

### III. Reforestación

#### 1 PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA LA REFORESTACIÓN

Como ya dijimos, las áreas que principalmente se utilizan para la reforestación son aquellas en las que ya no se persigue ningún fin productivo, por lo que presentan características no aptas para la reforestación. Muchos de estos terrenos son las parcelas de desecho que ya han sido utilizadas hasta el agotamiento. Si este es el caso, vale la pena enfatizar lo difícil que será establecer plantas leñosas en estas condiciones y el alto costo económico que representa.

Si existe la necesidad de que sean éstas las áreas que se reforestan, el éxito de la empresa dependerá en gran medida de la preparación del terreno (6), por lo cual es necesario detectar con precisión cuales son las características negativas que más afectarían el establecimiento de las plantas y darse a la tarea de revertirlas artificialmente (39, 40, 41). A continuación se presentan las principales limitantes de dichos terrenos y la forma de revertirlas.

##### *a) Características adversas de los sitios.*

###### *1) Suelos compactados*

Esta característica es muy común en suelos que se han utilizado con fines agropecuarios, y tienen la particularidad de presentar escaso espacio poroso dentro del suelo, lo que dificulta el desarrollo de las raíces y la penetración del agua dentro del suelo. Por lo general, en estos suelos al reducirse la infiltración del agua y aumentar el escurrimiento superficial, se presentan fuertes problemas de erosión, sobre todo cuando están ubicados en terrenos cerriles de fuerte pendiente (4, 5). Cuando se ubican en un plano y se presentan lluvias torrenciales que rebasen la capacidad de infiltración de agua del suelo y la capacidad de evapotranspiración potencial del medio, pueden presentarse inundaciones temporales o permanentes.

La forma de revertir la compactación del suelo es a través de la roturación del terreno, el cual se puede realizar por medio de maquinaria, tracción animal o manualmente, según lo permitan los recursos de que se disponga y la topografía del terreno. De lo que se trata es de remover el suelo tanto como sea posible, darle más porosidad, para que pueda ser capaz de infiltrar mayor cantidad de agua y permita el crecimiento radicular de las plantas. Es recomendable remover el suelo a una profundidad de 40 a 50 cm, en ocasiones estas profundidades implican hacer un subsoleo.

Si por naturaleza el suelo es muy pesado y presenta gran cantidad de arcilla revertir la compactación por medio físicos solamente es poco viable, pues la descompactación durará poco tiempo si no se emplea otro tipo de estrategia. En este caso, a la remoción del suelo se debe sumar la incorporación de materia orgánica (hojarasca o esquilmos agrícolas), con la finalidad de darle mayor volumen.

Aunque como es comprensible la cantidad de materia orgánica que se tienen que usar por hectárea es muy grande para que esta práctica pueda tener efecto deseado, representando un costo que difícilmente puede ser recuperado por lo que la alternativa más viable es la de preparar el terreno sólo en las líneas de plantación, o, en su defecto, sólo es el entorno del sitio en donde se introducirá la planta. Esta última opción reducirá considerablemente la extensión de terreno a preparar.

No obstante que la roturación total del terreno parece ser la opción más adecuada para revertir la compactación del suelo y sus efectos, hay que dejar claro que para el caso de los terrenos que presentan fuertes pendientes, se corre el riesgo de aumentar el proceso erosivo al encontrarse el suelo removido y sin una cobertura vegetal que la proteja. En estas circunstancias se sugiere trabajar el terreno por franjas sobre la línea de plantación o en su defecto en el entorno del sitio en donde se introducirá la planta.

### *2) Recosidad.*

Cuando el terreno presenta alto porcentaje de recosidad, definido como al afloramiento de la roca madre en la superficie del terreno, lo único que resta es detectar los sitios en que se da un acumulamiento de suelo que permita la introducción de la planta, pues no existe forma práctica de revertir esta deficiencia. En lo que se tendrá que poner mayor cuidado es en elegir especies que desarrollen más en lo horizontal su sistema radicular; las especies con prominente desarrollo vertical de la raíz pueden sufrir deformaciones en ésta que repercutan en el desarrollo de la planta. Es más conveniente en estos casos introducir plantas con afinidad a este tipo de condiciones (rupícolas), aunque no sean leñosas, pero que formen suelo como pueden ser nopales o magueyes.

### *3) Maleza*

Es muy común encontrar, en sitios en donde se desarrollaron prácticas agropecuarias, que el terreno esté cubierto por plantas leñosas o arbustivas de difícil erradicación y que van a presentar una dura competencia a la vegetación que se introduzca. Para controlar la vegetación existen varias maneras de hacerlo, entre las que se encuentran las siguientes:

#### *1 Roza y quema*

Es una opción muy económica y consiste en rozar (cortar hasta la base) las plantas leñosas arbustivas, para posteriormente quemar toda la vegetación del terreno. Esta alternativa arrasa indiscriminadamente con toda la vegetación, y por lo demás existe la posibilidad de que las plantas arbustivas rebroten de los tocones que se dejan. También se debe considerar que con la quema se reduce la capacidad de infiltración de agua del suelo aumentando el escurrimiento superficial y el riesgo de erosión, aunado a que los elementos nutritivos liberados con la quema pueden ser arrastrados pendiente abajo.

Estos efectos son aún más drásticos conforme es mayor la pendiente del terreno, por lo que no se recomienda para sitios con pendiente, o en su defecto se sugiere hacer la quema en franjas sobre la línea de plantación.

#### *2 Uso de herbicidas*

Esta opción quizá no es tan práctica y económica como la quema, pero como ventaja tiene que no deja descubierto al suelo, pues la materia vegetal muerta queda en la superficie del terreno, Sus desventajas radican en el costo y la contaminación ambiental que se puede causar con el uso del herbicida, por lo que de elegir esta opción se debe buscar el herbicida que presente el residuo de menor toxicidad.

Su uso se recomienda en terrenos que presenten características de suelo adecuadas para la reforestación (que no requiera remoción). Además, es conveniente hacerlo en franjas al igual que la quema.

#### *3 Deshierbe manual.*

Esta alternativa consume gran cantidad de tiempo y mano de obra. Consiste en eliminar con machete y otras herramientas agrícolas las plantas que cubren el terreno. Tienen como ventajas que el deshierbe puede ser selectivo al dejar en pie las plantas que puedan tener algún beneficio en la recuperación de la vegetación o que presenten algún uso para los pobladores. La materia orgánica proveniente del deshierbe puede ser acumulada y quemada en los sitios donde se introducirá la planta, dejarla en el sitio a manera de cubierta protectora, o revolverla con el suelo que estará en contacto con la planta que se introducirá, para dejarle mejores características al suelo. Se sugiere hacerlo en franjas por dos razones, reducir la superficie a preparar, y no dejar desprotegida las zonas en que no se introducirá planta.

#### *4) Deficiencias nutricionales.*

Los suelos de las áreas que han estado expuestas a aprovechamiento agropecuario y forestal es común que presenten deficiencias físicas y en el contenido de algunos elementos nutricionales (5). Por lo general las deficiencias que más afectan el desarrollo de las plantas son la falta de nitrógeno, fósforo y potasio, aunque también es frecuente encontrar bajos niveles de bases (calcio, magnesio, etcétera) y estructura indeseable del suelo.

La detección precisa de cuáles son las deficiencias físicas y nutricionales que presenta el suelo es de vital importancia para subsanarlas y revertir sus efectos.

Si por falta de tiempo y/o recursos económicos no es posible realizar análisis del suelo, entonces debemos seguir las siguientes reglas empíricas:

- Si el terreno tuvo uso agrícola y se abandonó por una baja en los rendimientos, es seguro que sus deficiencias estén basadas en nitrógeno y fósforo.
- En sitios donde hubo aprovechamiento forestal y se cuente con una cubierta vegetal mucho menor a la original, aunado a precipitaciones abundantes, es probable que exista deficiencia en contenido de bases, que el

suelo sea ácido y que el fósforo no esté disponible para las plantas. Los problemas de acidez también pueden deberse al origen del mismo y a las condiciones climáticas y de vegetación que imperen en el sitio.

Una vez que se detecta o presupone algún tipo de deficiencias, el paso a seguir depende de los recursos disponibles y de lo práctico y rentable que pueda ser revertirlas. Lo aconsejable, por económico y práctico, es introducir aquellas especies que sean aptas para ese tipo de condiciones particulares. Pero si se insiste en meter plantas de las que de antemano se conozca su dificultad para tolerar esa condición, será necesario aplicar fertilizantes o sustancias químicas que mejoren las condiciones nutricionales.

