

EL CULTIVO DEL ALGARROBO

Obtención de semilla, vivero y plantación del algarrobo con especial referencia al Chaco Árido argentino

Elaborado en el marco del Proyecto Nacional de INTA N° 520403 "Conservación, mejoramiento genético y silvicultura del algarrobo en el Chaco Árido argentino"



■ Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Editora
Biól. Ana A. Córdoba (1)
Los contenidos técnicos fueron aportados por
Ing. Agr. Carlos Carranza (2)
Ing. Agr. Jacqueline Joseau (3)
Ing Agr. Marcela Ledesma (2)
Dr. Aníbal Verga (1)

- (1) Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (IFFIVE) INTA. Córdoba
(2) Estación Forestal INTA Villa Dolores. Córdoba
(3) Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
SELECCIÓN DE LA SEMILLA	5
Compra de semilla	5
Cosecha.....	5
Árboles Semilleros	5
Recolección de Frutos.....	7
Trilla de los frutos y almacenamiento de la semilla	8
PRODUCCION DE LOS PLANTINES.....	9
INSTALACIÓN DE UN VIVERO	10
Características generales del vivero	10
Cantero de cría	10
Estimación del número de plantines a producir.....	11
Disposición de los plantines	12
Provisión de agua	12
Depósitos	12
OBTENCION DEL PLANTIN	12
Elección del envase	12
Preparación del sustrato	13
Llenado del envase	13
Tratamiento de la semilla previo a la siembra	14
Siembra.....	14
Cuidados culturales	15
PLANTACION	16
Preparación del sitio	17
Época y momento de plantación.....	17
Traslado de los plantines al campo	17
Marco de plantación	17
Hoyos de plantación	18
Método de plantación	18
Protección de los plantines	19
Riego	20
Reposición de fallas.....	21
CRONOGRAMA ORIENTATIVO DE ACTIVIDADES.....	21
BIBLIOGRAFIA	21

El presente trabajo surge de la experiencia acumulada en los últimos años de varios grupos de trabajo dedicados a investigación y producción de plantines de algarrobo, principalmente en la Estación Forestal INTA de Villa Dolores, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Córdoba y en el IFFIVE.

INTRODUCCIÓN

Durante buena parte del siglo XIX y principios del XX la región Chaqueña principalmente, pero también el Monte y el Espinal contribuyeron en forma decisiva al desarrollo económico del país, con el aporte de múltiples productos de sus bosques. Esta contribución se produjo a costa de sus recursos naturales. En la Región fitogeográfica del Chaco Árido, donde predominan el algarrobo negro o *Prosopis flexuosa* y el algarrobo blanco o *Prosopis chilensis* (Figura 1 y 2), se viene llevando a cabo desde entonces una intensa selección negativa sobre las poblaciones naturales de estas especies, al extraerse los ejemplares de mayor porte, vigor y con mejores condiciones sanitarias, quedando otros, tortuosos, achaparrados, de menor calidad y escaso valor comercial. Esta selección negativa disminuye la capacidad de adaptación de las poblaciones naturales que, unida al efecto del sobrepastoreo, que afecta el repoblamiento natural, tienen como resultado extensas zonas ocupadas por poblaciones de ambas especies con diversos signos de degradación y decaimiento, disminuyendo las posibilidades de su aprovechamiento como recurso renovable y perdiéndose su papel como estabilizador del ambiente.



Figura 1: Ecoregiones del Centro y Norte de la Argentina.

La recuperación de los algarrobos como recurso, para su aprovechamiento y conservación, implica entre otras actividades llevar a cabo planes de reforestación y enriquecimiento de los bosques nativos remanentes. En ese caso se hace necesario contar con semilla de buena calidad y adaptada a cada zona, que resulte apropiada para los fines que se persiguen con dicha plantación, como así también contar con la tecnología necesaria para afrontar estos emprendimientos.

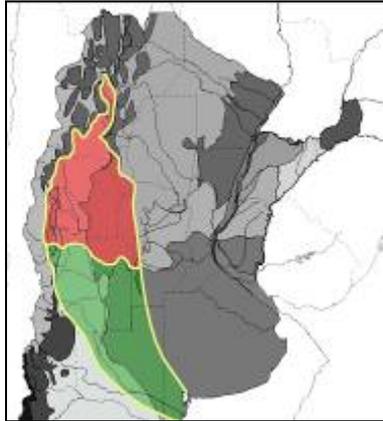


Figura 2: Distribución de *Prosopis chilensis* (en rojo) y *P. flexuosa* (en rojo y verde) en la Argentina.

Este trabajo resume la experiencia y resultados obtenidos a partir de proyectos de investigación aplicada que se vienen desarrollando desde hace ya varios años con el objeto que productores y técnicos cuenten con la información necesaria para llevar a cabo con éxito planes de reforestación y enriquecimiento de bosque nativo con *P. flexuosa* y *P. chilensis* en la región fitogeográfica del Chaco Árido.

