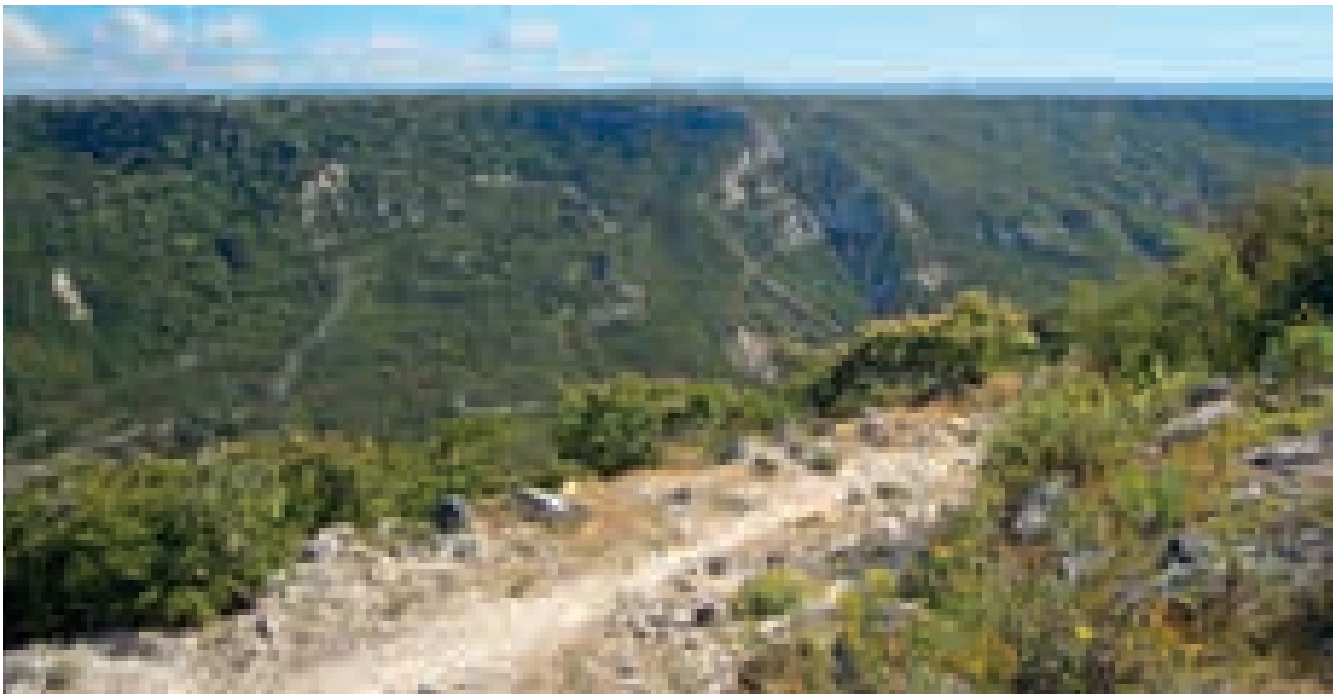


Figura 74. Barrera natural, barranco.

**Segundo paso:** aperturar las cepas donde irá colocado el poste, con dimensiones de 30 x 30 x 40 centímetros, dependiendo de las condiciones del suelo y a una distancia de máximo cuatro metros entre postes, marcados desde el centro de la cepa.

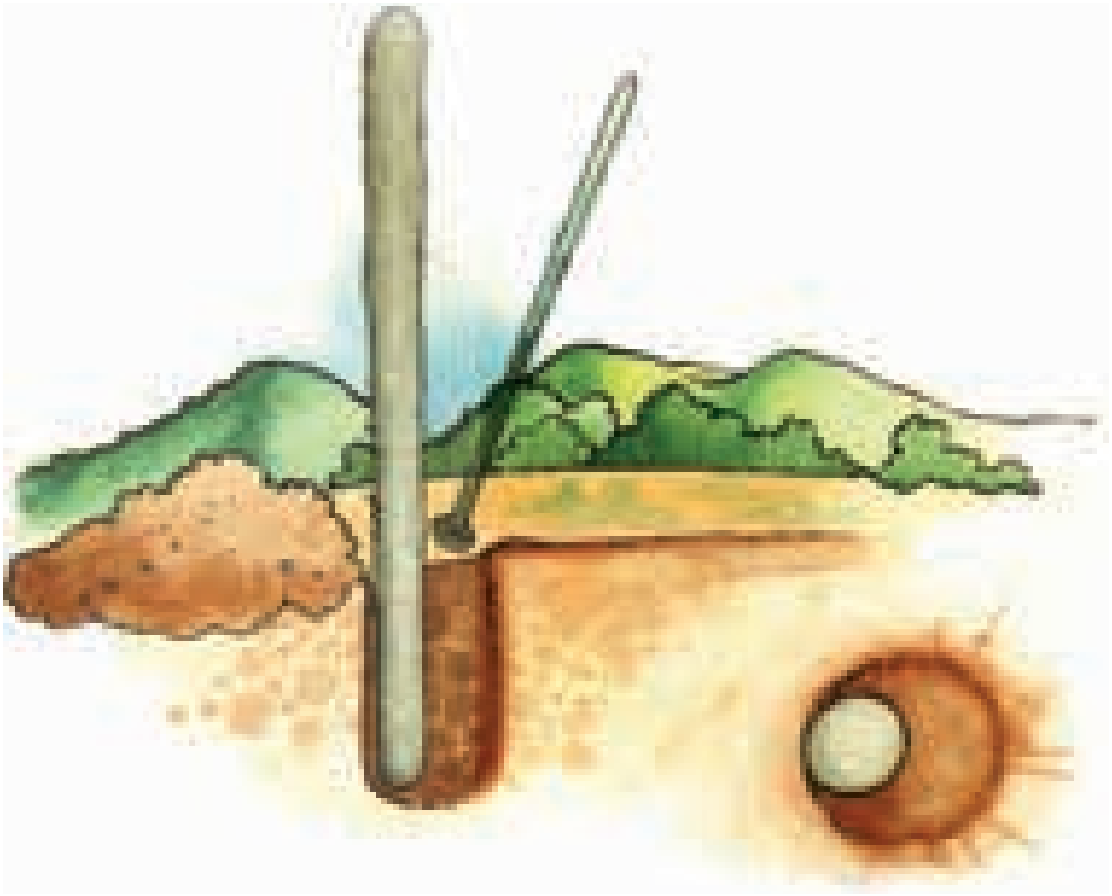


Figura 75. Cepa para poste.

**Tercer paso:** posteriormente se coloca el poste buscando que quede de forma vertical (a nivel), inmediatamente se ahoga la cepa con la misma tierra, piedra, gravilla u hormigón (cemento más grava), compactar el material ahogado con la ayuda de un pisón metálico para que el poste quede fijo.



Figura 76. Poste ahogado en cemento.

**Cuarto paso:** una vez que ha quedado firme el poste, se procede a colocar el alambre de púas; para tensar el alambre se utiliza una horquilla de metal o madera en forma de "H", la distancia entre alambres debe de ser de máximo 30 centímetros con al menos 4 hilos de alambre.




Figura 77. Colocación del alambre: a) tensado y b) fijación al poste.

**Quinto paso:** dependiendo del tipo de poste será el material para su fijación: grapas metálicas para postes de madera, y alambre recocido/galvanizado para postes metálicos o de concreto.

**Sexto paso:** para entrar al predio sin comprometer la protección es necesario dejar una puerta o "falso" de al menos 2 metros de ancho o  más si ingresan vehículos.

**Observaciones:** no debe realizarse la corta de material maderable vivo existente en el predio para su posterior uso como postes, puesto que es contrario a los objetivos de la restauración.



Figura 78. No cortar material maderable vivo del predio.

### 2.2.2 Apertura de brecha cortafuego

Para prevenir incendios forestales y/o daños por quemas no controladas se deberá de realizar la apertura de una brecha cortafuego por todo el perímetro interno del área a restaurar.

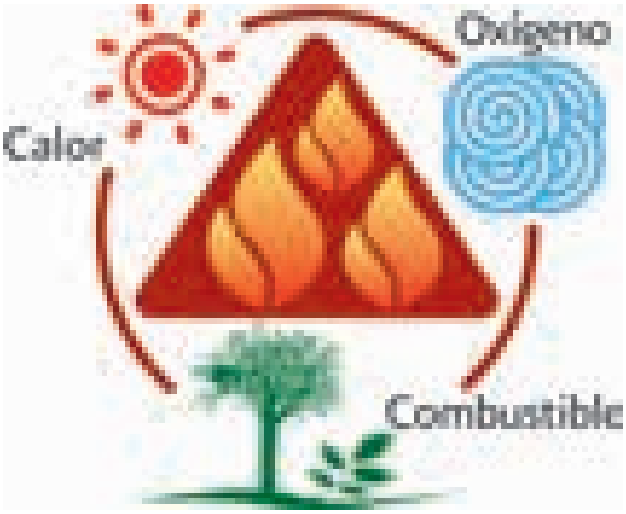



Figura 79. Triangulo del fuego.

**Para su apertura considerar:**
**Primer paso:** realizar el trazado evitando en la medida de lo posible que se dirijan en favor de la pendiente.

**Segundo paso:** la brecha debe realizarse con un mínimo de 2 metros de ancho, eliminando todo elementos naturales que favorezca la combustión. Podrá realizarse en forma manual (machete o azadón), mecanizada (chapeadora mecánica o desbrozadora) o mediante control químico (uso de herbicidas biológicos).

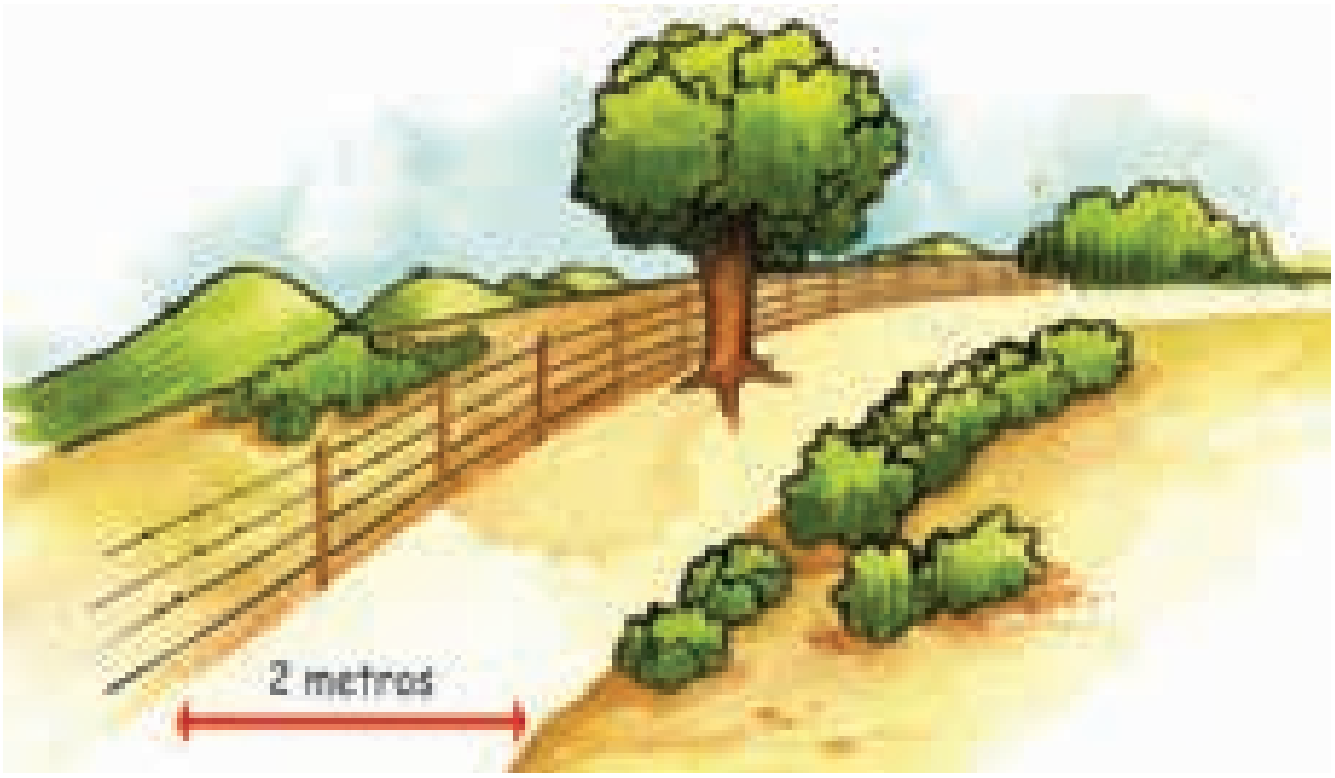



Figura 80 Brecha cortafuego.

**Tercer paso:** se retira el material vegetal resultante para prevenir que posteriormente se convierta en combustible (con el uso de rastrillo), aplica igualmente para el control químico.




Figura 81. Apertura de brecha: a) correcta, sin rastrojos y b) incorrecta, con rastrojos.

Cuadro 8. Herramienta a utilizar para cercado y brecha

| Herramientas |
|---|
| Cavahoyo |
| Pala recta |
| Pala cuadrada |
| Carretilla |
| Pisón de mano |
| Machete estándar 23” |
| Azadón |
| Rastrillo metálico 16 dientes, recto. |

**Observaciones:** las obras o prácticas de restauración de suelos se podrán extender hasta los márgenes del cercado en caso de que inevitablemente la brecha se haya trazado a favor de la pendiente, (excepto el acomodo de material vegetal muerto) de la misma forma la reforestación se podrá establecer en el área de la brecha cuando el diseño así lo requiera.