Se recomienda que la aplicación de insumos se realice sólo en los sitios en los que se vaya a introducir la planta, haciéndolo en el momento más adecuado, para asegurar que ésta los aproveche. Lo más común y sencillo es que este tipo de cuidados se les proporcionen en el vivero, sobre todo cuando la planta se va a trasplantar con cepellón. La dificultad viene cuando el método de transplante que se utilizará es el de raíz desnuda, debido a que en algunos casos, aunque hayan crecido con el medio de cultivo adecuado, sufrirán más drásticamente el cambio cuando se trasplanten al sitio definitivo. Entonces es cuando se necesita intervenir directamente el suelo que estará en contacto con las raíces de las plantas, para que tengan características similares a las del medio en que fueron crecidas las plantas.

Este problema también se encuentra cuando se elige sembrar directamente la semilla. En este caso además de la remoción del suelo, también es necesario fertilizar al igual que se hace con cualquier cultivo agrícola, aunque aquí la situación puede cambiar dependiendo del tipo de especies que se introduzcan y de la preparación previa que se le haga a la semilla. En caso de utilizar especies que presenten la particularidad de asociarse con micorrizas y/o bacteriorrizas, que les ayuden a asimilar fósforo y nitrógeno (5), y si las semillas fueron inoculadas, es muy factible que no sea necesario fertilizar.

Cuando la acidez sea determinada por las mismas características del suelo, no es recomendable tratar de revertirla en la totalidad del terreno, porque implicaría toneladas de producto, sino utilizar algún mineral alcalino de liberación lenta a manera de fertilizante, como puede ser la cal en trozo.

Lo más recomendable, tanto para el caso de la acidez como de la alcalinidad de los suelos, es buscar las especies que estén adaptadas a esas condiciones, con lo que se evitará gastar en insumos y se ahorrará mano de obra, además de que será más factible establecer especies adaptadas a esas condiciones ambientales.

## 2 MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL TERRENO

La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o sembrará la planta. Los métodos deben ser empleados en concordancia con el tipo de deficiencias que se presen-

ten y con los factores medioambientales adversos que se quiera contrarrestar. Se dividen en individuales y colectivos.

a) *Métodos individuales*

1) *Cepa común*

Es el más empleado en el país, a pesar de presentar fuertes limitantes. Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 40 x 40 x 40 cm (Figura III.1). Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno (4, 11).

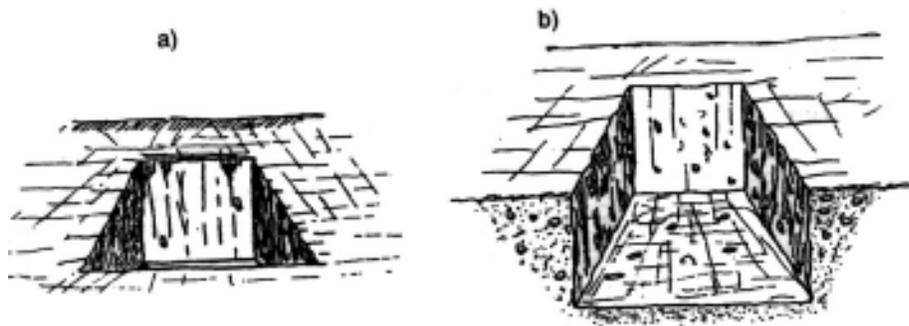


Fig. III.1 Cepa común: a) vista superior; y b) corte transversal.

Es un método simple y económico, pero sólo se recomienda en sitios que tengan buena calidad (profundos y de textura adecuada), y que no presenten fuerte pendiente. Debe ser sustituido en los sitios que tengan problemas de compactación y erosión de suelo por otro que ayude a contrarrestar estas deficiencias. Otra desventaja del método es su baja capacidad para almacenar agua, aspecto de vital importancia en sitios en donde su disponibilidad es crítica y se requiere de técnicas que colecten y almacenen humedad. Además las mejoras dadas al terreno con la remoción del suelo son muy limitadas debido a lo pequeño de sus dimensiones.

Asimismo, se ha demostrado que presenta dificultades para el arraigo de las plantas, por lo que se sugiere utilizarlo solamente en condiciones ideales o de fuerte recosidad. De otro modo las posibilidades de éxito de la reforestación se verán muy disminuidas.

La construcción de la cepa debe hacerse en la época seca del año, antes del periodo de lluvias, para que el suelo y las paredes de la cepa se aeréen y con ello se prevengan plagas y enfermedades del suelo.

La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

- 3) Si el sitio presenta una precipitación escasa, pero con lluvias torrenciales, como es común en las zonas áridas y semiáridas del país, la cepa se puede volver a rellenar con la tierra extraída, previniendo que el tiempo que media entre la construcción de la cepa y la primera lluvia sea suficiente para permitir que la cepa se seque por la acción del aire y el sol, y no exponer a que la tierra producto de la cepa se pierda por efecto del escurrimiento superficial del agua. Asimismo, en sitios con mayor precipitación se debe dejar la cepa abierta sólo el tiempo necesario para el secado de la misma, y taparla antes de que se establezca el periodo de lluvias. Esto es recomendable sobre todo en terrenos con fuerte pendiente.

- 4) En regiones con poca lluvia es conveniente ampliar el área de captación de la cepa por medio de la construcción, pendiente abajo, de un bordo de tierra compactada, con el propósito de aumentar la capacidad de captación de agua de la cepa (Figura III.2). Si existen piedras en el terreno se deben colocar al bordo, de manera que le proporcionen mayor sostén. Otra forma de mejorar la captación de agua es con la construcción de una zanja a nivel que se interconecte con las cepas y les distribuya el escurrimiento (Figura III.3).



Fig. III.2 Cepa de microcuena: a) vista superior; y b) corte lateral.

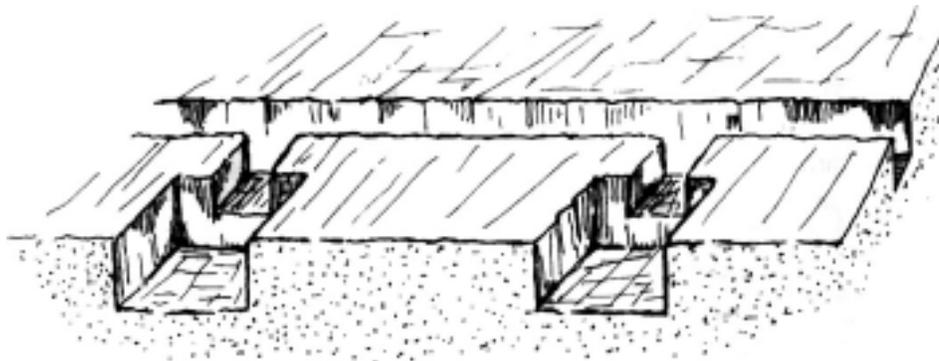


Fig. III.3 Cepas intercomunicadas por una zanja (corte transversal)

- 5) Si la pendiente es el factor que limita la captación del agua, las dimensiones de la cepa se deben variar, de forma que se construya una cepa alargada en el sentido de la curva de nivel o en su defecto del contorno del terreno. Las dimensiones que se sugieren son de 60 a 80 cm de largo x 30 cm de ancho y 40 cm de profundidad (11).

- 6) Se recomienda que las cepas queden en una distribución especial conocida como "tresbolillo" (Figura III.4), ya que de esta forma se mejorara la eficiencia en la captación del escurrimiento superficial y se previene la formación de cárcavas (4).



Fig. III.4 Cepas en distribución espacial de "tresbolillo" (vista superior).

## 2) A pico de pala.

Se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para recibir las plantas de reforestación, por lo que no se necesita preparar mayor espacio del terreno para introducir la planta. Generalmente estas condiciones se encuentran en bosques con arbolado ralo, pero que aún conservan el estrato herbáceo en buen estado, y más bien se trata de una repoblación con especies arbóreas. Dadas las condiciones de calidad que requiere el suelo para utilizar este método, se sugiere emplear la técnica de plantación a raíz desnuda.

El método consiste en abrir en el suelo el espacio suficiente para introducir la plántula, por medio de una pala recta de punta, talacho o pala de hendir. Con la pala recta de punta el hueco se hace hendiéndola y palanqueándola hacia abajo; con el talacho se entierra y palanquea hacia arriba, y el caso de la pala de hendir, ésta se introduce por completo en el suelo de un solo golpe, apoyándose en su pedal, imprimiéndole un movimiento de vaivén rápido hasta que se deja un espacio suficiente para introducir la plántula (Figura III.5). El transplante del brinjal se hace en cuanto el hoyo esté listo.