La época más recomendable para realizar la brecha es al término del periodo regular de lluvias, para que una vez llegado la temporada de sequía no se tenga material combustible en el perímetro del predio que pudiese dar origen a un incendio.

## 2.3 Cálculo de planta a requerir

El tipo de obra de suelo que se haya establecido en el predio nos indicará el requerimiento de planta a establecer al margen o sobre la obra, por lo cual se puede estimar la cantidad de planta que se utilizará en esos sitios. En las áreas que estén libres para reforestar se podrá determinar el espaciamiento que habrá entre hileras y el distanciamiento entre las plantas, de acuerdo con lo anterior, se está en posibilidad de estimar el número total de plantas necesarias para la reforestación.

Para realizar el cálculo del número de planta a utilizar con arreglo de plantación bien definido se puede utilizar las siguientes fórmulas:

| Arreglo | Fórmula a aplicar | Descripción |
|---|---|---|
| Marco real, cuadrado o rectangular | N= M/ (a x A) | Área a plantar entre el resultado de la multiplicación de ancho por el largo. |
| Tres bolillo o triangular | N= M/ ($a^2$x 0.866) | Área a plantar entre el resultado de la multiplicación del ancho al cuadrado por la constante 0.866. |
| Lineal | N= (L/a) | Longitud a plantar entre el ancho de la hilera. |
| Dónde: "N": es el número de plantas requeridas, "M": es el área a emplear en metros cuadrados, "A" y "a": es la distancia entre arboles ("A": largo y "a": ancho en metros); "0.866" es una constante; "L" es la longitud a plantar. | | |

Para ilustrar el número de plantas a reforestar en la superficie disponible a continuación presentamos el siguiente ejercicio:

| Superficie | 1 hectárea (10,000 $m^2$) |
|---|---|
| Tipo ecosistema | Templado- Frío |
| Tipo de obra o práctica de suelo | Zanja trinchera, 2 x 0.40 x 0.40 m. |
| Número de zanjas por hectárea | 200 zanjas (400 metros). |
| Distancia entre zanjas: | 12.5 m. |
| Superficie disponible entre obras | 6,640 $m^2$ por hectárea. |
| Arreglo de plantación definido | Tres bolillo 3 x 3 m. |

Con la información descrita tenemos para determinar:

- Planta a establecer en las obras o prácticas de suelos:

  N= (L/a)

  Se aplica la formula sustituyendo las nomenclaturas por valores:

  N= (400 m/2 m)

  N= 200 plantas.

- Planta a establecer entre las obras o prácticas de suelos.

  Se aplica la formula sustituyendo las nomenclaturas por valores:

  N= M/ ($a^2$ x 0.866)

  N= 6,640 $m^2$/ (3 $m^2$ x 0.866)

  N= 6,640 $m^2$/ (9 m x 0.866)

  N= 6,640 $m^2$/ 7.80

  N= 851 plantas.

  Densidad estimada: 200+ 851= 1,051 plantas por hectárea.

**Observaciones:** se deberá cumplir con la densidad establecida para cada ecosistema mencionadas en el numeral **1.12 Elección del arreglo de plantación a realizar**, cumpliendo con el concepto de establecer las requeridas por cada obra de suelos y la diferencia de planta se establecerá entre obras.

## 2.4 Trazo en el terreno

Una vez determinado el arreglo de plantación y la densidad requerida por hectárea con relación a las obras o prácticas de suelo, se procede a plasmar el diseño sobre el terreno, como a continuación se indica:

**Primer paso:** para terrenos planos, con pendientes hasta el 20 por ciento y con escasos obstáculos naturales se podrá realizar el trazo de forma rectilínea de la siguiente manera:

Sistema a escuadra:

- Se busca el encuadre mediante el uso de una escuadra cantera en una de las esquinas de la superficie disponible entre cada obra o práctica de suelo, se tiende un hilo plástico sobre el ángulo recto formado a lo largo y ancho del terreno.

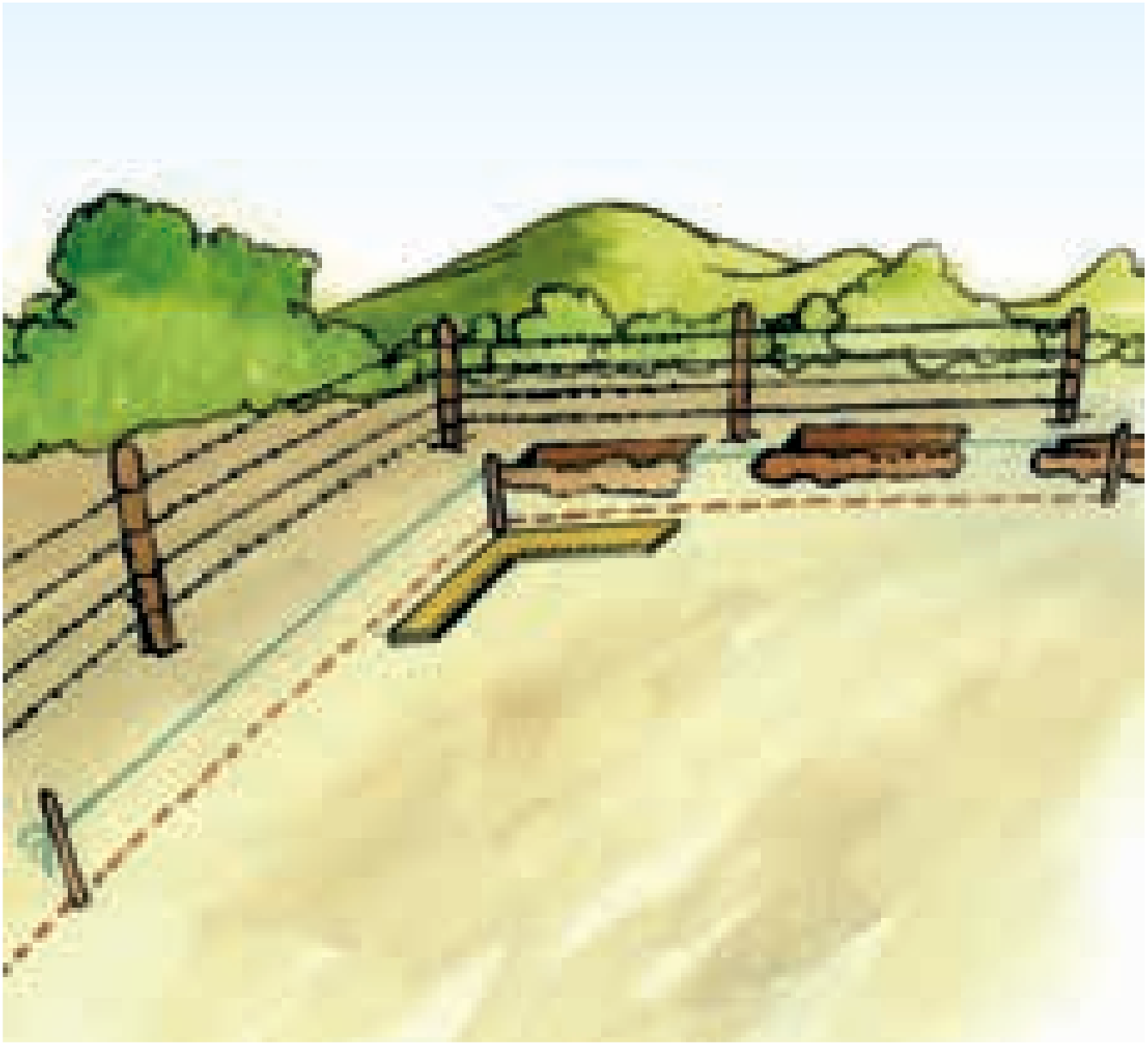


Figura 82. Trazado a escuadra.

- El hilo se fija al suelo mediante estacas y con el uso de un flexómetro se mide el distanciamiento entre hileras, marcándolo con estacas clavadas sobre el punto proyectado en el terreno.

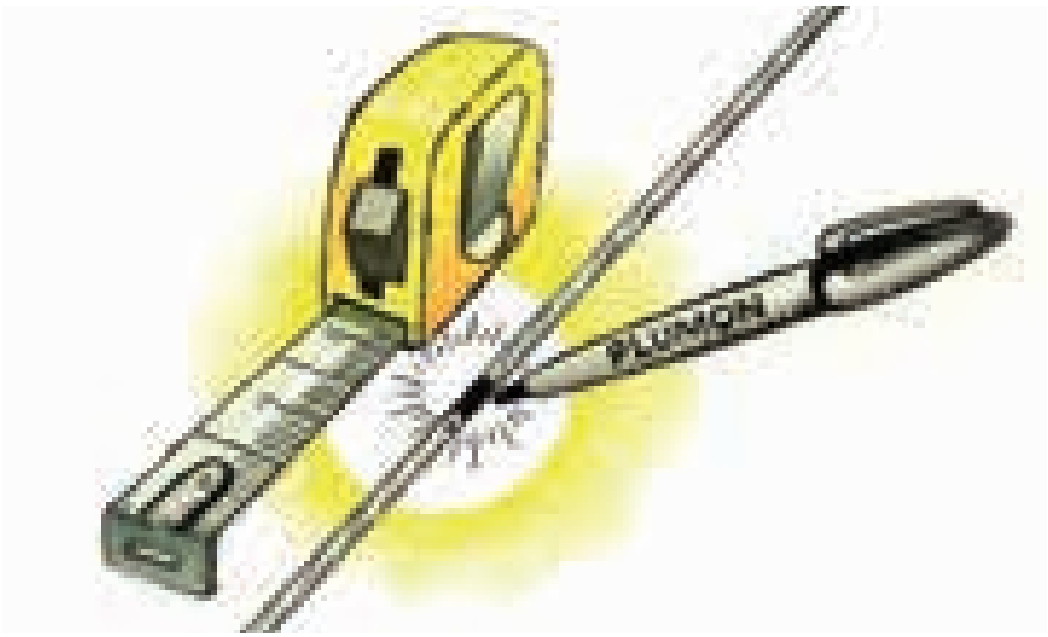



Figura 83. Marcaje de la posición de hileras.

- Se tiende un hilo plástico sobre la primera hilera, la distancia entre plantas se mide con un flexómetro y se marca con una estaca clavada sobre el punto proyectado en el terreno.

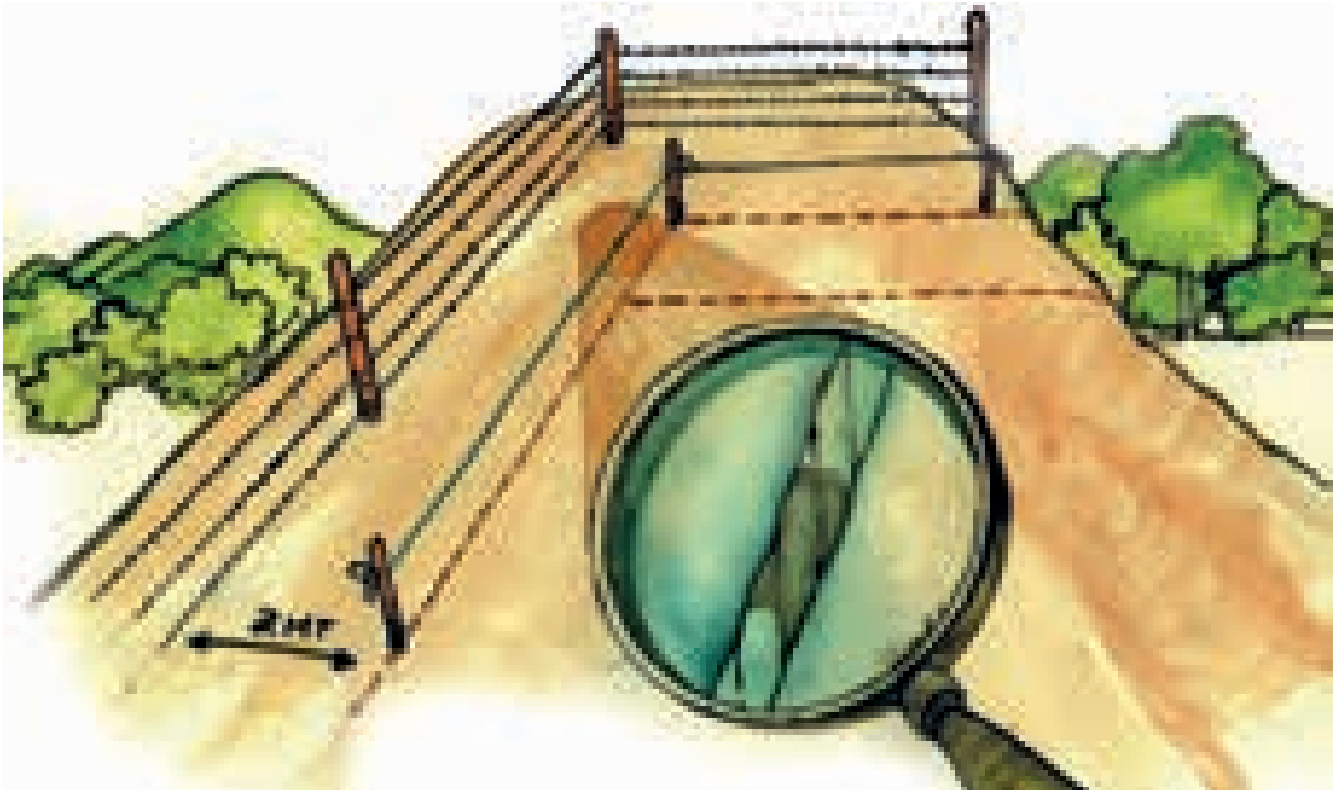


Figura 84. Marcaje de la posición de plantas.

- A medida que avanza el marcado sobre el terreno, la línea de hilo se va moviendo a la siguiente hilera, de caer un punto de plantación en un obstáculo natural o dentro de las obras de suelos (zanjas trinchera, zanjas bordo), se recorrerá el punto para esquivar los mismos.

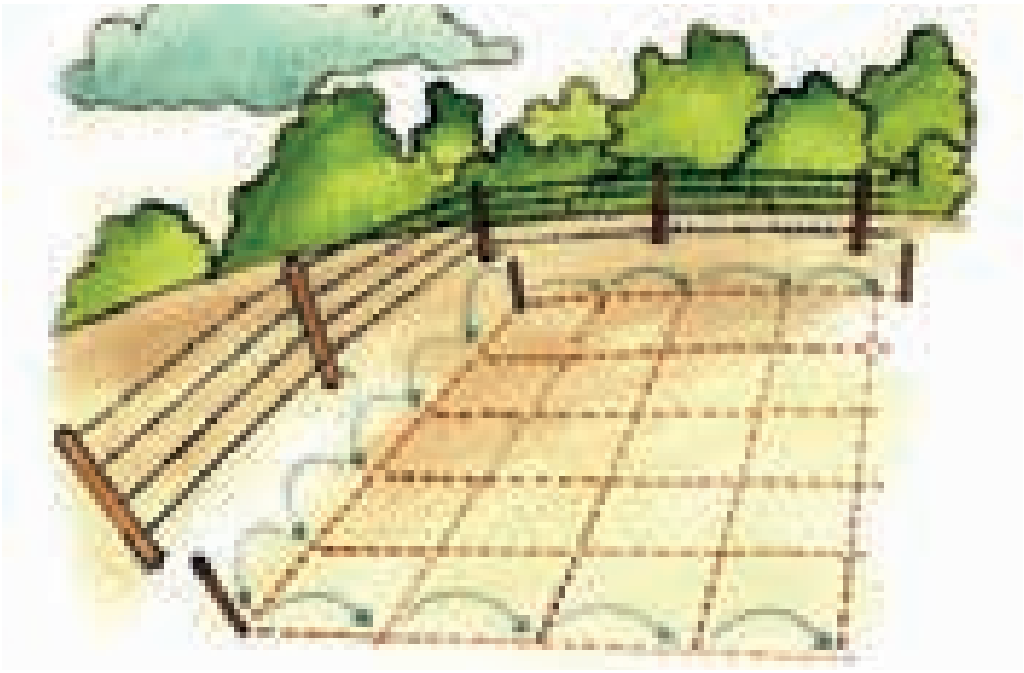


Figura 85. Movimiento de hilos.

- Es importante considerar que las hileras deberán seguir las curvas de nivel del terreno por lo que en ocasiones las hileras se juntarán, en este caso se decidirá por la hilera que esta aguas arriba y se eliminará la hilera de aguas abajo que se junta y donde el distanciamiento es menor al recomendado y dar continuidad a la siguiente hilera.

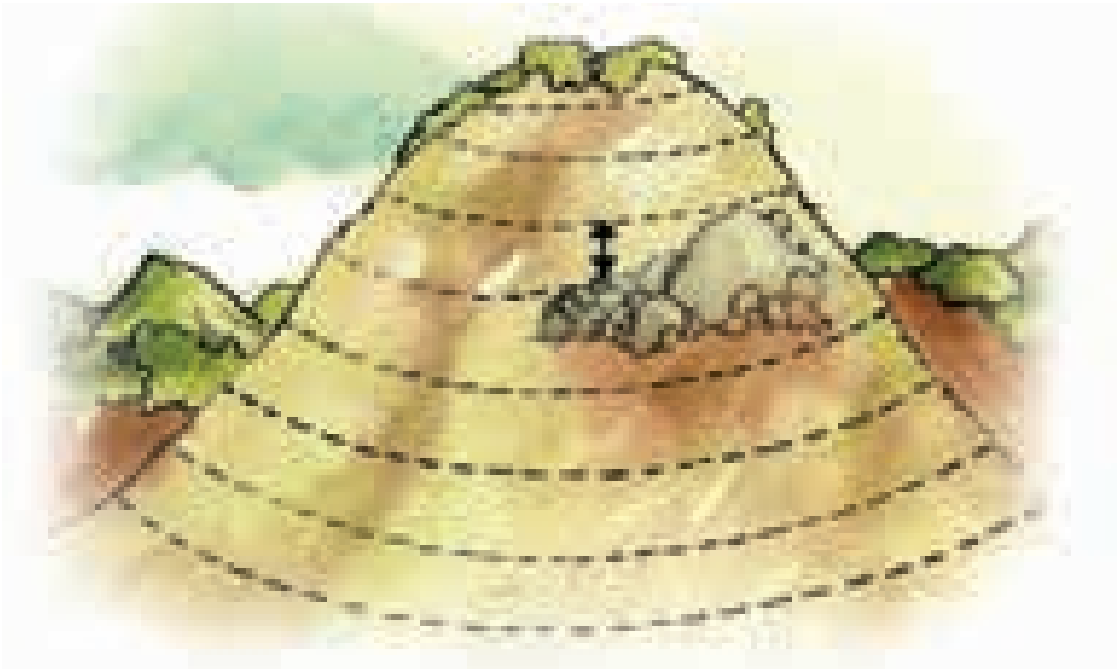


Figura 86. Empalme de curvas de nivel.

Otro método de cómo trazar una hilera recta a partir de un triángulo rectángulo: En una cuerda de 12 metros hacer una marca a los 4 y 7 metros. Unir los extremos de la cuerda y estirar la cuerda de la unión y las marcas hasta quedar tensa. Con esto se forma un triángulo con lados que miden 3, 4 y 5 metros. En el ángulo que se forma entre el lado 3 y 4 forman el ángulo recto que se coloca en el punto donde se quiere comenzar la hilera, el lado de 4 metros nos dará la dirección de la hilera y el lado de 3 metros el espaciamiento entre hileras.

## Sistema de balizas o varas:

- Las balizas deben de tener las medidas de acuerdo a la densidad de cada tipo de ecosistema y corresponderá a la distancia entre hileras y entre plantas.



Figura 87. Marcando distanciamiento entre hileras.

- Desde una de las esquinas y al margen de la obra de suelo se tiende la primer baliza sobre el terreno para determinar el distanciamiento entre plantas y enseguida se tiende la segunda baliza de forma perpendicular para determinar el distanciamiento entre hileras, en el extremo contrario de cada una se realiza el marcado con estacas, o se procede a realizar la apertura de la cepa.

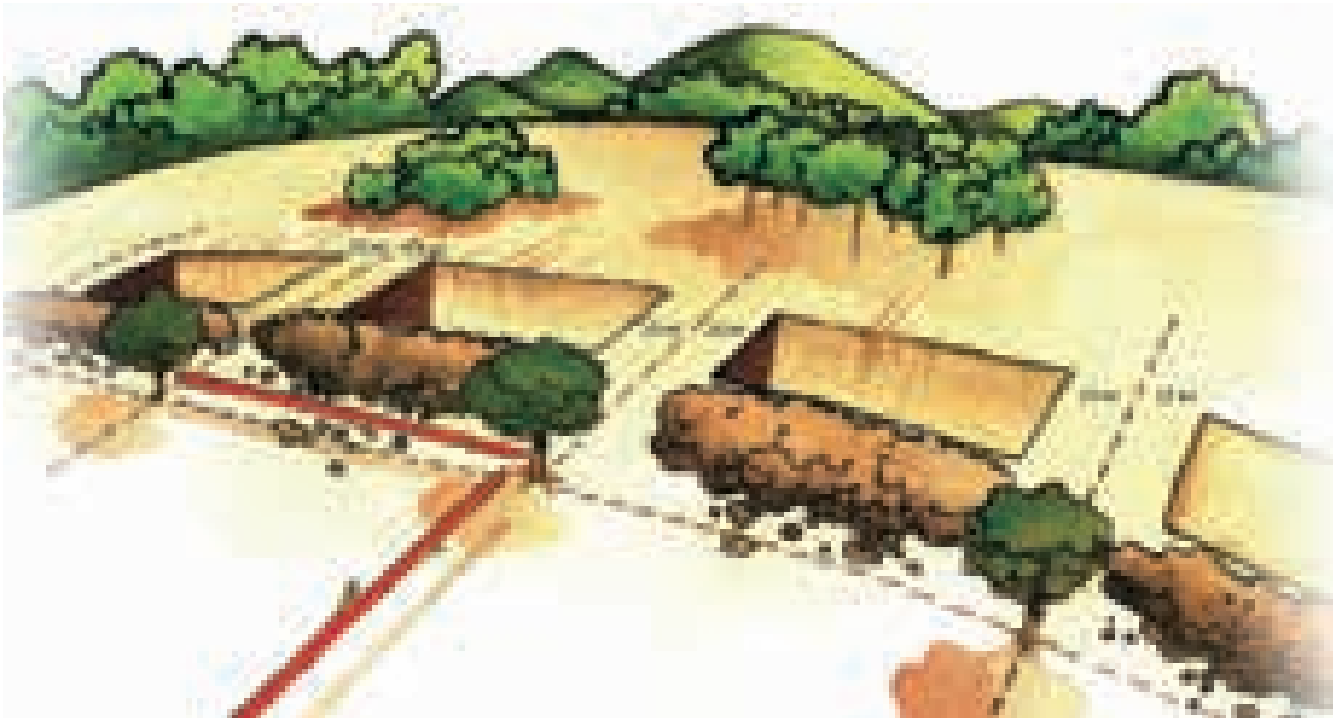


Figura 88. Balizas indicando la posición de las plantas e hileras.

- Después del primer marcado del punto se continúa tendiendo las balizas sobre el terreno para determinar el total de puntos de forma lineal hasta abarcar la totalidad del área propuesta a reforestar.

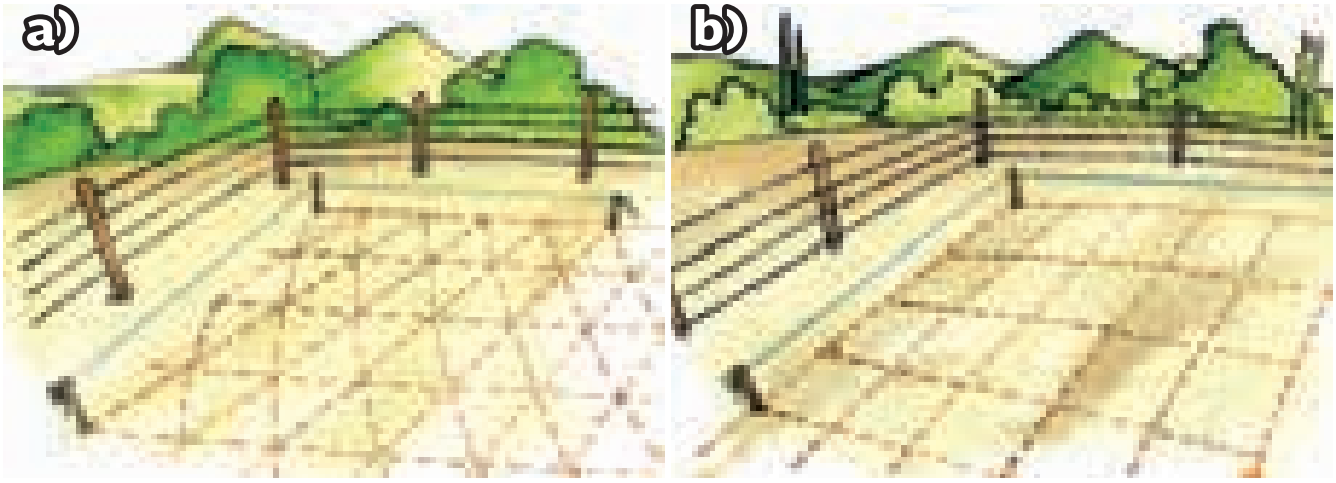


Figura 89. Marcaje total del terreno: a) tres bolillo y b) marco real.

- Se utilizarán tantas balizas de acuerdo con el número de hileras diseñadas.

**Segundo paso:** para terrenos con pendientes mayores al 20 por ciento se deberá realizar la reforestación en curvas de nivel, con la metodología mencionada en el Manual de Obras y Prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales (uso del aparato "A" o manguera de nivel); el distanciamiento entre líneas y entre plantas será de acuerdo al tipo de ecosistema.

Para el sistema tres bolillo o triangular considerar lo siguiente:

- Para el trazo de la curva de nivel se determina previamente el distanciamiento entre plantas.
- Se tiende sobre toda la curva de nivel un hilo plástico y se sujeta con estacas.


Figura 90. Trazando distancia entre plantas.

- Se mide la distancia entre hileras con un flexómetro, se marcan sobre el hilo con tinta indeleble o con estacas sobre la proyección del punto en el terreno, también puede utilizarse el sistema de balizas.



Figura 91. Trazando distancia entre hileras.

- Para la posición que cierra el triángulo equilátero la distancia entre hileras deberá ser 50 cm menor al distanciamiento normal, es decir si el arreglo es a 3 x 3 metros, la distancia hasta la próxima hilera deberá ser de 2.5 metros.