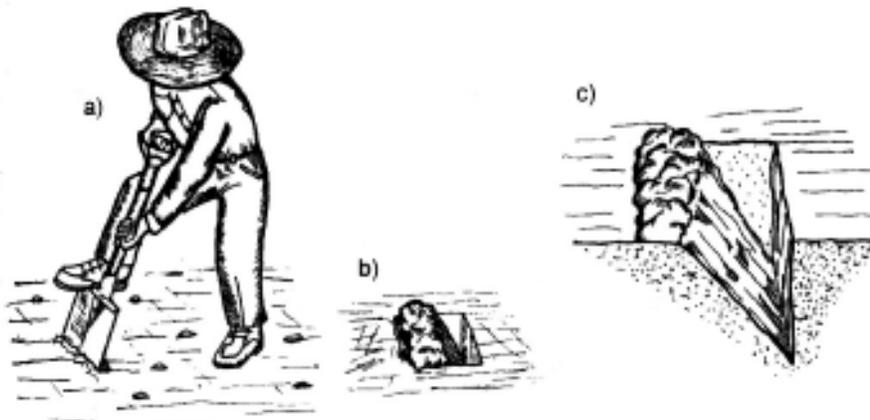


Fig. III.5 A pico de pala: a) se muestra la forma de hendir la pala; b) vista superior del hoyo; y c) corte del hoyo

Este método tiene la ventaja de ser económico y rápido pues permite que un solo hombre realice la operación de abrir el hueco, introducir la plántula, tapar el hoyo y apisonar la tierra con el pie para conseguir un buen contacto de la raíz de la planta con el sustrato.

### 3) Tuceros.

Este método ha sido utilizado en otros países en sustitución de la cepa común. Es recomendable en sitios que presenten escasa precipitación y suelos compactados (11). Consiste en aflojar un área de 80 x 80 cm con un zapapico a una profundidad de 20 cm. Pendiente arriba a una distancia de 20 cm del espacio removido, se abre una zanja de 80 cm de largo x 40 cm de ancho y 25 de profundidad. La tierra que surge de la zanja se amontona sobre el espacio de terreno removido, y se aplanan la cumbre. El montículo resultante debe tener dimensiones aproximadas de 60 x 60 cm de ancho y 30 cm de alto.

La profundidad total del suelo removido es de alrededor de 50 cm. Las plántulas se plantan en el centro del montículo, cuidando que la parte superior del cepellón quede 5 cm abajo del suelo previniendo el asentamiento del mismo (Figura III.6).



Fig. III.6 Sistema tucero (vista lateral)

Con este método se logran altas sobrevivencias y mayor crecimiento inicial de las plantas aún en años secos, siempre y cuando la plantación se haga una vez establecida la época de lluvias. Si bien el empleo de mano de obra es mayor, se cuenta con la ventaja que la preparación del terreno es más adecuada y permite un mejor establecimiento de las plantas introducidas.

#### 4) Sistema Español.

Es ideal para terrenos con pendiente de moderada a plana y que presenten escasa precipitación y suelos compactados. Consiste en hacer una cepa de 40 cm de ancho por igual profundidad. En torno a ella se construye un cajete de más o menos 1 m de diámetro con una profundidad de 10 a 15 cm en su parte más honda. La finalidad del cajete es captar el agua para la planta introducida. Se debe cuidar que el centro de la cepa (donde se coloca la planta), no esté en la parte más honda del cajete, para evitar que el agua captada inunde la cepa, o al menos lo haga de forma temporal. Por ello, la planta debe quedar ubicada en la pared inclinada del cajete que da pendiente abajo (Figura III.7).

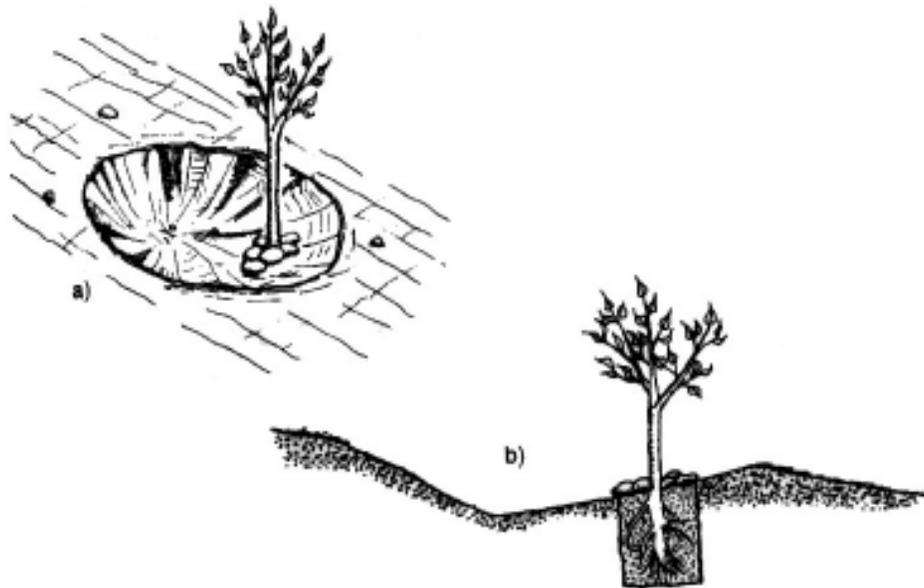


Fig. III.7 Sistema Español: a) vista superior; y b) corte lateral

Una vez introducida la planta se colocan tres piedras, o más, dependiendo del tamaño, en torno a su base, con la finalidad de evitar la evaporación del agua contenida en el suelo subyacente, impedir el brote de malezas, proteger a la planta de los incendios y pisoteo de los animales, amortiguar las bajas temperaturas del invierno y retener el calor del sol.

### 5) Saucedá I.

Este sistema es recomendable para zonas semiáridas porque tienen la ventaja de aumentar la capacidad de almacenamiento de considerables cantidades de agua proveniente de escurrimientos (11, 4). Además, por su diseño la humedad fácilmente llega por capilaridad a las raíces de la planta. Este método requiere del trazo de curvas de niveles, sobre las cuales se localizan los puntos equidistantes donde se introducirán las plantas. La distancia entre plantas de una misma hilera no debe ser menor de 3 m. Una vez realizado esto, se abren cepas en los puntos marcados, de 40 x 40 x 40 cm. Posteriormente, a 20 cm de ambos lados de la cepa y paralelamente a las curvas de nivel, se hacen excavaciones de 60 x 60 x 40 cm, formando un talud de 35% con la pendiente hacia la cepa. Con la tierra proveniente de la excavación se forma un bordo pendiente abajo y en dirección paralela a la curva de nivel (Figura III.8).



Fig. III.8 Sistema Saucedá I (vista lateral superior).

Este método garantiza el establecimiento de la planta, aunque posteriormente debido a las precipitaciones torrenciales, es posible que las zanjas lleguen a azolverse, aunque para ese entonces se espera que la planta ya haya formado un sistema radicular robusto y profundo, que le permite tener un desarrollo saludable.

### 6) Saucedá II

Sistema muy similar al Saucedá I, pero lo aventaja en proporcionar mayor superficie de absorción de agua entre la zanja y la planta. La construcción se realiza en forma similar al Saucedá I. sobre el trazo de la curva de nivel se procede también a marcar los puntos equidistantes, a una distancia mínima de 3 m, sobre ellos se realiza la apertura de la cepa (11, 4). Esta se toma como centro para el trazo de dos semicírculos uno con un radio de 30 cm (radio 1) y el otro de 70 cm (radio 2). Los semicírculos se trazan pendiente arriba, de extremo a extremo de la cepa. Se

abre una zanja de 40 cm de profundidad en el espacio comprendido entre los dos semicírculos. La tierra que surja de la zanja se ocupa para formar un bordo pendiente abajo, en dirección paralela a la curva de nivel (Figura III.9).



Fig. III.9 Sistema Saucedá II (vista superior).

*b) Métodos colectivos.*

*1) Zanja ciega.*

Este método es poco conocido en México. Su propósito fundamental es facilitar y aumentar la infiltración del agua en los suelos endurecidos de pendiente suave (máximo 15%), y desprovistos de vegetación herbácea que impida el escurrimiento excesivo del agua (11). Consiste en una zanja de más o menos 40 cm de ancho y longitud variable, que va siguiendo una curva de nivel o el contorno del terreno. Su construcción se inicia con una cepa común de 40 x 40 x 40 cm, posteriormente la tierra producto de la cepa se vuelve a depositar dentro de ésta, y se continúa abriendo la zanja repitiendo el mismo procedimiento hasta que se alcanza la longitud deseada. Al terminar la zanja se debe encontrar totalmente llena de suelo (cegada).

La longitud de la zanja no debe ser mayor de 25 m., sin interrupción; entre zanjas de una misma hilera se deja un tabique divisorio de terreno sin remover de unos 50 cm de longitud (Figura III. 10).

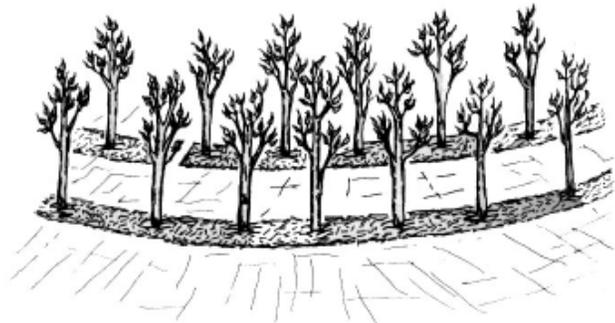


Fig. III.10 Zanja ciega (vista superior).