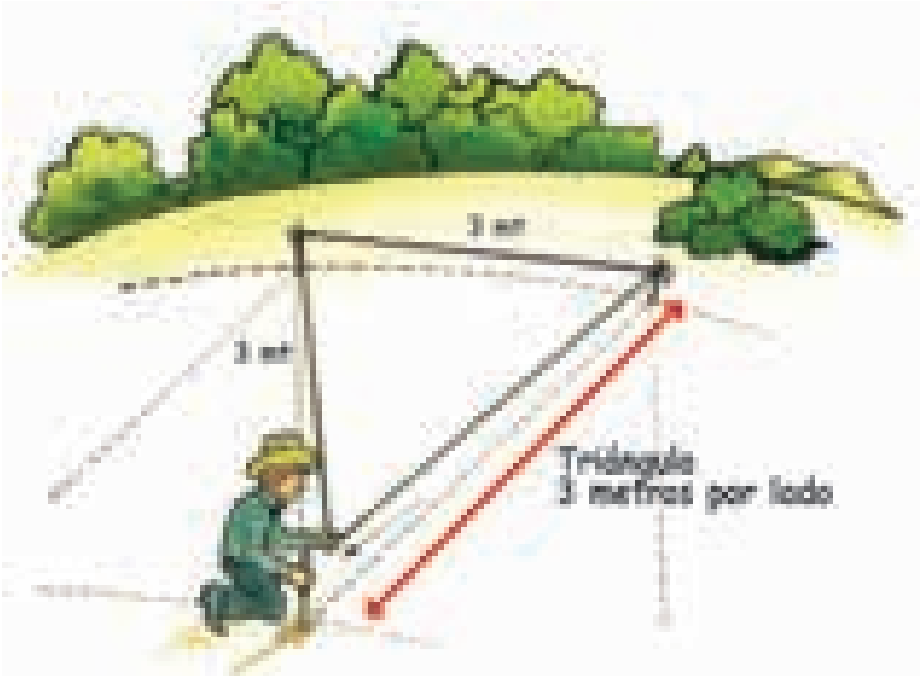



Figura 92. Cerrado del triangulo.

**Tercer paso:** para terreno con pendientes mayor al 20% y con mayor incidencia de obstáculos naturales se recomienda utilizar el diseño irregular, el cual no requiere de líneas definidas entre plantas e hileras, pero no deben quedar en extremo juntas para evitar la competencia entre ellas por espacio, nutrientes y agua, asimismo requiere se respete las densidades por hectárea recomendadas de acuerdo al ecosistema de la especie.



Figura 93. Diseño irregular.

Es importante mencionar que al establecer la reforestación en curvas de nivel es frecuente que las distancias entre curva y curva abra o cierre, por lo que debe tomar en cuenta para cumplir con la densidad.

Cuadro 10. Herramientas a emplear para el trazado.

| Herramientas y materiales | características |
|---|---|
| Escuadra metálica | Tipo herrero de 12” |
| Flexómetro | Tipo carrete, 50 mt. |
| Martillo | Tipo bola 3.5 Lbs. |
| Machete | Tipo estándar 16” |
| Aparato “A”, caballete, nivel de manguera. | De acuerdo al Manual de Obras y Prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales. |
| Hilo plástico | Tipo agrícola, en rollo, color blanco o amarillo. |
| Estacas | 30 cm largo, +/- 3/4” diámetro, de madera o metal, cantidad: las necesarias. |
| Balizas de madera | Largo según determinación del distanciamiento entre plantas y entre hileras, diámetro: +/- 1”, cantidad: las necesarias. |

## 2.5 Tipo de cepa

El tipo de cepa a emplear depende del sistema de producción de planta empleado en el vivero, el grado de degradación del suelo, su textura, nivel de pedregosidad, profundidad y pendiente del terreno.

Para ello, la cepa se clasifica en:

- Cepa común: consiste en hacer una apertura en el suelo de forma cúbica o cilíndrica. Este tipo de cepa se emplea para planta producida en bolsa de polietileno, aunque puede usarse para planta en contenedores. Las dimensiones de la cepa dependen del tamaño del cepellón, puede ser de forma cúbica o cilíndrica, la tierra deberá cubrir totalmente el cepellón (raíz), y la parte aérea (tallo-follaje) deberá quedar libre. La planta de debe colorarse en forma vertical.

**Primer paso:** para planta producida en bolsa de polietileno o charola las dimensiones de la cepa son 20 centímetros de ancho x 20 centímetros de largo x 30 centímetros de profundidad.



Figura 94. Conformando la cepa común.

**Segundo paso:** conforme se le va dando forma a las paredes de la cepa se depositará un lado de la cepa la tierra de los primera mitad (es la tierra más fértil) y en el otro lado, la tierra de la otra mitad al otro lado.

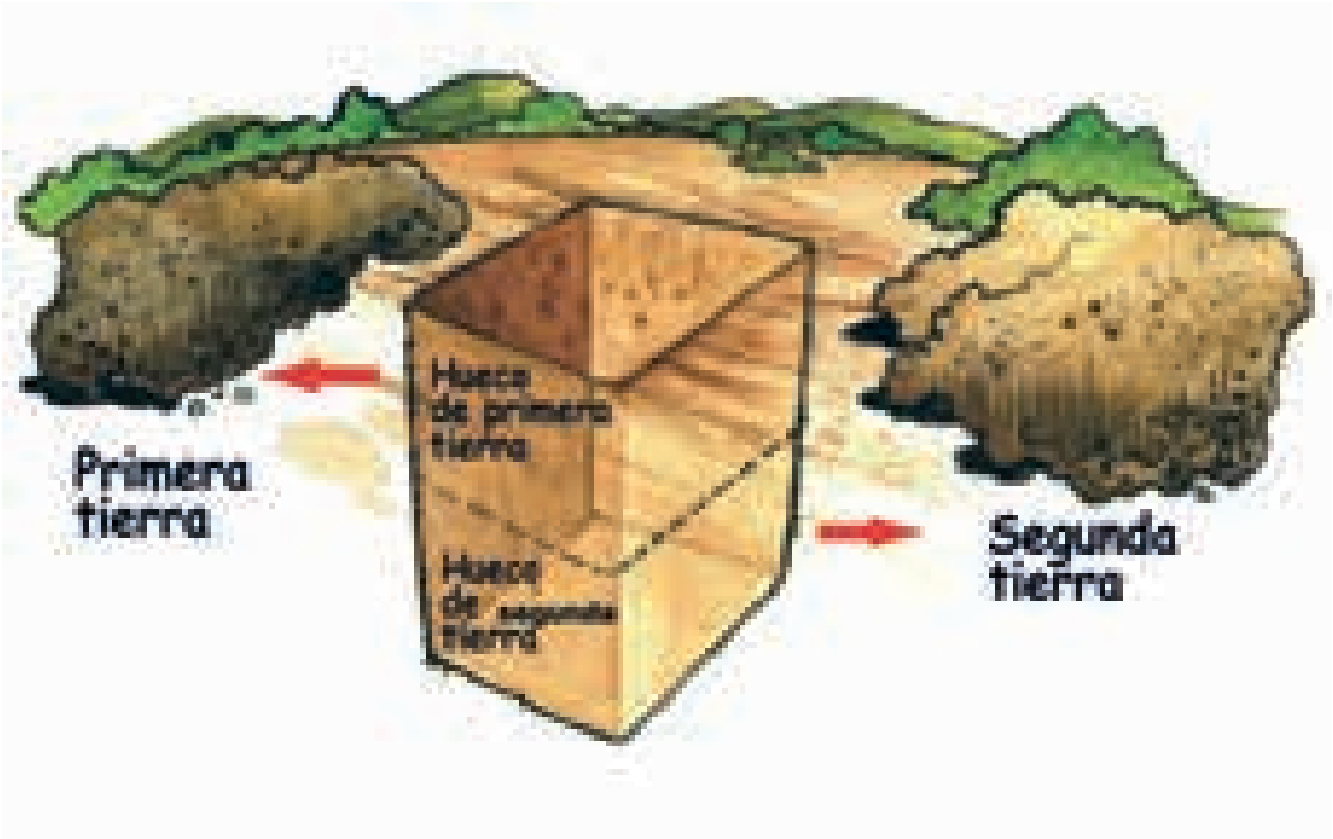



Figura 95. Separación de las capas de tierra.

- Cepa a golpe o pico de pala: Consiste en seleccionar una herramienta con la que al dar un solo golpe al suelo (o más, si es necesario) se haga un hoyo o apertura lo suficientemente grande para colocar el cepellón de la planta sin quedar apretado o con las raíces dobladas. Esta técnica se utiliza de preferencia para planta producida en contenedores y el método es aplicable en aquellos terrenos que tengan suelos profundos y ricos en materia orgánica, no pedregosos y donde hubo previamente una preparación del suelo.

**Primer paso:** Sobre el punto marcado previamente en el terreno se apertura un espacio con el golpe de una pala recta, pala plantadora o pico.

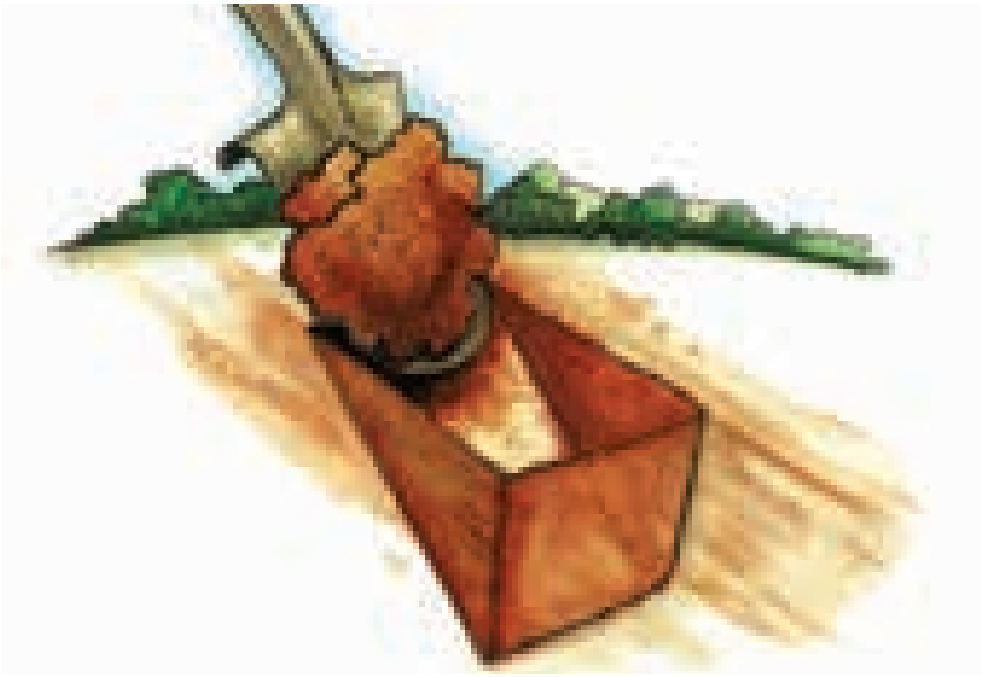


Figura 96. Conformando la cepa a golpe de pala o pico.

**Segundo paso:** aunque no tiene una dimensión bien definida, el espacio debe ser suficiente para colocar la raíz de la planta. (Alrededor de 20 centímetros de diámetro por 20 centímetros de profundidad).



Figura 97. Dimensiones de la cepa.

Se deberá entender como apertura de cepa al hoyo en el suelo donde se colocará el cepellón, estrato o raíz para que se desarrolle la planta.

## 2.6 Plantación

Para realizar la plantación considerar los siguientes pasos:

**Primer paso:** Dependiendo del embalaje utilizado será el tratamiento de la planta:
Paquetes: Se retira el plástico del cepellón, cuidando la integridad de las raíces.

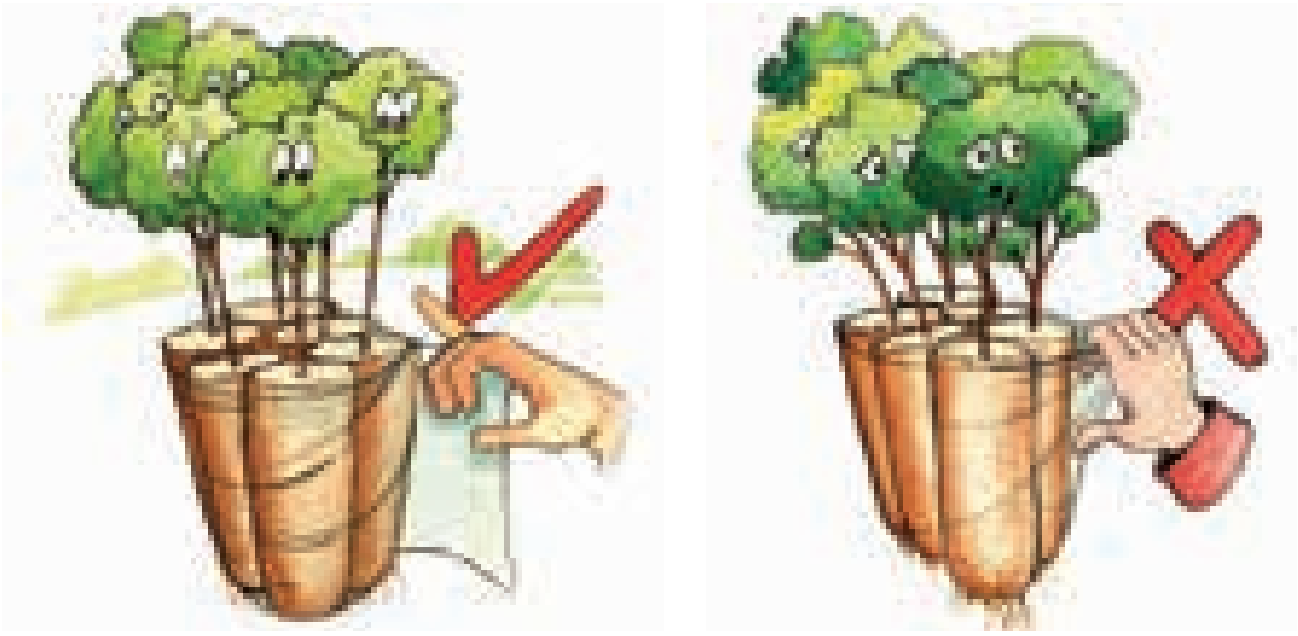


Figura 98. Forma de retirar el plástico adherente.