Es importante señalar que cuando se encuentre un obstáculo para la excavación (piedra o tronco difícil de sacar), se dejará como tabique divisorio. La separación entre hileras de zanjas pueden variar de 4 a 6 m. La planta se introduce a la mitad del ancho de la zanja y el espaciamiento entre plantas de una misma zanja, depende del tipo de especie de que se trate, sin ser menor a 2m.

Para que este método dé buenos resultados, se requiere que la precipitación sea de por lo menos 600 mm, lo que garantizará la suficiencia real de agua a partir de los escurrimientos sobre la zanja ciega.

## 2) Zanja trinchera.

Se recomienda en sitios que presenten suelo con textura pesada, que aun cuando tengan buena profundidad impidan la infiltración del agua y el crecimiento de las raíces de las plantas; cuando el suelo sea escaso, pero el subsuelo sea removible, o cuando se necesite captar al máximo el agua y evitar el escurrimiento superficial (11, 4).

La disposición de la zanja se hace siguiendo las curvas de nivel del terreno. Su longitud puede variar de 3 a 6 m, dejando entre zanjas la misma hilera un tabique divisorio de aproximadamente de 50 cm de longitud, que puede estar a nivel del terreno o un poco más abajo, con lo cual se permitirá la comunicación de agua entre las zanjas y evitará escurrimientos con velocidad, cuando las zanjas no se hacen siguiendo las curvas de nivel cuidadosamente, como frecuentemente ocurre.

Consiste en una zanja de unos 40 cm de ancho y 40 de profundidad, el suelo que se extrae de la zanja se va depositando pendiente abajo, de manera que se forma un bordo de unos 30 o 40 cm de corona x más o menos una altura de 30 cm, según lo permita el material del terreno (Figura III.11<sup>a</sup>). El bordo lo debemos hacer lo mejor posible, pues en él se colocarán las plantas. Debe compactarse con una pala para evitar fallas por exceso de aireación, tener una forma de trapecio en su sección transversal, y en la corona del bordo, haber un espacio suficiente para dar cabida a la planta, recomendándose aprox. 40 cm (Figura III.11<sup>b</sup>).

Por otra parte es importante, que la disposición de las zanjas entre las hileras se haga en tresbolillo, para que exista suficiente captación del escurrimiento. La distancia vertical entre hileras varía con la pendiente y las irregularidades del terreno, pero se recomienda ponerlas a una equidistancia horizontal de 5 m.

## 3) Sistema Nezahualcoyotl.

Este sistema se cree fue ideado por el rey texcocano en sus trabajos de reforestación del cerro Tezcutzingo. Se recomienda sobre todo para proteger parcelas agrícolas con fuertes problemas de erosión. Los objetivos fundamentales de este sistema son:

- Captar el agua producto de las precipitaciones.
- Proteger de escurrimientos excesivos a la parcela evitando la erosión hídrica.
- Formar paulatinamente una terraza.

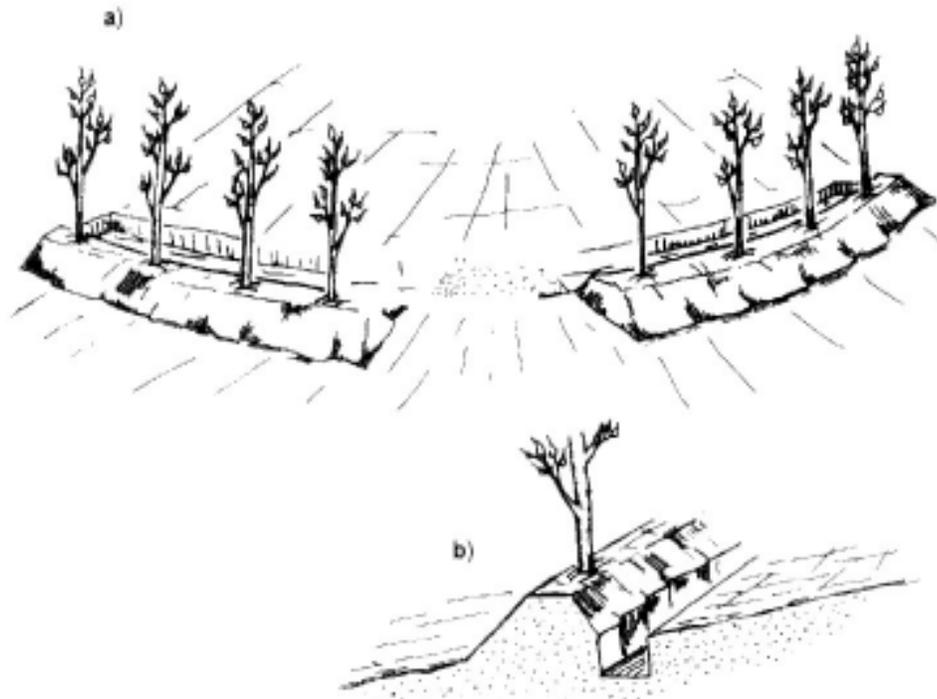


Fig. III.11 Zanja trinchera: a) vista superior; y b) corte lateral.

Es un método muy parecido al de zanja trinchera, con la variante que en éste la tierra extraída se deposita hacia dentro del terreno de cultivo, formando un bordo. Otra variación consiste en hacer zanjas a favor de la pendiente o rodeando terrenos agrícolas. Sobre el bordo formado se introducen las plantas.

Cuando la zanja se dispone a favor de la pendiente, protegiendo los costados de una parcela, es indispensable la intercomunicación entre ellas, de manera que se vierta el agua de unas a otras para amortiguar la velocidad del agua. Al mismo tiempo la zanja sirve como lamadero, que al ser limpiado periódicamente incrementa el tamaño de los bordos (Figura III.12).

Esta técnica puede ser empleada también para establecer un cercado del terreno con material vivo (cercas vivas).

#### 4) Sistema Gradoni.

Fue ideado por los italianos. Es una técnica muy versátil y efectiva que puede ser usada en múltiples condiciones. Se recomienda principalmente en sitios que presentan suelos compactados y con problemas de erosión. Asimismo, es útil en sitios con escasa precipitación donde es necesario captar, detener e infiltrar el agua proveniente de la lluvia, para proporcionar humedad en la época de sequía a las plantas que se introduzcan (11).

También es adecuado cuando se requiera controlar la erosión provocada por escurrimientos excesivos de agua. Puede además utilizarse en cualquier tipo de pendiente (incluso hasta de un 100%), y cualquier clase de precipitación. Este sistema permite el rápido desarrollo de las plantas al proporcionar un suelo removido y poroso, y con un suministro de agua mayor.

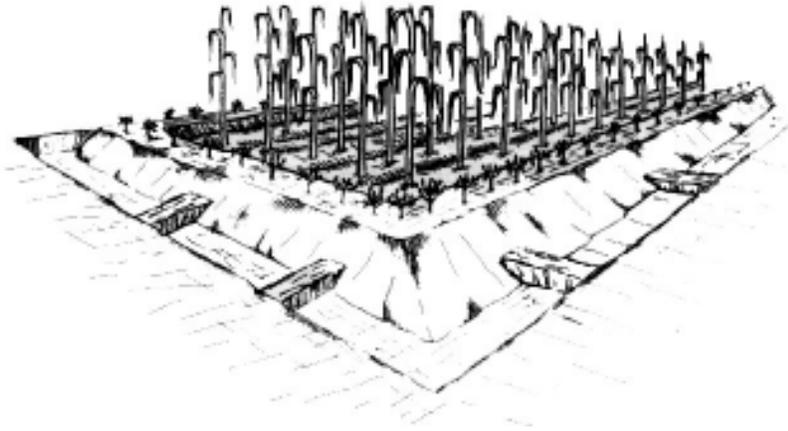


Fig. III.12 Sistema Nezahualcoyotl (vista lateral).

Consiste en trazar curvas de nivel a una equidistancia vertical que varía de 0.5 a 6 m dependiendo de la pendiente del terreno y la cantidad de precipitación. Sobre las curvas a nivel se abren zanjas de 60 cm de ancho x 40 cm de profundidad y 2 m de longitud; dejando un tabique entre zanjas de 20 cm. La tierra extraída se coloca afuera de la zanja pendiente abajo, formando un bordo de tierra removida sobre el que se introducen las plantas con el espaciamiento adecuado (Figura III.13).