- Cajas de madera, cartón o plástico: se extrae de las mismas con sumo cuidado, siguiendo el orden de las capas de planta en el interior.




Figura 99. Se extrae de acuerdo a las capas de planta empaquetada.

- Contenedor o tubete: Se extrae del mismo dando ligeros golpes al contenedor o tubete para separar el cepellón de la pared de la cavidad.



Figura 100. Golpes ligeros a la charola para separar el cepellón de la cavidad.



Figura 101. No Golpear la charola con objetos contundentes, ni introducir objetos por las aberturas inferiores de las cavidades.

- Una vez realizada la cepa, inmediatamente retirar la planta del contenedor y plantar, la finalidad es que el cepellón no esté expuesto al aire por periodos largos y evitar la evaporación de la humedad contenida.



Figura 102. Establecer la planta inmediatamente después de desempacada.

**Segundo paso:** colocación de la planta:

- Cepa común: momentos antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes; en el caso de la cepa común la planta se coloca al centro.

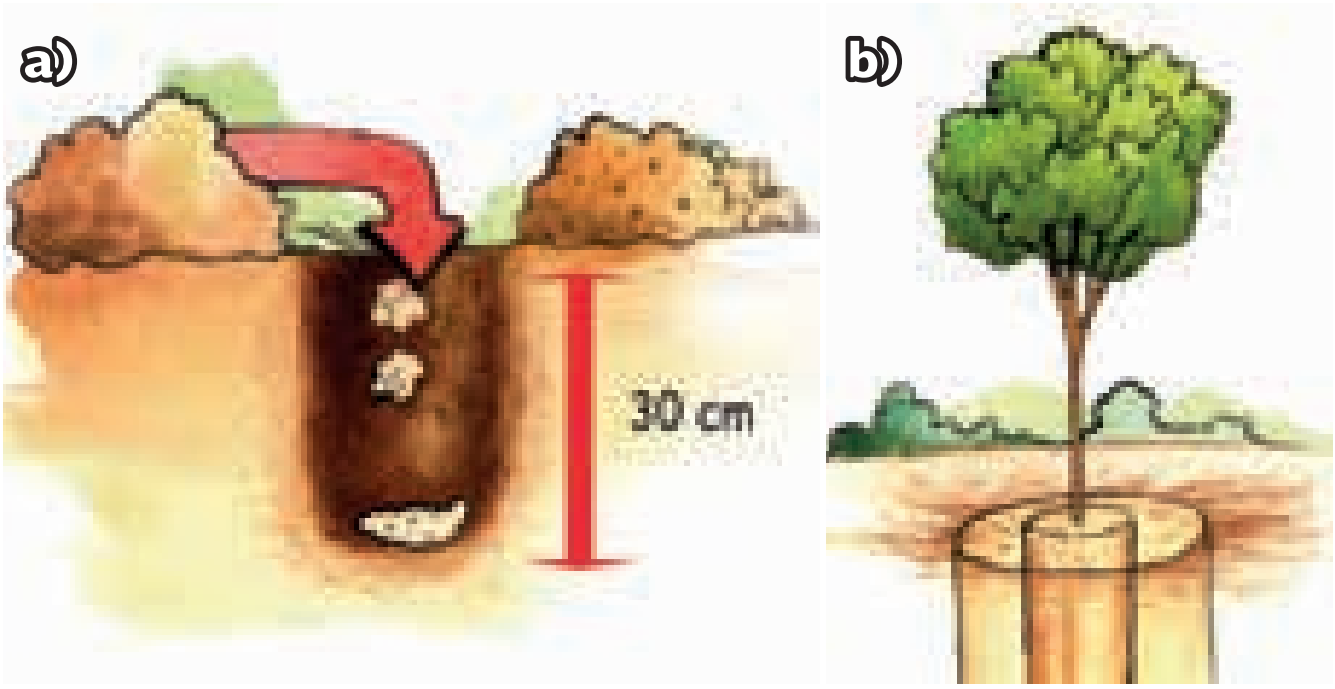



Figura 103. a) Muestra del rellenado de la cepa y b) colocación de la planta al centro.

- Golpe de pala o pico: se coloca de forma vertical en la parte más profunda, procurando de que el diámetro de la apertura y profundidad permita una entrada "limpia" del cepellón.

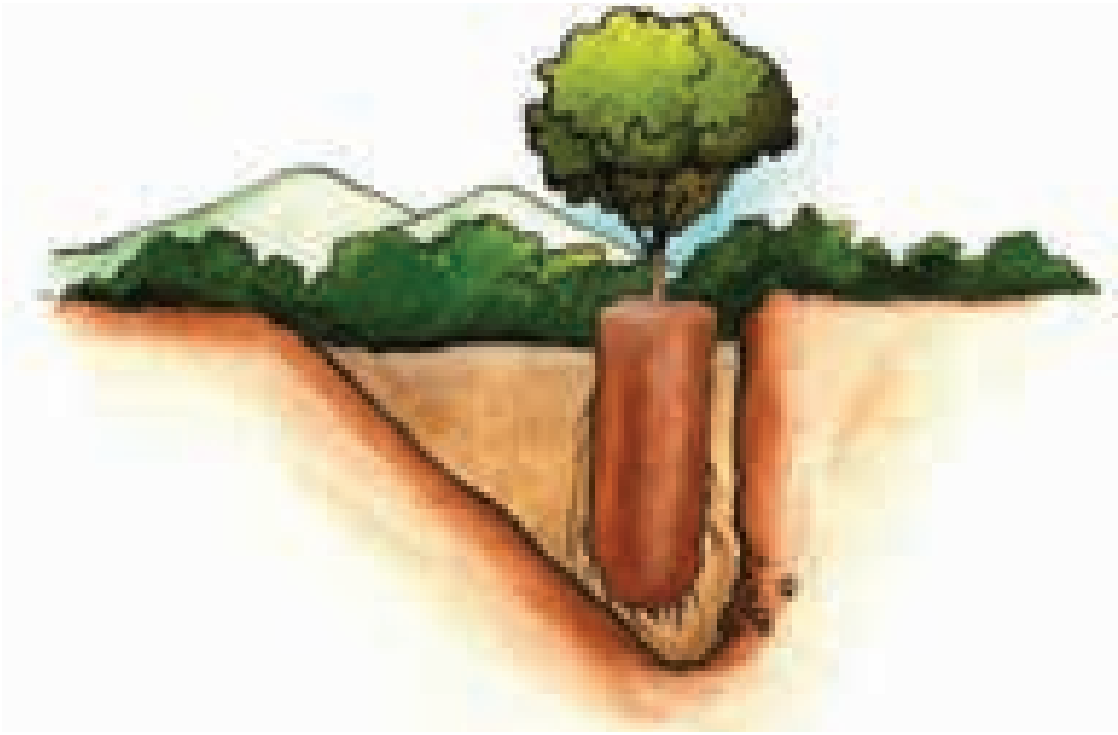


Figura 104. Colocación de la planta en la cepa a golpe de pala.

**Tercer paso:** el relleno de la cepa se realiza de la siguiente manera:

- Cepa común y golpe de pala o pico: después de haber colocado la planta y la tierra superficial, se rellena con la tierra más profunda.

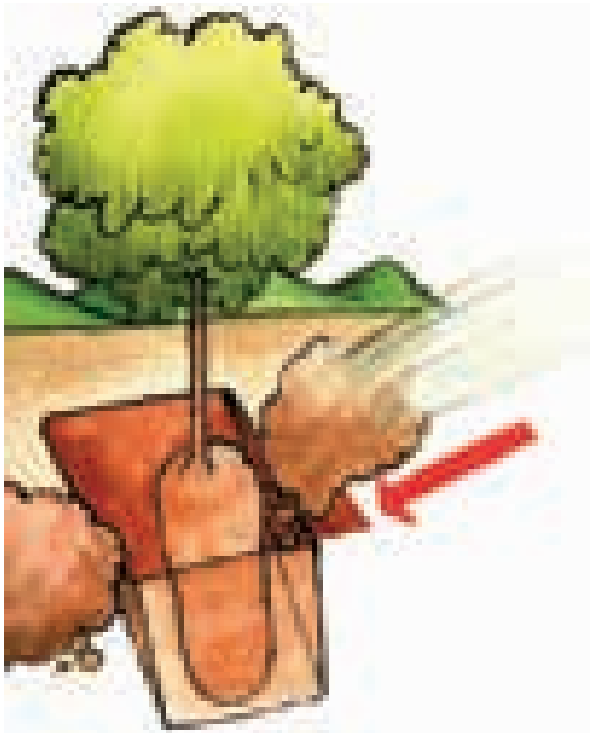


Figura 105. Forma de rellenar la cepa común.

- Finalmente hacer un pequeño "estirón" para que no quede doblada algunas raíces.



Figura 106. Una vez plantada se le realiza un jalón ligero.

**Cuarto paso:** apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa, es decir compactar la tierra con la que se rellenó la cepa para evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su retiro del vivero hasta la plantación está sujeta a estrés por el traslado.



Figura 107. Apisonamiento del suelo circundante después de plantar.

## Observaciones:

- Previo a la plantación, si es planta producida en bolsa se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria (cuando se observa que las raíces ha sobrepasado el plástico de la bosa), recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se realiza la poda de 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.

- Para el manejo de la planta producida en charola de poliestireno, tubetes o a raíz desnuda se debe de sujetar de la base del tallo (área entre el límite superior del cepellón y comienzo del tallo), la planta de bolsa de polietileno se sujeta del cepellón.

- La planta debe quedar plantada en la cepa con la base del tallo a ras del suelo, ni por encima ni por debajo

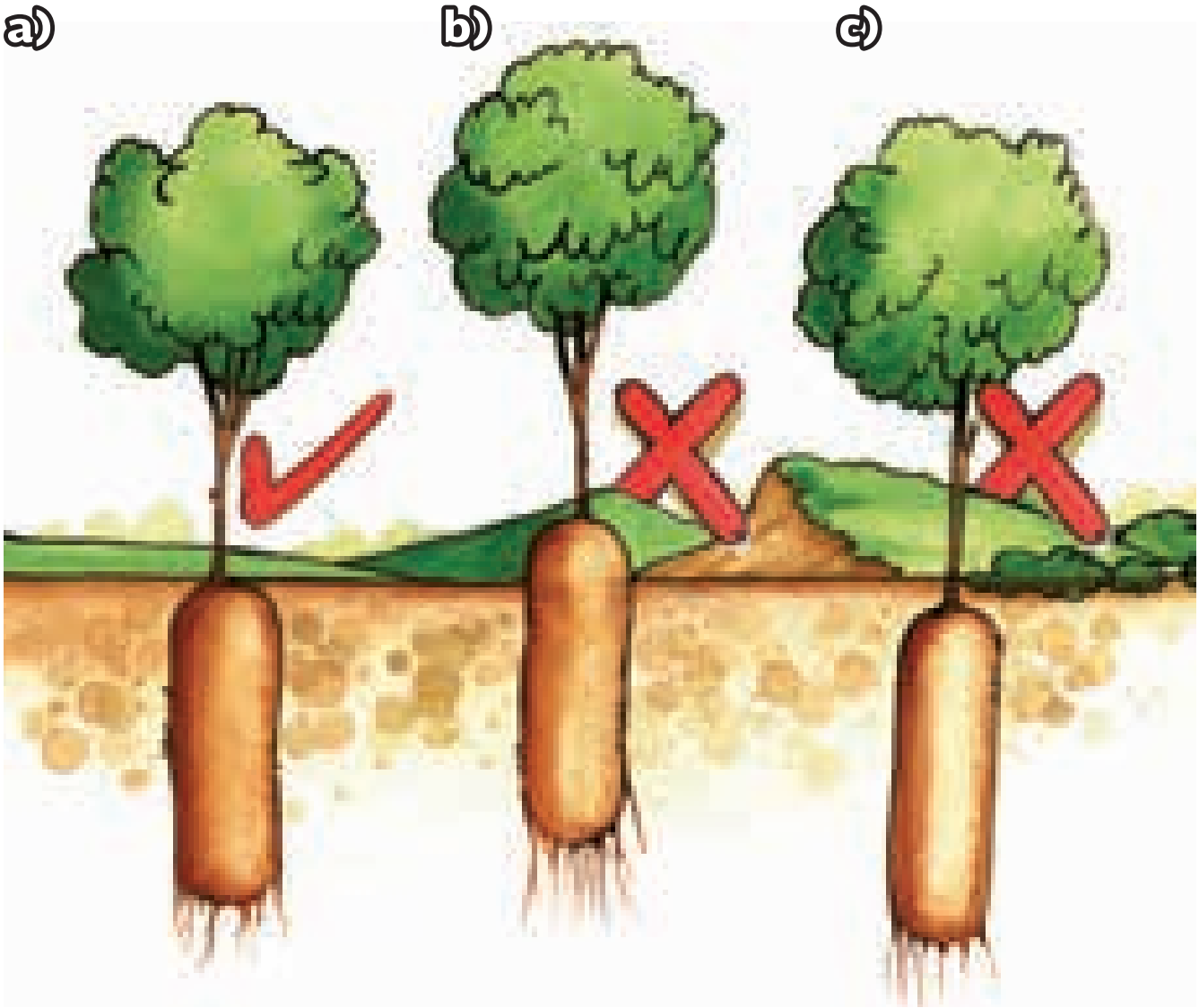



Figura 108. Establecimiento: a) correcto, cuello del tallo a nivel, b) incorrecto por encima del nivel y c) incorrecto por debajo del nivel del suelo.

- En todos los casos deshacer bien los terrones para que el cepellón quede bien cubierto con la tierra.

## 2.7 Apertura del cajete

Para incrementar la captación de agua y con ello tener mayor disponibilidad de humedad se apertura un cajete circundante a la planta, mismo que proporciona la infiltración de nutrientes al descompactar el suelo circundante, como a continuación se indica:

**Primer paso:** en el área circundante a la planta se debe de remover el pasto y suelo con la ayuda de una pala recta, tarpala o azadón creando un círculo de 100 cm de diámetro de forma cóncava (como un disco de arado).



Figura 109. Apertura del cajete, descompactar el suelo circundante a la cepa.

**Segundo paso:** los rastrojos de maleza deben quedar por fuera del cajete, la tierra removida debe llevarse a la base del tallo para "arroparlo" (nunca compactarlo), sin que esto signifique taparlo en demasía, con el fin de evitar la exposición prolongada del tallo a la humedad o ataque de insectos nocivos.



Figura 110. Arrope a la planta.

**Tercer paso:** parte de la tierra removida hacia las orillas se utiliza para formar un bordo circundante al cajete, con el fin de evitar el derrame del agua captada.



Figura 111. Formación de bordo.

## Observaciones:

Las dimensiones del cajete pueden variar de acuerdo a las características de suelo, como la textura, profundidad, grado de pedregosidad y pendiente, así como la disposición de la planta en las obras y prácticas de suelos. Sin embargo, la dimensión ideal es de 50 centímetros de diámetro, pero en un terreno con suelo pobre el cajete puede tener mayores dimensiones.

Cuadro 11. Herramienta para realizar cajetes.

| Herramientas y materiales |
|---|
| Pala recta |
| Tarpala |
| Zapapico |

## 2.8 Cuidados post plantación

Es recomendable que después de realizar la plantación, se realicen actividades de apoyo para reducir el estrés post plantación, debido a que las raíces están en proceso de arraigarse al suelo del sitio.

Estas actividades pueden ser:

- Riego de auxilio: preferentemente se realiza muy temprano por la mañana o atardeciendo, dependiendo de la distancia hasta el punto más cercano de abastecimiento de agua, se puede realizar:

- Con el uso de motobomba y  mangueras: cuando se cuenta con un afluente o cuerpo de agua cercano al predio a restaurar.



Figura 112. Riego con motobomba y manguera.

- Tipo manual con el uso de tambos, cubetas y regaderas de jardinería; para trasportar los recipientes se utiliza un remolque tirado por tracción mecánica o animal.



Figura 113. Riego manual asistido con regadera.

- Tipo goteo: se utilizan envases plásticos (tipo refresco) colocados de forma vertical (uno por planta) con la boca hacia abajo y con una pequeña perforación en la parte superior e inferior (tapa) para que el agua gotee intermitentemente, el envase se sujeta de un tutor de madera o metal y se entierra a un costado de la planta para que el agua fluya hacia el cajete. Los envases deben recargarse frecuentemente.




Figura 114. Riego artesanal con envases.

- Colocación de tutores: para aquellas especies que son muy susceptibles a sufrir estrés mientras se adaptan al sitio, puede colocarse tutores individuales de madera o metal para que mantengan la vertical y con ello evitar el desgaje del tallo y ramas u otros daños que podrían ocasionar la incidencia de plagas y/o enfermedades.



Figura 115. Tutores temporales.

**Observaciones**:
Estas actividades de post plantación son recomendadas para aquellos sitios donde el periodo óptimo de plantación es reducido o presentan variaciones climáticas durante el temporal, como el caso de los llamados periodos caniculares.

Una vez realizadas las actividades de restauración en el predio es importante realizar recorridos de supervisión por el predio de forma periódica con el fin de tomar acción por eventualidades que se pudieran presentar tales como introducción de ganado, incendios, plagas, enfermedades, entre otros. Lo anterior con el fin de tomar acciones inmediatas.

# Capítulo III. Mantenimiento de zonas restauradas

## 3.1 Importancia del mantenimiento

Se realizan acciones de mantenimiento al menos en el primer año con el fin de garantizar que las obras de conservación y restauración de suelos, así como la sobrevivencia de las reforestaciones, continúen cumpliendo con la función para las que fueron realizadas.

## 3.2 Mantenimiento de obras o prácticas de conservación y restauración del suelo

El mantenimiento de las obras de suelo se aplicará solo a obras en laderas, y las actividades a realizar son: conformación y compactación de bordos, o reconstrucción de barreras, reposición de plantas en barreras vivas u otros.



Figura 116. Necesidad de mantenimiento a las obras y prácticas de suelos.

Para los beneficiarios del Programa Nacional Forestal le recomendamos consultar los criterios técnicos para la ejecución de estas actividades.

### 3.3 Mantenimiento a la reforestación

Se realizan una serie de actividades como la reposición obligatoria de planta muerta hasta un 40% respecto a la densidad inicial, la rehabilitación de cajetes, el control de maleza y/o mantenimiento de brechas cortafuego.



Figura 117. Necesidad de mantenimiento a la reforestación.

#### 3.3.1 Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad previamente definida para la plantación, es necesario reponer las plantas muertas, se recomienda que la reforestación deba tener al menos el 50% de sobrevivencia y que tengan máximo un año de edad.

**Primer paso:** localizar las líneas de plantación y ubicar las cepas donde presente evidencias de planta muerta (rastros de tallo, follaje o raíces).



Figura 118. Localización de líneas y cepas con planta muerta.

**Segundo paso:** marcar con estacas las cepas con planta muerta y realizar un censo (conteo) para saber cuánta hace falta reponer.



Figura 119. Marcaje de cepas con planta muerta.

**Tercer paso:** Una vez cuantificada la pérdida y que ésta no sea mayor al 50%, puede acudir a la Gerencia Estatal de la CONAFOR en su entidad y solicitar orientación para acceder a la dotación de planta, pudiendo ser a través del PRONAFOR, el cual otorga apoyos económicos y en especie para la realización del mantenimiento a las reforestaciones realizadas en el ciclo anterior, previa solicitud, entrega de requisitos y aprobación.



Figura 120. Establecimiento de planta para reposición.

### 3.3.2 Rehabilitación de cajetes

Después del primer año de establecida la reforestación, es necesario realizar la rehabilitación del cajete con el fin de restablecer sus funciones de captación de agua, puesto que pudo haber sufrido deslaves en sus bordos o compactación, así como asolvamiento de sedimentos arrastrados por las lluvias.



Figura 121. Limpieza y descompactación del suelo del cajete.

Esta rehabilitación se recomienda realizarla antes del periodo de lluvias de su entidad. Para su realización se debe seguir los pasos marcados en el inciso 2.7 Apertura del cajete.

### 3.3.3 Control de malezas

Es recomendable realizar el control de maleza en la plantación, que consiste en eliminar toda la vegetación herbácea y arbustiva indeseable, que al competir por luz, nutrientes o agua, limite el desarrollo de las plantas de la reforestación.

De acuerdo al uso de equipo y herramientas se clasifica en:

- Control manual: se utilizan machetes, sus características dependerán del tipo y grado de incidencia de las malezas, cabe mencionar que para realizar esta actividad se requiere de mano de obra, por lo que a mayor superficie, mayor será el requerimiento de estos.



Figura 122. Chapeo manual con machetes.

- Control mecánico: se utilizan equipos especializados tales como desmalezadoras de mano (motorizadas) y desbrozadoras de tractor. Esta actividad requiere de menor mano de obra pero a cambio genera consumo de combustible y depende de la disponibilidad de maquinaria.



Figura 123. Control mecánico con desbrozadora de mano.

- Control químico: este método es de uso reservado, debido a que requiere de la aspersión de agroquímicos que pueden ser dañinos al suelo y al medio ambiente.

En el marcado existe actualmente productos con ingredientes biodegradables, asimismo, existe una gran variedad de herbicidas químicos para el control de malezas, según las especies, grado de incidencia y tipo de cultivo; se requiere la asesoría de un técnico para su aplicación. Requiere el uso de bombas aspersoras, recipientes para realizar la dilución con agua, equipo de protección para la persona que aplica el producto y utilización de mano de obra que conozca de su aplicación.

Este tipo de control se debe realizar de forma local para reducir riesgos y costo, así como utilizar los implementos de protección necesarios para evitar intoxicación de las personas, con respecto a la protección de la planta reforestada existe un implemento llamado aplicador de campana que evita cualquier daño. Se recomienda realizar estos trabajos por la mañana o por la tarde, evitando las horas con mayor temperatura y viento.

### 3.3.4 Tipo de control de malezas

De acuerdo al método empleado se clasifica en:

- Control total: requiere la localización y marqueo de las cepas con planta para excluirlas y proceder a la eliminación de toda la maleza existente en el predio reforestado.




Figura 124. Localización: a) marqueo de planta y b) eliminación total de la maleza en el predio.

- Control en banda: requiere primeramente la localización de las líneas de plantación para posteriormente realizar el control sobre la superficie ocupada por la línea; cabe mencionar que es necesario marcar con estacas el inicio y término de cada línea con el fin de evitar daños involuntarios a las plantas.

- Control focalizado: requiere de la localización y marqueo con estacas de cada una de las cepas con planta para realizar la eliminación de la maleza en el cajete.

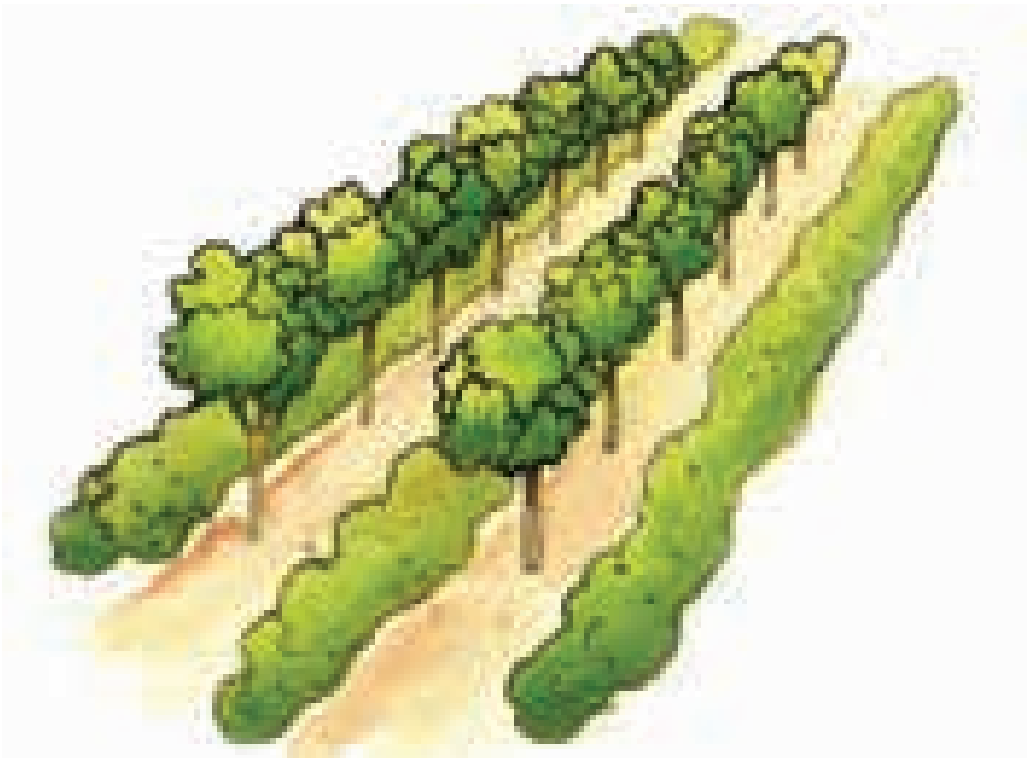


Figura 125. Eliminación de la maleza en las líneas de plantación.



Figura 126. Eliminación de malezas en la brecha.

Para zonas con alto índice de evaporación y temperaturas extremas la maleza removida en forma manual o mecánica puede ser utilizada como arrope a la cepa para guardar humedad en el suelo.

### 3.3.5 Rehabilitación de la brecha cortafuego

Es importante rehabilitarlas al menos una vez al 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 cortafuego haya sido cubierta en su totalidad, se recomienda seguir los pasos que se mencionan en el inciso 2.2.2 Apertura de brecha cortafuego. Para las regiones con ecosistema tropical, y de ser posible, realizar esta actividad dos veces al año ya que la vegetación herbácea (en especial pastos) se regenera muy rápidamente.



Figura 127. Eliminación de malezas en la brecha.

## 3.4 Actividades complementarias al mantenimiento

### 3.4.1 Fertilización

La fertilización de las reforestaciones es importante ya que ayuda a incrementar el desarrollo de los árboles, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades, sobre todo en el primer año de su establecimiento, debido principalmente a que la restauración se realiza en terrenos con algún nivel de degradación lo que implica disminución en sus nutrimentos.