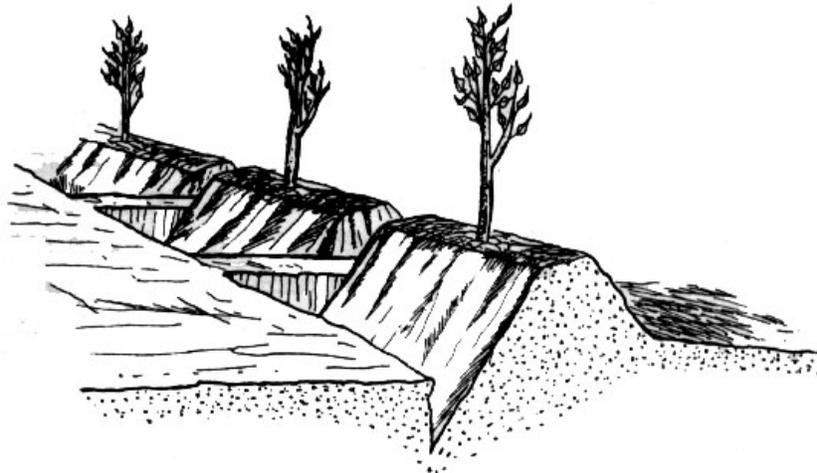


Fig. III.13 Sistema Gradoni (vista lateral con corte).

Cuando el suelo tiene una profundidad de 40 cm o más y la precipitación es superior a los 700 mm, la distancia entre hileras puede llegar a ser de 2 a 3 m, dependiendo de la planta que se introduzca, considerando que entre menor sea la separación mejor control se hará de los escurrimientos. Por el contrario, si se cuenta con escasa precipitación y suelo delgado, la distancia entre hileras debe aumentar, recomendándose de 5 a 6 m, con la finalidad de contar con mayor área de escurrimiento que alimente la zanja.

Es importante mencionar lo costoso que puede llegar a ser la puesta en práctica de este sistema, sin embargo sus resultados lo justifican.

### 3 CERCADO DE LA PARCELA A REFORESTAR

El cercado de las áreas a reforestar es recomendable sobre todo en aquellas que se encuentran expuestas al pastoreo. Las características del cercado dependerán del tipo de ganado que se trate de controlar.

Comúnmente se utilizan postes y alambre de púas como cerca. Los postes se obtienen de ramas y troncos de árboles de la vegetación aledaña, pero esto ocasiona perturbaciones en las áreas forestales, además debe tomarse en cuenta que en pocos años los postes se deben reemplazar, por lo que se recomienda establecer las cercas utilizando como postes especies que se propagan vegetativamente por estacas, pero debido al alto costo, económico y ecológico, que significa el establecimiento de una cerca, se sugiere la organización de la comunidad para excluir al pastoreo de las áreas reforestadas. Si no se cubre este aspecto, resultará muy difícil controlar al ganado aun con la existencia de la cerca. Las opciones para el establecimiento de cercas y sus aspectos técnicos se detallan en el Anexo 1.

### 4 TRAZO DE LAS CEPAS

Como mencionamos en el apartado III.1 (Preparación del terreno para la reforestación) lo más conveniente es realizar la plantación siguiendo la dirección de curvas de nivel (en cualquier manual de conservación de suelos se presentan las distintas maneras de trazar curvas de nivel) (3, 4), de esta forma se puede hacer un mejor control de los escurrimientos superficiales de agua. También con el mismo objetivo se sugiere que las cepas, bordos o zanjas en donde se colocarán las plantas, estén en una disposición espacial conocida como "tresbolillo", que consiste en intercalar los puntos de plantación de la hilera superior con la de la inferior (Figura III.4), y posibilita tener una distribución homogénea del agua que escurre en el terreno en todas las plantas, además de ocupar mejor el espacio.

La distancia entre curvas de nivel depende de la pendiente, de la cantidad de lluvia que recibe el terreno y de su capacidad de infiltración de agua (4). Debemos recordar que en cada curva de nivel trazada se establecerá una hilera de plantación. Cuando se utilizan preparaciones de terrenos conocidas como de zanja y bordo, es muy importante que éstos cuenten con una separación adecuada, ya

que de lo contrario se corre el riesgo de que su capacidad de almacenamiento de agua se vea superada por el escurrimiento, provocando el azolvamiento de la zanja y la destrucción del bordo. Por el contrario si la precipitación es escasa, éstas obras pueden estar sobradas de capacidad.

Existen fórmulas que permiten conocer con cierto grado de confianza cuál es el espaciamiento adecuado de las curvas de nivel dependiendo de las dimensiones del bordo y la zanja (4). Para simplificar esto en la Tabla III.1 se resume una propuesta de los intervalos de espaciamiento adecuados, considerando los principales factores que determinan la cantidad de agua que escurrirá, dichos factores son los siguientes:

*a) Cobertura vegetal.*

Este aspecto en cierto modo determina la capacidad del suelo para infiltrar agua, de tal forma que entre mayor sea la cobertura vegetal del terreno, menor será la cantidad de agua que escurra. En la tabla III.1, sólo se manejan dos situaciones opuestas, en la primera se contempla una cobertura que va del 50 al 100% y en la otra una cobertura menor al 50%.

*b) Pendiente del terreno.*

Para el caso se calcularon los espaciamientos para tres condiciones, dos de ellas opuestas (plana a leve y escarpado) y una intermedia (regular). En este caso se está considerando la pendiente media del terreno, pero si el sitio presenta cambios fuertes en pendiente, lo conveniente será medirla en los espacios en que se considera un cambio notorio y tomar los espaciamientos que se recomienden para cada caso.

Las pendientes consideradas en la Tabla 1 van de 0 a 40%, esto debido a que los sistemas de bordo y zanja no son recomendables para pendientes mayores (a excepción del Gradoni), pues sus efectos no serían notorios y la dificultad para su trazo es mayor.

*c) Textura del suelo*

Se refiere al tipo de partículas que constituyen al suelo, para el caso se están considerando tres niveles (gruesa, media y fina), que pueden ser detectados en campo, mediante el siguiente procedimiento:

- Se toma una pequeña cantidad de suelo en la mano y se humedece perfectamente (sin llegar a la saturación).
- Se amasa la muestra de suelo y se ve la facilidad que tiene para formar figuras, las cuales pueden ser tiras o bolas.

Si el suelo no tiene la capacidad para formar figuras, es de textura gruesa y contiene gran cantidad de arena. Por el contrario, si la muestra es excesivamente pegajosa a los dedos, el suelo tiene gran cantidad de arcilla y es de textura fina. En el caso que la muestra al moldearse deje una sensación jabonosa entre los dedos,

la textura es limosa. El caso intermedio sería una capacidad adecuada para formar figuras, lo que indicaría que el suelo está constituido por una combinación de arcilla, limo y arena, y que originaría una textura franca o media (Tabla III.1).

*d) Precipitación.*

En este se considera la cantidad de lluvia que puede recibir el sitio, lo cual determina en cierto modo el grado de humedad. Para este factor se estimaron los distanciamientos entre curvas de nivel en cuatro situaciones, las que de modo general se presentan más recurrentemente en el país (Tabla III.1). Estas categorías se refieren indirectamente a la cantidad de lluvia que puede caer en 24 hrs. Para este caso se pueden considerar las siguientes correspondencias:

ÁRIDO= 0 a 450 mm de precipitación anual.

SEMIÁRIDO= 450 a 1200 mm de precipitación anual.

SUBHÚMEDO= 1200 a 2000 mm de precipitación anual.

HÚMEDO= mayores de 2000 mm de precipitación anual.

Cabe señalar que en los puntos en donde la tabla marque espaciamientos menores a 2 m, las labores se dificultarían mucho, por lo cual se sugiere evitarlos. La forma de solucionarlo sería aumentando las dimensiones de la zanja y del bordo, así, en la medida que aumenten estos, el distanciamiento podrá aumentar. De modo que si la capacidad para almacenar agua se duplica la distancia entre hileras de zanjas deberá ser del doble. Hay que considerar como punto de partida que estos distanciamientos se calcularon con dimensiones de zanja de 40 cm de ancho x 40 cm de profundidad. Esto da el sistema una capacidad de almacenamiento de 160 litros por metro lineal.

Por otra parte, el espaciamiento que debe existir entre las plantas de una misma hilera, depende principalmente del tipo de especie que se introduzca.

Si la especie es arbórea y puede llegar a mucho, se recomiendan espaciamientos por arriba de los cuatro metros. Por el contrario, si la especie en cuestión crece poco, se sugiere utilizar distanciamientos de 2 m. Separaciones menores a éstas ya no son recomendables.

Una práctica conveniente es combinar dentro de una misma hilera especies con diferente capacidad de crecimiento. Se recomienda por el hecho que una separación muy grande entre plantas deja el suelo más desprotegido, y como generalmente ocurre que las especies forestales que alcanzan mayor talla son de lento crecimiento, conviene intercalarlas con especies de rápido crecimiento pero que no alcancen tallas muy grandes (42). Esto permitirá cubrir mejor el espacio, proteger más eficientemente el terreno y aumentar la biomasa. Asimismo, si la especie de rápido crecimiento proporciona algún beneficio (leña, forraje, etcétera) se podrá contar con recursos en menor tiempo. En cuanto se observe que la especie acompañante está causando interferencia al crecimiento de la otra, se podrá remover o controlar por medio del desrame, en el caso que no interfiera con su desarrollo se podrá dejar.