La fertilización puede realizarse utilizando dos fuentes:

- Orgánico o naturales: los abonos orgánicos son una fuente natural de devolverle fertilidad al terreno, donde se llevará a cabo la plantación; tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos orgánicos naturales son inofensivos para el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada, especialmente cuando se trata de superficies de grandes dimensiones.

- Químicos: son productos que contienen uno o varios nutrientes necesarios para la planta, siendo suministrados al suelo de forma artificial. Existen dos tipos de fertilizantes:

    - Químicos solubles: Se disuelven en agua y son absorbidos por la planta rápidamente; sin embargo gran parte del fertilizante no es aprovechado por que penetra a zonas del suelo donde las raíces no pueden alcanzarlo.

    - Lenta liberación: tienen una presentación en sólido como gránulos, los cuales aunque no son absorbidos de inmediato por la planta se disuelven lentamente en agua con forme la planta los va requiriendo.

Para su aplicación sigue las recomendaciones del proveedor del producto y las instrucciones de la etiqueta del fabricante en cuanto a su dosificación y medidas de seguridad.

La mejor época de fertilización es cuando hay humedad en el ambiente, porque la planta toma los nutrientes presentes en el suelo cuando estos están disueltos en agua; por lo que el tiempo de lluvias es una buena época para la aplicación de fertilizantes, ya sea una o dos veces por año.  La aplicación se recomienda por la mañana o al atardecer evitando el sol de mediodía, con objeto de que el fertilizante se quede en el suelo o en la planta y no se pierda por evaporación.

### 3.4.2 Podas

Es el corte de las ramas del tronco, mediante un corte completo y limpio, con el uso de las herramientas adecuadas. El principal objetivo de la poda es evitar la formación de nudos muertos, y reducir y concentrar los nudos vivos en una parte específica del árbol.

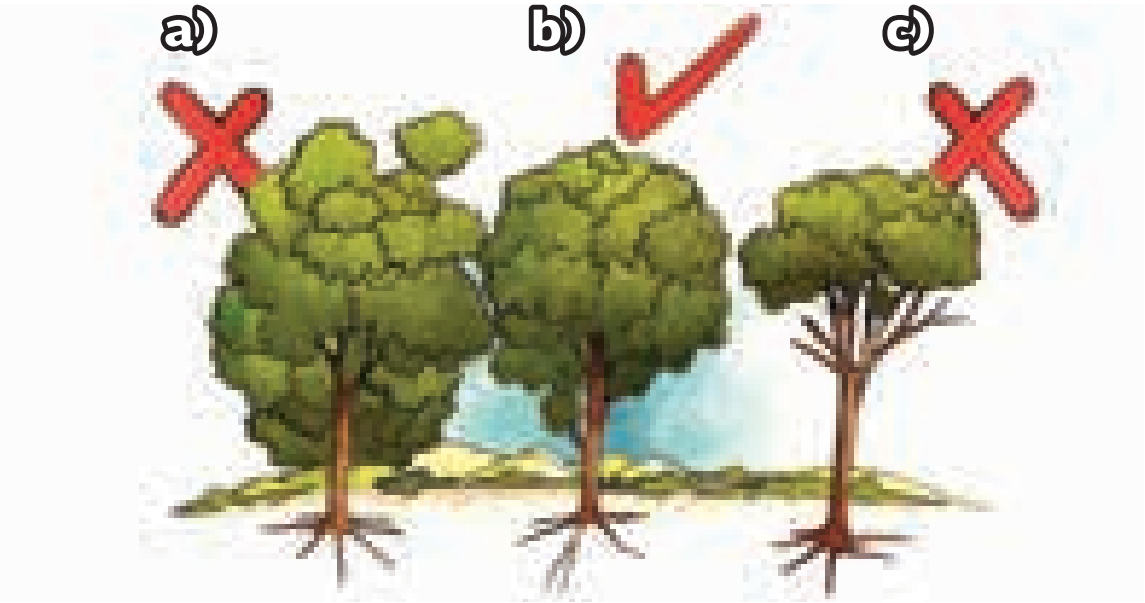



Figura 128. Podas, a) Árbol sin poda, b) correcta y c) excesiva.

Además, la ejecución de esta práctica simplifica otras labores, ya que facilita el acceso y maniobras en actividades de monitoreo, supervisión y mantenimiento; también se reducen los riesgos de incidencia de incendios forestales.

Para su realización se debe considerar:

- Cuando el árbol ha sobrepasado la altura entre 2.5 y 3 metros.
- La mejor época para la aplicación de podas es otoño e invierno, épocas en las que baja el ritmo de crecimiento del árbol.
- En ramas verdes de mayor grosor es aconsejable aplicar la poda al final del invierno.

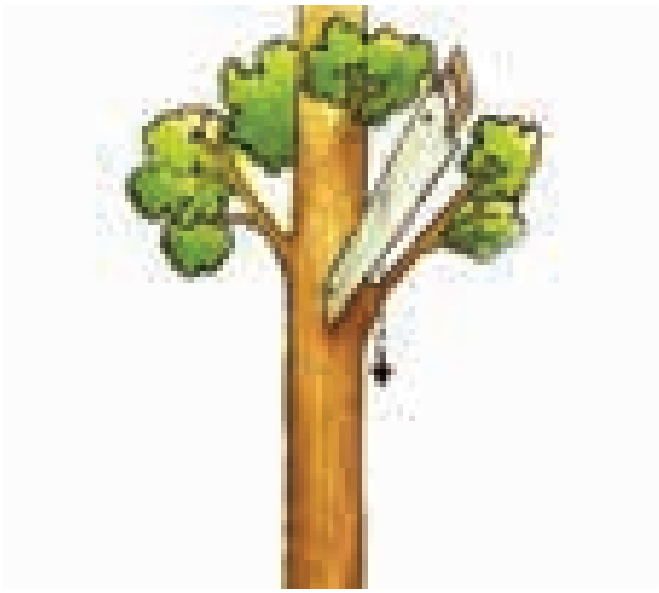


Figura 129. Posición correcta del corte.

### 3.4.3 Aclareos

El remover cierto número de árboles en determinada etapa de desarrollo de la plantación propicia mejores condiciones de crecimiento, sirven también para regular la composición específica de la reforestación, se recomienda que se realice a partir del cuarto año del establecimiento.

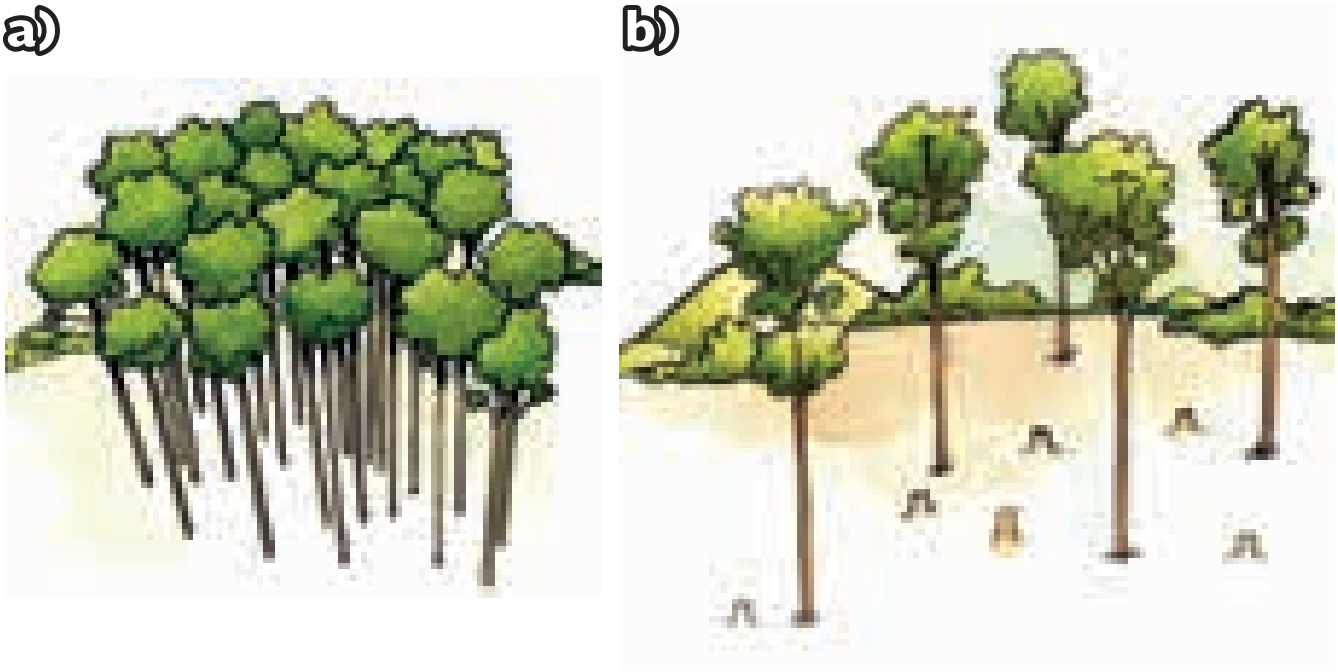



Figura 130. Reforestación: a) sin aclareo y b) con aclareo.

Otros beneficios obtenidos con esta práctica son:

- Acelera el crecimiento en diámetro.
- Aumenta el porcentaje de árboles que alcanzan la madurez.
- Aumenta la penetración de la luz para desarrollar copas más grandes.
- Aumenta las corrientes internas de aire.
- Fomenta el desarrollo de raíces.
- Mantiene la cobertura herbácea para controlar la erosión.
- Seleccionar los mejores árboles o especies para garantizar individuos vigorosos.

Al principio, los árboles tienen espacio suficiente para crecer;  pero, con el tiempo sus copas crecen y se hacen más anchas y cierran el paso a la luz; lo que provoca una competencia muy fuerte entre los mismos, por los nutrientes, agua y luz.

Los árboles más fuertes y mejor desarrollados son los que ganan estos recursos; los otros no logran un buen desarrollo, y por lo tanto, no muestran el vigor y la fortaleza de los dominantes.



Figura 131. Vigor, a) árbol dominante y b) árbol suprimido.

Al realizar el aclareo es conveniente tomar en cuenta lo siguiente:

- Cuáles árboles son los que compiten más por los recursos: agua, luz solar y nutriente.
- La salud de los árboles: si presentan alguna enfermedad o plaga, o si son susceptibles a ellas.
- La condición y calidad del fuste o tronco, tales como bifurcaciones.

### 3.4.4 Control de plagas y enfermedades

Diversos agentes dañinos 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.

- Detección de plagas y enfermedades. Se realiza mediante monitoreo continuo, que implica la realización de recorridos en campo o sitios donde se estableció 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.

En reforestaciones donde se establece una sola especie en áreas compactas generan condiciones favorables para el desarrollo de ciertas plagas. Tal es el caso del Cedro rojo (*Cedrela odorata*) que es atacado por el barrenador (*Hypsipyla grandella*), insecto que barrena los brotes tiernos de la planta, o en el caso de las pináceas que es atacada por el gorgojo descortezador (*Dendroctonus frontalis*) que hace galerías bajo la corteza dañando la madera, por enumerar solo algunos.

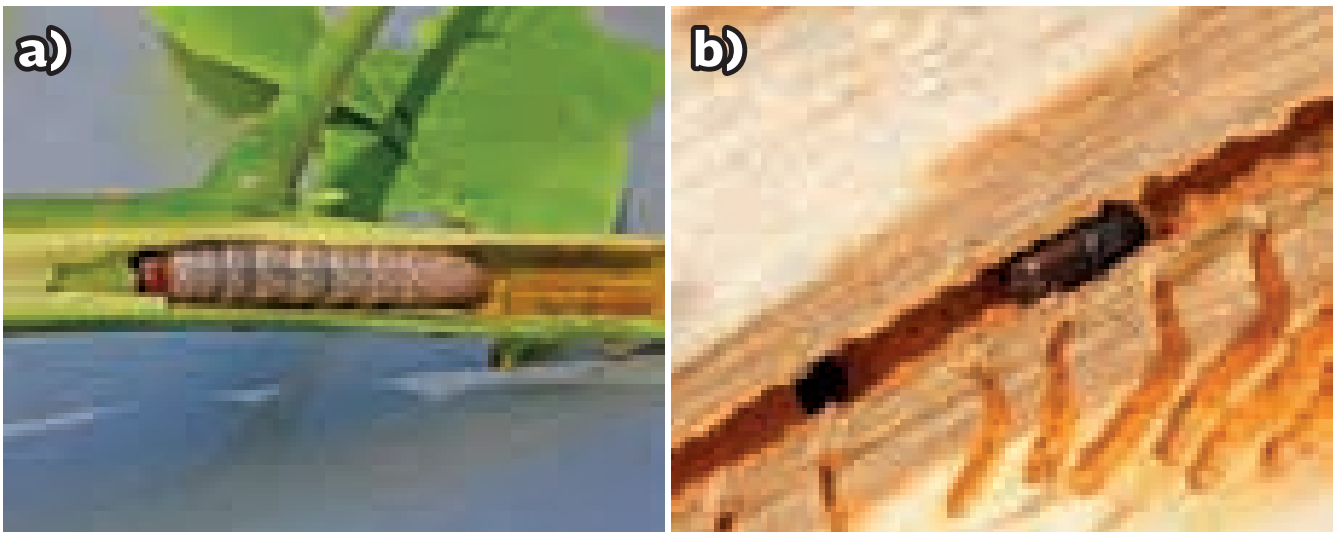


Figura 132. Ejemplos de plagas, a) barrenador de las meliáceas y b) descortezador de las pináceas.

El manejo y control de las plagas o enfermedades se debe realizar en apego al "Manual de Sanidad Forestal" publicado por la Conafor disponible en las Gerencias Estatales o en el sitio http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/sanidad-forestal/

Las acciones a realizar una vez identificado el problema son:

- 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 humano, animal y vehículos en esa área.


Figura 133. Cercado para limitar el acceso.

- Eliminación de hospederos alternos. Se trata de la eliminación de plantas dentro del terreno y sus alrededores que pueden ser hospederos alternos de plagas o enfermedades.



Figura 134. Eliminación de plantas hospederas.

- Zanjas 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.



Figura 135. Zanja de desagüe pluvial.

- 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.



Figura 136. Estado pupal y adulto del descortezador.

- 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 denominan focos de infección debido a su condición. Los árboles derribados y el material secundario (ramas y ramillas) se deben de tratar en el sitio.

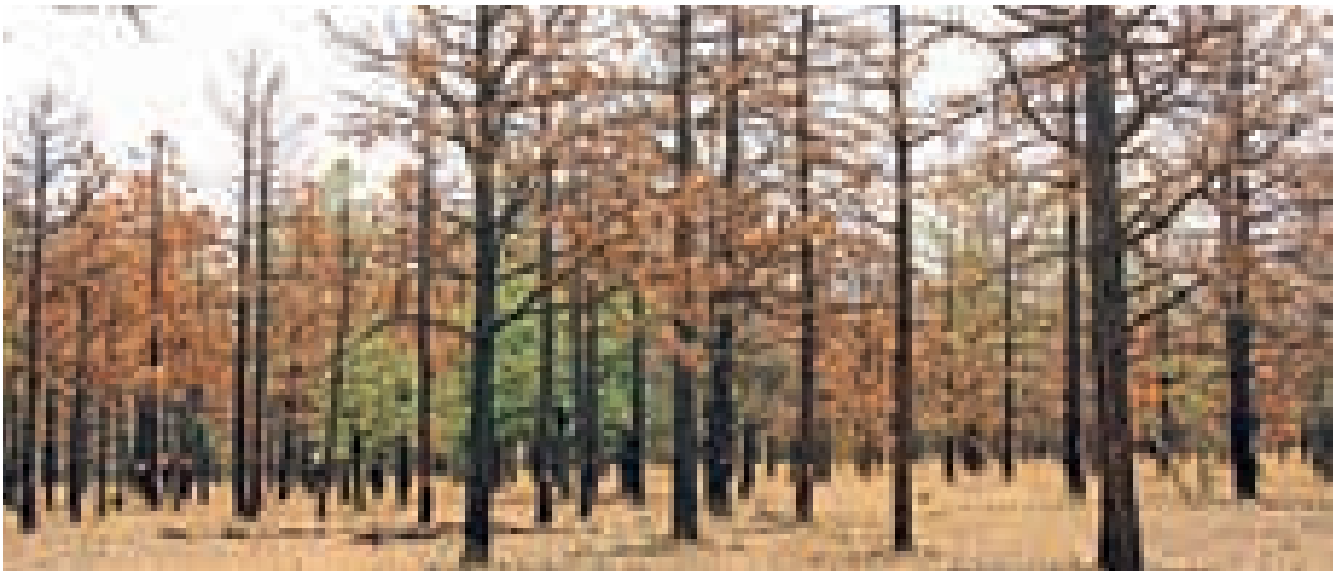


Figura 137. Eliminación de árboles plagados.

- 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.



Figura 138. Poda sanitaria.

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



Figura 139. Realeo sanitario.

# Capítulo IV, reconversión productiva

## 4.1 Sistemas agroforestales

Los Sistemas Agroforestales (Saf) consideran una serie de técnicas que incluyen la combinación, simultánea o secuencial, de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o todos los elementos. Se incluye un conjunto de actividades que implican una combinación de prácticas agropecuarias que se realizan en el mismo lugar y al mismo tiempo (simultáneas), o aquellas desarrolladas en el mismo sitio pero en épocas diferentes (secuenciales).



Figura 140. Sistema agroforestal.

La agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales:

- Diversidad de cultivo
- Con al menos dos especies, una de ellas arbustiva.
- Las especies interactúan biológicamente, realizan el aporte de nutrientes y la retención del suelo.

### 4.2 Actividades conjuntas

Los sistemas agroforestales contemplan tres actividades:

- Realización de obras o prácticas de conservación y restauración de suelo.
- Establecimiento del cultivo agrícola o de cobertera.
- Establecimiento de la Reforestación.

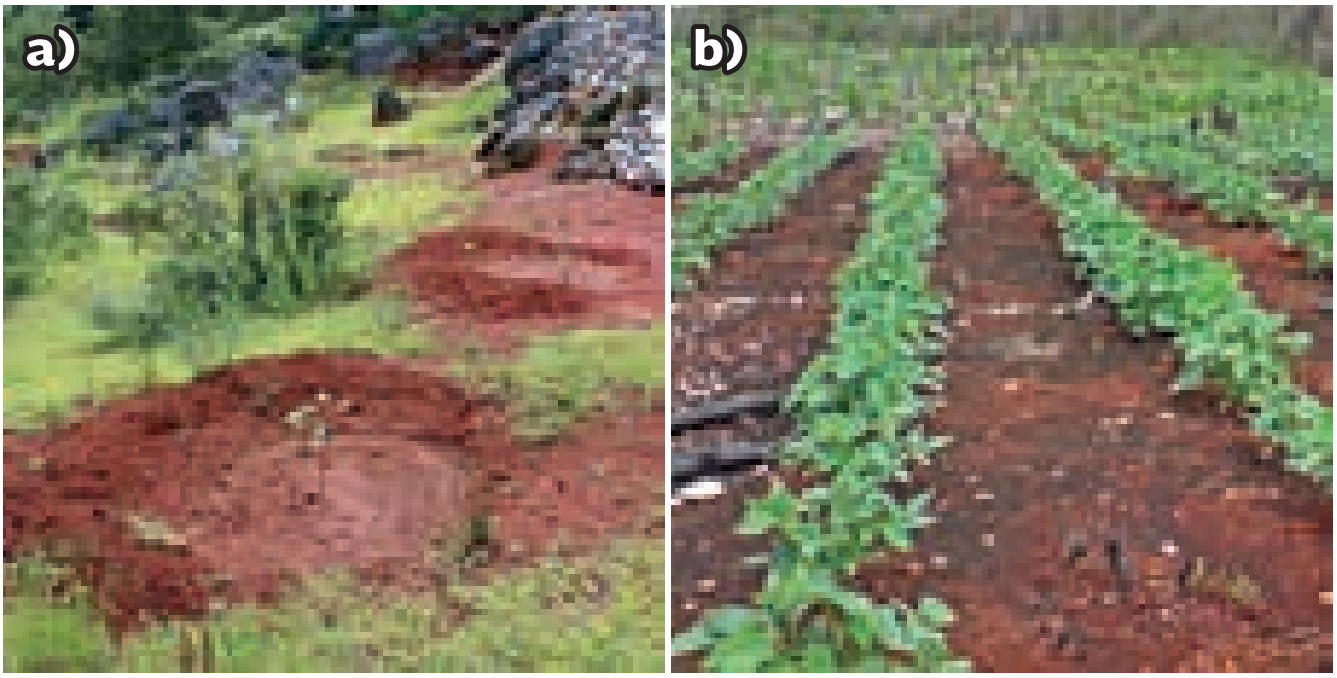



Figura 141. Práctica adicional, a) terrazas individuales y b) cultivo de cobertera.



Figura 142. Especie forestal con cultivo hortícola.

### 4.3 Especificaciones y características

La reforestación debe apegarse a las densidades por hectárea establecidas por la Conafor, citadas en el apartado 1.12 Elección del arreglo de plantación a realizar, así como utilizar planta de especies nativas del sitio a restaurar.

Los criterios técnicos de ejecución se deben consultar en las fichas técnicas para cada entidad federativa publicadas en la página web de la Conafor.

### Anexo 1. Esquema de la restauración forestal



## Anexo 2. Casos exitosos



Estado de Zacatecas.



Estado de Nuevo León.



Estado de México.



Estado de Hidalgo.



Estado de Veracruz.



Estado de Yucatán.

# Glosario

- Conservación de suelos. Conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad.

- Coníferas cespitosas: Tipo de pinos que durante sus 2 primeros años de vida presentan un reducido desarrollo en altura no mayor a 5 cm, con una notable producción de hojas primarias y hojas secundarias (en fascículos) bien desarrolladas y extendidas, tales como el pino Moctezuma, michoacano, entre otros.

- Cobertura de copa: El porcentaje de área ocupada por la proyección vertical hacia el suelo de la copa del árbol.

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

- Degradación de suelos. Proceso de disminución de la capacidad presente o futura de los suelos para sustentar vida vegetal, animal o humana.

- 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%.

- Degradación extrema. Presenta pérdidas superiores a 75% de la capa de suelo superficial, con cárcavas profundas; es prácticamente imposible recuperarlo en el mediano plazo.

- Degradación ligera. Degradación del suelo apenas perceptible y donde se ha perdido hasta 25% de la capa superficial, pero en 10% a 20% de la superficie total del área presenta problemas de canalillos y cárcavas pequeñas.

- Degradación moderada. Degradación del suelo que presenta erosión en canalillos, canales y cárcavas pequeñas; se ha perdido de 26% a 50% de la capa superficial, y puede presentar niveles de degradación ligera o extrema en 10% de la superficie total del predio.

- Degradación severa. Se presentan pérdidas de entre 51% y 75% de la capa superficial; se detectan manchones de material consolidado, tipo tepetate o afloramientos rocosos, así como cárcavas de todos tamaños, y presenta niveles con degradación ligera o moderada en 25% del área total.

- 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.

- Erosión del suelo. Desprendimiento, arrastre y deposición de las partículas del suelo por acción del agua y el viento.

- Especie. Nivel de clasificación vegetal. La especie tiene un nombre genérico y uno específico.

- Especies de coníferas: Conjunto de árboles y arbustos de hojas perennes, aciculares (en forma de aguja) o en forma de escamas y con óvulo desnudo, pertenecientes al grupo vegetal de las gimnospermas, tales como las especies de ecosistema templado-frío como el pino ayacahuite, psedustrobus, douglasiana, entre otros.

- Especies de Latifoliadas: Conjunto de árboles y arbustos de hoja ancha, con flores, con óvulo encerrado en un ovario, pertenecientes al grupo vegetal de las angiospermas. Tal es el caso de las especies de ecosistema forestal como el cedro rojo, caoba, roble, primavera, amate, entre otros.

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

- Microcuenca. Cuenca menor de 6 mil hectáreas, que se delimita considerando la cartografía Hidrológica de Aguas Superficiales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), escala 1:250,000; se hace referencia con base en la nomenclatura de Región Hidrológica, Cuenca y Subcuenca, y se denomina de acuerdo con la clasificación nacional de microcuencas o con el nombre de la corriente principal que la drena.

- 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).

- Restauración forestal y reconversión productiva. Conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo.

- Restauración integral. Comprende la realización de obras y prácticas de restauración de suelos acompañadas de reforestación, acciones de prevención de incendios y cercado, con atención al predio en forma integral, a fin de combatir los diferentes niveles de degradación y restablecer la productividad.

- Restauración complementaria. Comprende la realización de obras y prácticas de restauración de suelos acompañadas de reforestación, en predios en los que no se requiera el cercado o bien ya se cuente con él, a fin de combatir los altos niveles de degradación y restablecer la productividad.

- Restauración focalizada. Comprende la realización de obras y prácticas de restauración de suelos y reforestación en áreas localizadas del predio con diferentes niveles de degradación o en aprovechamiento, para restablecer la productividad.

- Sistemas agroforestales. Son las formas de uso y manejo de recursos naturales de especies leñosas y comprende el establecimiento de sistemas agroforestales, en los cuáles se deberán realizar: la obra o práctica de suelos, el establecimiento de la especie forestal arbórea, así como prácticas para incrementar la productividad de los terrenos forestales.

- Suelo. Cuerpo natural que se encuentra sobre la superficie de la corteza terrestre, formado de material mineral y orgánico, líquidos y gases, que presenta horizontes o capas y es capaz de soportar plantas.

- Superficie disponible entre obras: Es el espacio aprovechable para reforestar hasta la próxima obra aguas abajo y resulta después de haber restado la superficie unitaria que ocupa la obra.

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

- Reglas. Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal (PRONAFOR), de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

- Restauración del suelo. Conjunto de obras y prácticas para la rehabilitación de los suelos que presentan diferentes niveles de degradación, las que se implementan a corto, mediano y largo plazos.

# Bibliografía


- Amo Rodríguez, S. *et ál*. 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.

- Conafor 2014. Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014, Certificación de la Operación de Viveros Forestales, México.

- Conafor 2014. Norma Mexicana NMX-AA-169-SCFI-2014, Establecimiento de Unidades Productoras y Manejo de Germoplasma Forestal-Especificaciones Técnicas, México.

- Conafor 2010, Prácticas de Reforestación, Manual Básico, México.

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

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

- Thomas D. Landis. Manuales de Producción de Planta en Contenedor. USA.

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

- Vicente Arriaga, M. Virginia Cervantes G. y Araceli Vargas-Mena Manual de reforestación con especies nativas, 1994. Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, México.

DR. © 2015. Comisión Nacional Forestal (Conafor)
Periférico Poniente No. 5360, Col. San Juan de Ocotán
C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.
Tel. 01 (33) 3777-7000
www.conafor.gob.mx

SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



**EJEMPLAR GRATUITO**
**PROHIBIDA SU VENTA**

www.gob.mx/**conafor**

01800 **73 70 000**

Comisión Nacional Forestal | @CONAFOR | conaforgob