TABLA III.1  
ESPACIAMIENTO ENTRE SISTEMAS DE ZANJA Y BORDO (METROS).

Cobertura vegetal	Pendiente %	Textura del suelo	Árido	Subárido	Subhúmedo	Húmedo
	Plana a leve	Gruesa	25.0	14.0	9.0	6.0
		Media	8.0	5.0	3.0	2.0
		Fina	6.0	3.5	2.3	1.6
	Regular	Gruesa	15.0	9.0	6.0	4.0
		Media	7.0	4.0	2.6	1.8
		Fina	4.5	2.6	1.7	1.2
	Fuerte	Gruesa	11.0	6.0	4.0	3.0
		Media	6.0	3.3	2.0	1.5
		Fina	2.3	2.3	1.5	1.0
	Plana a leve	Gruesa	7.0	4.0	2.6	1.8
		Media	4.5	2.6	1.7	1.2
		Fina	3.8	2.2	1.4	1.0
	Regular	Gruesa	5.5	3.0	2.0	1.4
		Media	3.8	2.2	1.4	1.0
		Fina	3.3	1.9	1.2	0.8
	Fuerte	Gruesa	4.3	2.5	1.6	1.1
		Media	3.2	1.8	1.2	0.8
		Fina	2.8	1.6	1.0	0.7

## 5 NÚMERO DE PLANTAS NECESARIAS

Una vez que se ha determinado el espaciamiento que habrá entre hileras y el distanciamiento entre las plantas de una misma hilera, se está en posibilidad de estimar el número aproximado de plantas necesarias para la reforestación.

El procedimiento es el siguiente:

$$N = \frac{S}{dH \times dP}$$

Donde:

N= Número de plantas.

S= Superficie a reforestar (m<sup>2</sup>)

dH= Distancia entre hileras (m)

dP= Distancia entre plantas de una misma hilera (m).

Esta fórmula sobreestima el número de plantas necesarias en aproximadamente un 15%. Puede ser adecuado, ya que el hacer la solicitud al vivero, en esa cantidad se estarán contemplando las pérdidas por transporte. En el caso de que se requiera estimar con mayor precisión el número de plantas, bastará con restarle el 15% al número estimado por la fórmula.

## 6 TRASLADO DE PLÁNTULAS AL LUGAR DE LA REFORESTACIÓN

Este es un aspecto que debe ser muy bien cuidado para evitar el maltrato de las plantas con las que se va a reforestar. Se ha comprobado que un traslado

inadecuado puede mermar fuertemente la sobrevivencia de las plantas en la reforestación. Existen varias formas de llevar las plantas al sitio de la plantación, estos dependen de la infraestructura con que se cuente, del medio en que hayan crecido las plantas y de lo alejado y accesible que esté el sitio.

A continuación se hacen recomendaciones para poder desempeñar esta actividad con seguridad.

*a) Traslado de plántulas con envase de plástico.*

Cuando las plantas que se van a acarrear tienen un recipiente plástico existen varias opciones, dependiendo del transporte. Si se hace con camión, se deben cuidar los siguientes aspectos:

- Al acomodar las plantas en el camión cuidar que los envases sean de las mismas dimensiones, con la finalidad de conseguir un arreglo homogéneo, que permita estibar varias capas.
- Procurar que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan, por ello es necesario ajustar la carga a las dimensiones de la caja del camión, sin apretar los envases.
- No es recomendable estibar más de dos niveles o capas, sobre todo si el tiempo de traslado es largo y las plantas presentan un buen desarrollo de tallo y hojas.
- Para estibar se van traspaleando los envases de manera que las bolsas de arriba no aplasten a la planta de abajo. Cuidando además que el tallo y hojas de las que quedan abajo no sufran dobleces o quebraduras (Figura II.14)

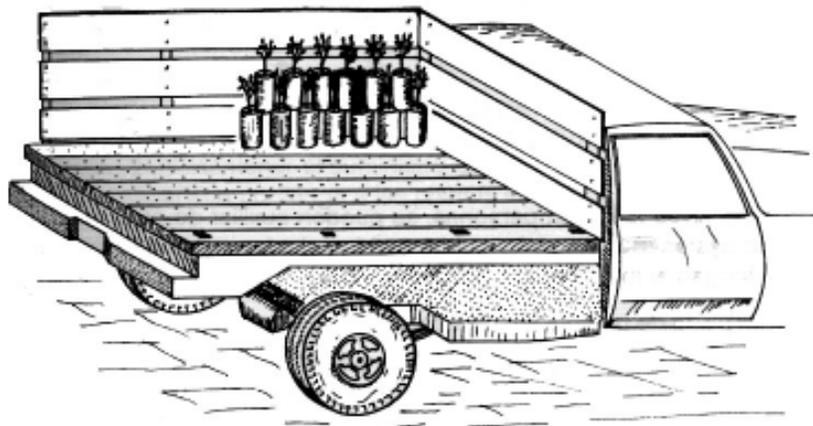


Fig. III.14 Traslado de las plántulas en camión, donde se muestra la forma de estibar las bolsas que contienen las plántulas

Si el traslado se hace con bestias de carga, se sugiere:

- Usar cajas de madera o huacales, en donde se coloquen las plantas, cuidando que queden ajustadas para que no se muevan.
- No poner más de una caja de plantas, a menos que los envases sean pequeños y 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 de la bestia, para disminuir el riesgo de que se voltee (Figura II.15).



Fig. III.15 Traslado de plántulas en bestias.

Si el acarreo lo hacen personas, se pueden auxiliar de cajas o huacales, o incluso ayates. Solo se debe cuidar que las plantas queden bien acomodadas y tengan el menor movimiento posible. (figura III.16).

*b) Transporte de plantas a raíz desnuda.*

Requiere de menor esfuerzo, ya que la planta se traslada sin cepellón. Sin embargo, se debe de tener mucho cuidado, ya que las plantas que se acarrean de esta forma son más susceptibles de sufrir daños en la raíz (deseccación, rompimiento). Para evitar la desecación es conveniente exponerla el menor tiempo posible a los efectos del aire y el sol. Una práctica recomendable es mantener en un medio húmedo las plantas hasta su trasplante, esto se logra de varias maneras:

- Llevando las plantas en un recipiente que contengan un sustrato húmedo en el que se introduzcan las raíces de las plantas.
- Aplicándoles un gel en las raíces al sacar las plantas de las camas de crecimiento; este procedimiento es efectivo pero excesivamente caro.

Existe la costumbre, no muy recomendable, de acarrear a mano grandes racimos de plantas a raíz desnuda, de un punto de la plantación a otro, para ahorrar tiempo y por comodidad. En este caso se recomienda organizar grupos de

plantadores que sean asistidos por un proveedor de plantas, quien se encargará de mantener el suministro constante, llevando de un punto a otro el recipiente que contenga a las plantas en un medio adecuado (6).

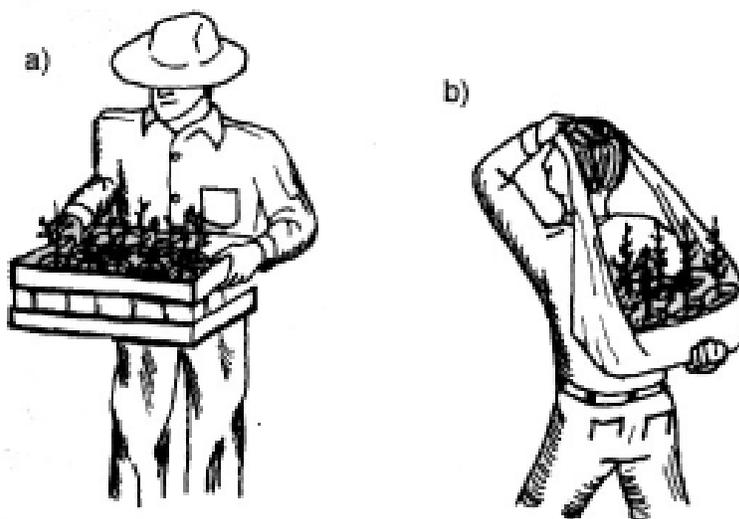


Fig. III.16 Acarreo de plantas : a) en huacales; y b) en ayates.

## 7 TRASPLANTE

### a) *Época de trasplante*

El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación (2, 4).

El trasplante debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal. Para el caso de las zonas que presentan una marcada estación lluviosa (buena parte del territorio nacional) el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

No obstante, en los programas de reforestación donde los campesinos son los encargados de llevarlos a cabo se presenta un fuerte contratiempo, pues el momento óptimo para el trasplante se sobrepone a la época de siembra para los cultivos, por lo que en la mayoría de los casos el trasplante se efectúa hasta que

el campesino termina las primeras labores de su cultivo, hasta dos meses después de la fecha señalada como más adecuada, situación que en muchas ocasiones ha propiciado una disminución en el número de plantas que logran establecerse y ha conducido al fracaso total de la plantación.

Si bien se puede anteponer la reforestación a las prácticas agrícolas, se deben buscar estrategias que permitan realizar a tiempo la reforestación y eviten el riesgo de desaprovechar todo el trabajo previo al trasplante. Lograr un acuerdo con los campesinos para que destinen un tiempo para el trasplante, o bien la búsqueda de otras opciones como puede ser la contratación de mano de obra o la organización de las mujeres en torno a la plantación, es indispensable para que el retraso no traiga consigo un mayor costo económico.

La producción de plantas en vivero se planifica para que cuenten con la talla adecuada en el momento que se considera más propicio, después de éste se pueden presentar crecimientos por arriba de lo planeado en la raíz, lo cual obliga a podarlas para evitar su crecimiento en espiral y darles mayor movimiento en el vivero; en muchas ocasiones la poda de la raíz afecta fuertemente el vigor de las plantas, tardando algunas semanas para recuperarse o de plano sin lograrse.

*b) Como hacer el trasplante.*

Cuando el trasplante es raíz desnuda lo más importante es cuidar que la planta se introduzca al hoyo de manera adecuada sin que la raíz sufra estrechez que pueda deformarla el hoyo o cepa en que se vaya a introducir la planta debe contar con las dimensiones adecuadas que permitan a las raíces conservar una posición lo más natural posible. El cuello de la planta (inicio del tallo) debe quedar por lo menos al ras del suelo, o preferentemente un poco por debajo, para prevenir un asentamiento del suelo (Figura III.17).

La tierra fina que cubre el sistema radicular es presionada con la mano, mientras que el relleno total del hoyo es compactado mediante el pisoteo.

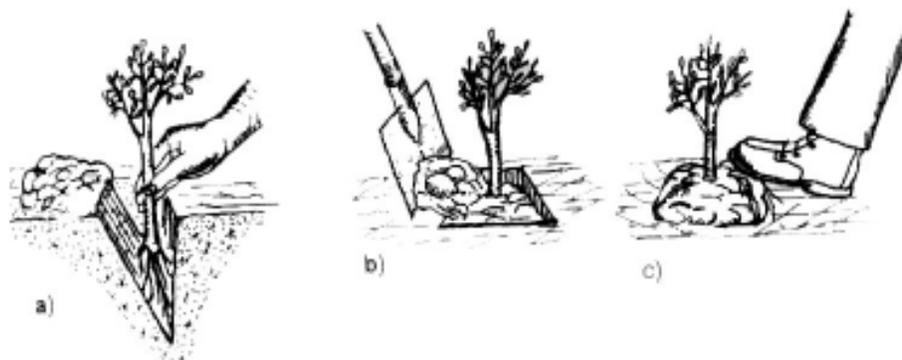


Fig. III.17 Transplante a raíz desnuda: a) forma de colocar la planta dentro del hoyo; b) relleno del hoyo; y c) apisonamiento de la tierra.

Cuando la planta tiene cepellón, lo más importante es que se logre la profundidad de trasplante correcta y que por todos lados exista buen contacto con el suelo. Por ningún motivo se debe dejar el contenedor o envase (Figura III.18b). La mala costumbre de no retirar la bolsa de polietileno, muchas veces justificada con el ahorro de tiempo, conduce a deformaciones radiculares irreversibles. Esa práctica ocasiona graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso de la reforestación (6).

Cuando la planta se trasplanta en una cepa la forma de rellenarla es la siguiente:

- Se debe sostener con una mano la planta en su posición correcta, o, cuando sea el caso, sostener en una posición recta el cepellón (Figura III.18C).
- Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea (Figura III.18d), esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo (Figura III.18e).
- Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo, en donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, al menos que al sacarlo del envase se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano (Figura III.18f).

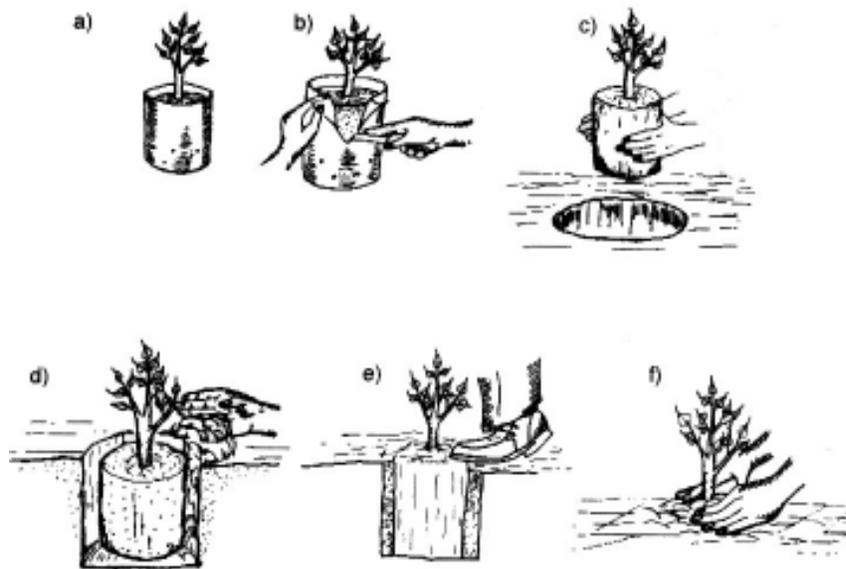


Fig.III.18 Trasplante con cepellón: a) planta en bolsa; b) retiro de la bolsa; c) introducción de la planta en la cepa; d) relleno de la cepa (corte lateral); y e) y f) apisonado del suelo.

*c) Cuidados posteriores al trasplante.*

Es muy común pensar que la reforestación termina al momento del trasplante. No obstante, se le deben de seguir proporcionando cuidados a la plantación, hasta que esta se encuentre bien establecida y muestre un crecimiento dentro de lo esperado (6, 4).

A continuación mencionamos los aspectos que deben cuidarse una vez que se realiza la plantación.

*1) Deshierbe.*

Debe eliminar la competencia que se establece entre las plantas introducidas y las malezas por luz, agua y nutrientes. En muchos casos esta es la causa por la que las plantas presentan crecimientos deficientes. Sin embargo, no se debe ignorar las ventajas que el crecimiento de la vegetación nativa tiene para la recuperación del terreno, por lo cual se recomienda sólo realizar el deshierbe alrededor de las plantas introducidas y dejar que en los demás sitios las malezas crezcan favoreciendo la recuperación y protección del suelo.

Esta actividad debe realizarse con continuidad. El número de deshierbes a realizar en el año depende de qué tan abundante sea el crecimiento de las malezas. En climas muy húmedos se hace necesario realizarlo cada mes en la temporada de lluvias. Pero en climas secos, basta con un deshierbe al inicio de las lluvias y otro a mitad de la estación.

Los deshierbes deben dejarse de practicar hasta que el tamaño de la planta sea suficiente para librar la competencia por luz. Una práctica que es muy recomendable y que, a mediano plazo, puede evitar seguir realizando los deshierbes es depositar la materia vegetal producida en esta práctica en la base de la planta, con esto se fomenta una cubierta densa que impide el crecimiento de las malezas, además, proporciona nutrientes a la planta y capta humedad. O bien, si el terreno es pedregoso conviene colocar en la base de la planta piedras que imposibiliten el crecimiento de las malezas.

*2) Control de plagas.*

En muchas ocasiones, a pesar de que en apariencia las plantas se encuentran en sitios con características adecuadas para su crecimiento, se presenta escaso crecimiento y un aspecto poco saludable de la plantación.

Una de las causas que pueden motivar este comportamiento es la presencia de plagas. Si este es el caso, su control debe de partir del diagnóstico preciso del tipo de plaga que está afectando a la planta y de acuerdo a esto se debe prescribir el tratamiento más adecuado.

Las plagas que más frecuentemente afectan a las plantas son:

*Insectos defoliadores.*

Existe una gran variedad de estos insectos y comprende desde individuos adultos hasta larvas de algunos insectos. Sin embargo, una de las plagas que más atacan a las plantaciones son las hormigas arrieras (*Atta* sp.), las cuales en poco tiempo

pueden provocar que la plantación se venga abajo. Si este es el caso, es muy conveniente mantener una supervisión continua y control de la población de hormigas. Esta se realiza detectando todas las bocas de hormiguero e introduciendo el insecticida específico para este tipo de plaga.

#### *Nemátodos del suelo.*

Es una plaga muy común y tiene efectos en el decrecimiento de las plantas, ya que ataca su sistema radicular. Esta plaga se detecta sacando una muestra del suelo que rodea el sistema radicular de la planta y estimando la cantidad de gusanos que tiene, cuando a simple vista se puede observar una buena cantidad de ellos es que la plaga se encuentra en niveles inadecuados. La forma de combatirla es por medio de sustancias químicas que se le agregan al suelo por riego.

#### *Hongos.*

Cuando las condiciones de la plantación tienen mucha humedad y poca luz es frecuente que se presenten hongos. Este problema se elimina con la aplicación, mediante aspersiones, de un fungicida. Aunque también es recomendable mejorar las condiciones de iluminación del sitio por medio del desrame de los árboles.

El tipo de producto que se utilice para el control de plagas debe ser determinado en cada caso particular. Se recomienda buscar la asesoría pertinente para diagnosticar la plaga, así como para prescribir su control.

### *3) Aplicación de insumos.*

Otra causa que puede afectar el crecimiento y aspecto saludable de la planta es la falta de elementos nutritivos en el suelo. Lo más común es encontrarlo deficiente en nitrógeno y fósforo. La forma de diagnosticar el tipo de deficiencia es por medio del aspecto de la planta. Por ejemplo, si presenta amarillamiento en las hojas (clorosis) es síntoma de deficiencia en nitrógeno.

Si de antemano se sabe que el suelo tiene deficiencias es conveniente aplicar los insumos que lo reviertan y no esperar hasta que la planta muestre los síntomas, pues esto va en perjuicio del establecimiento y crecimiento adecuado de la planta. Muchas veces estas deficiencias se presentan tiempo después del trasplante, debido a que la planta ha tomado todos los elementos nutritivos del suelo y no está habiendo un buen reciclamiento. Cuando esto ocurre, es necesario proporcionarle los elementos nutritivos necesarios para su crecimiento, por medio de fertilizaciones periódicas. No se puede recomendar una dosis ni un producto en particular, ya que esto depende de las condiciones particulares de cada caso. Aunque por lo general se utilizan insumos que contengan nitrógeno y fósforo.

### *4) Riesgos auxiliares.*

En muchos casos la humedad que reciben las plantas es deficiente, lo puede deberse a los siguientes factores: la preparación del terreno no es la adecuada; el trasplante no se realizó en el momento adecuado, o la reforestación se realizó en un año muy seco.

Cualquiera que sea el motivo, es conveniente realizar riegos auxiliares que permitan a la planta establecerse y evitar perder la plantación. Aunque en la mayoría de los casos el riego sale de las posibilidades, ya sea porque la disponibilidad de agua es crítica en el sitio, o porque el costo energético y económico sería muy grande. Este aspecto es una de las principales causas que evitan el éxito de la reforestación.

Cuando se cuenta con la posibilidad de riego, este debe hacerse cuidando eficientizar el uso del agua. Para esto se recomienda realizarlo a las horas de menor insolación, muy temprano o por la tarde, y buscando el método que cause el menor dispendio de agua. Si el terreno no es muy poroso, se puede distribuir el líquido por canales rústicos y en caso contrario, se tendrá que realizar con manguera o manualmente, utilizando cubetas o regaderas.

La necesidad de riego depende del grado de arraigo que se haya conseguido en las plantas y si éstas presentan una etapa de descanso vegetativo. Es decir, si las plantas que se utilizaron en la reforestación se trasplantaron en la época adecuada y además presentan una etapa en la que se encuentran desprovistas de hojas, el riego no es necesario.

Por el contrario, si hubo muy poco tiempo entre el trasplante y la finalización de la temporada de lluvias y/o las especies introducidas requieren de humedad continua y en el sitio se presenta una temporada seca muy marcada, sólo se podrá asegurar su sobrevivencia y establecimiento por medio del riego. Es aquí donde resaltan dos aspectos que se deben tomar con mucho cuidado; la elección de plantas y la época de trasplante.

##### 5) *Poda*

Se recomienda en el caso de que se quiera dirigir el crecimiento de las especies hacia un fin productivo específico (ver el siguiente apartado Aprovechamiento de áreas reforestadas), o cuando se pretenda equilibrar el desarrollo de la parte aérea (tallo, ramas y hojas) con el desarrollo de la raíz.

Esta práctica además puede tener efectos benéficos en el crecimiento de las plantas. Se ha demostrado que una poda efectuada adecuadamente, puede promover un desarrollo vigoroso de las ramas y el follaje. La manera de efectuar la poda depende de los objetivos que se persigan, de tal forma que si se quiere plantas chaparras con buena producción de ramas y hojas, la poda debe efectuarse en las ramas que tengan un crecimiento más vertical. Si por el contrario, se quiere favorecer un crecimiento en el sentido vertical y con fustes rectos, la poda se debe realizar en las ramas laterales que puedan deformar dicho crecimiento.

La época de realizar la poda generalmente es en la etapa de descanso vegetativo de la planta, seleccionando aquellas ramas que interfieran en la forma de crecimiento deseado. No se debe exagerar la poda, además de tener cuidado en dejar siempre ramas que garanticen la adecuada actividad fotosintética de la planta en la

estación de crecimiento. Asimismo, no se recomienda podar cercano a la base del tronco principal de la planta, ya que esto puede repercutir negativamente en la sobrevivencia de la planta. Sobra decir que la poda se debe efectuar hasta que la planta ha crecido por lo menos 2m y presenta una constitución básicamente leñosa.

## 8 APROVECHAMIENTO DE ÁREAS REFORESTADAS

La finalidad de introducir plantas útiles en la reforestación de áreas deterioradas, es la de aprovechar las parcelas aún cuando se encuentren en proceso de recuperación.

A continuación hacemos algunas recomendaciones de aprovechamiento y manejo de las parcelas reforestadas.

De acuerdo a la disponibilidad temporal de hojas, flores y frutos a lo largo del año, las especies presentan diversas formas de aprovechamiento, dependiendo de la fase fenológica en que se encuentren. Así, en ocasiones servirán como forraje, otras proporcionarán frutos o flores de consumo humano, etcétera (8).

Para poder hacer un mejor aprovechamiento de las áreas reforestadas, se debe dejar que la plantación se establezca y que las plantas alcancen una talla que les permita soportar algún manejo sin el riesgo de afectar su sobrevivencia. Para llegar a esta etapa debe pasar algún tiempo, que dependerá de la velocidad de crecimiento de las plantas.

A continuación presentamos algunas recomendaciones de acuerdo a la orientación que se le quiera dar a la reforestación.

### *a) Área de pastoreo.*

Esta posibilidad será más viable si se cuenta principalmente con plantas forrajes. Se recomienda introducir el ganado a estas zonas cuidando que el pastoreo se haga de tal forma, que no repercuta en la sobrevivencia de las plantas, aunque no es recomendable si el sistema de preparación del terreno que se utilizó contiene bordos y zanjas, pues los animales podrían destruir estas obras. En este caso lo adecuado es obtener manualmente el forraje por medio del desrame. Este método además tiene la ventaja de controlar la cantidad de forraje que se saca de la plantación, el cual no tiene que ser excesivo y debe de estar de acuerdo al desarrollo de la plantación, además de que se puede dirigir el crecimiento de las plantas al realizar la poda.

Es muy importante cuidar que la explotación forrajera que se haga de las parcelas reforestadas no exceda su capacidad de carga. Porque esto pondría en riesgo la permanencia de la plantación.

### *b) Áreas de recolección de leña*

Cuando las plantas introducidas tengan una talla mayor a 2 m y buen desarrollo del fuste y de las ramas, se puede pensar en el desrame como una manera de conseguir leña. Esta práctica se puede combinar con la de pastoreo, permitiendo

que el ganado se alimente de las hojas que contengan las ramas derribadas. El derrame debe hacerse cuidando no dañar excesivamente a las plantas, de modo que sirva para guiar su crecimiento y estimular la producción de follaje. No debe cortarse el tronco principal desde muy abajo porque esto provocará que las plantas no produzcan follaje en buena cantidad y deforestará su crecimiento.

*c) Áreas de recolección*

Si la plantación cuenta con una buena cantidad de plantas que proporcionan frutos y hojas que son utilizados para la alimentación humana, estas áreas se pueden emplear para la recolección. Si la producción es alta, inclusive, se puede pensar su colocación en el mercado local.

*d) Áreas reforestadas que se reabrirán a la agricultura.*

Cuando éste sea el caso, sólo resta hacer una serie de recomendaciones que permitan que el área que se vuelve a incorporar a la agricultura dure más tiempo en producción.

Si el terreno se reforestó por hileras sobre una curva de nivel, no se deben eliminar en su totalidad, se recomienda dejar aquellas que se encuentren en los sitios más críticos (mayores pendientes) de tal forma, que funcionen como bordos que impiden la pérdida de suelo por erosión y que ayuden a ir terraceando el terreno.

Se debe controlar el crecimiento de las plantas que conforman las hileras por medio del desrame. El material surgido de esta práctica, se puede picar y esparcir en el área cultivable para que al descomponerse provea de nutrientes y materia orgánica al suelo, actuando como abono verde.