Los algarrobos son árboles del género *Prosopis*, Familia *Fabáceas*, que crecen en las regiones áridas y semiáridas del mundo. En estas regiones tienen especial interés por los diversos usos y beneficios que ofrecen a las poblaciones locales. Son especialmente significativos en aquellas regiones donde las condiciones ambientales adversas, junto a la marginación política, social y económica, limitan las posibilidades de implementación de sistemas productivos medianamente exigentes en calidad de suelo y disponibilidad de agua y tecnologías apropiadas. Los algarrobos como especies multipropósito y estabilizadoras del ambiente, pueden transformarse en el componente estructurador de sistemas productivos diversos y adaptados a las condiciones locales particulares. Entre sus múltiples usos y beneficios se destaca la producción de madera de buena calidad, muy valorada y con buenas posibilidades de ser comercializada para mueblería, construcción, así como leña, carbón, etc. dependiendo de su condición sanitaria y la tecnología disponible. Sus frutos poseen un alto valor nutritivo y son consumidos tanto por el Hombre como por el ganado. Estos pueden ser aprovechados en cualquier momento del año, si se los almacena de manera apropiada, sin que pierdan por ello su calidad alimenticia.

Además, los algarrobos pueden ser utilizados estratégicamente como componente arbóreo de sistemas productivos de uso múltiple o sistemas agroforestales, muy promisorios en estas regiones. Entre sus beneficios, es bien sabido que los algarrobos están asociados a bacterias que les permiten asimilar nitrógeno del aire. A través del aporte al suelo de ramas, hojas, flores y frutos enriquecen el ecosistema con este elemento fundamental. Esto, sumado a otras cualidades que los caracterizan, hace de los algarrobos un componente arbóreo ideal en sistemas silvopastoriles u otros donde se los asocia con el cultivo de hortalizas o especies forrajeras. En este último caso se hace particularmente interesante aprovechar el aporte de néctar y polen de sus flores y el de la vegetación circundante asociando la actividad apícola, lo que permite diversificar aun más la producción y hacer un uso más integral del recurso con muy bajo o nulo impacto ambiental.

SELECCIÓN DE LA SEMILLA

Para realizar enriquecimiento del bosque nativo o plantaciones con un fin productivo particular, es necesario contar con material de propagación o semillas adecuadas para el fin que se propone. Se debe garantizar la obtención de semilla proveniente de árboles con características deseables y con un potencial adaptativo que le permita perpetuarse en el sitio por regeneración natural, para así generar bosques con un mínimo costo de mantenimiento. La semilla puede obtenerse a partir de:

Compra de semilla

Si bien la diversidad genética de las poblaciones de algarrobo se ha ido perdiendo debido al mal uso que se ha hecho del recurso, aun existen relictos poblacionales y árboles aislados pertenecientes a las especies puras que presentan buenas características. Estos, además de constituir fuentes proveedores de semilla de calidad posible de ser aprovechada con fines productivos, representan buena parte de la variabilidad existente, constituyendo la base para emprender programas de conservación y mejoramiento del recurso. A los fines de conservar estos relictos y de disponer de material de propagación de calidad, fue creado el Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis* que depende de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Este banco cuenta con semilla de las especies del Genero *Prosopis* que crecen en nuestro país y parte de este material, el de mayor interés, está siendo evaluado a campo.

El Banco dispone de semillas que cumplen con dos requisitos fundamentales: calidad y procedencia conocida. Esto es de gran importancia para poder lograr forestaciones con características deseables y que estén adaptadas a la zona donde se realizará la plantación. La selección de semilla adaptada a la zona que se desee forestar permitirá una mayor supervivencia y un mejor desarrollo de los plantines a campo.

Para acceder a los beneficios de la Ley Nacional 25.080, que subsidia la plantación para enriquecimiento de bosque nativo, el material de propagación que se utilice debe proceder de un vivero inscripto para tal fin. En el caso particular de cosecha y producción propia de plantines no se podrá acceder a ese beneficio, salvo que se complete con el trámite de inscripción correspondiente.

Cosecha

Árboles Semilleros

También es posible obtener la semilla a partir de la cosecha de árboles seleccionados a campo utilizando una serie de criterios para su elección, es decir, de *árboles semilleros*. Se aconseja contar para la plantación con una mezcla de semilla proveniente de por lo menos 10 árboles semilleros. De esta manera se garantiza tener un mínimo de diversidad en la semilla que contribuye a un mayor poder de adaptación de la futura plantación al sitio, en un ambiente adverso y a la vez fluctuante.

Los árboles semillero deben contar con las siguientes características:

- **Ser añosos o adultos.** Los árboles más viejos dan prueba de su capacidad de supervivencia ante las variables ambientales ocurridas tanto recientemente como a lo largo de su historia de vida. Por otro lado, el proceso de alteración del hábitat

que se viene llevando a cabo desde hace ya varias décadas, ha generado cambios profundos en las características de las poblaciones naturales. Esto hace que la selección de árboles añosos de una cierta garantía de su pertenencia a poblaciones originales de las especies puras. Además, este criterio de selección está generalmente ligado a muchos de los otros que se describen a continuación.

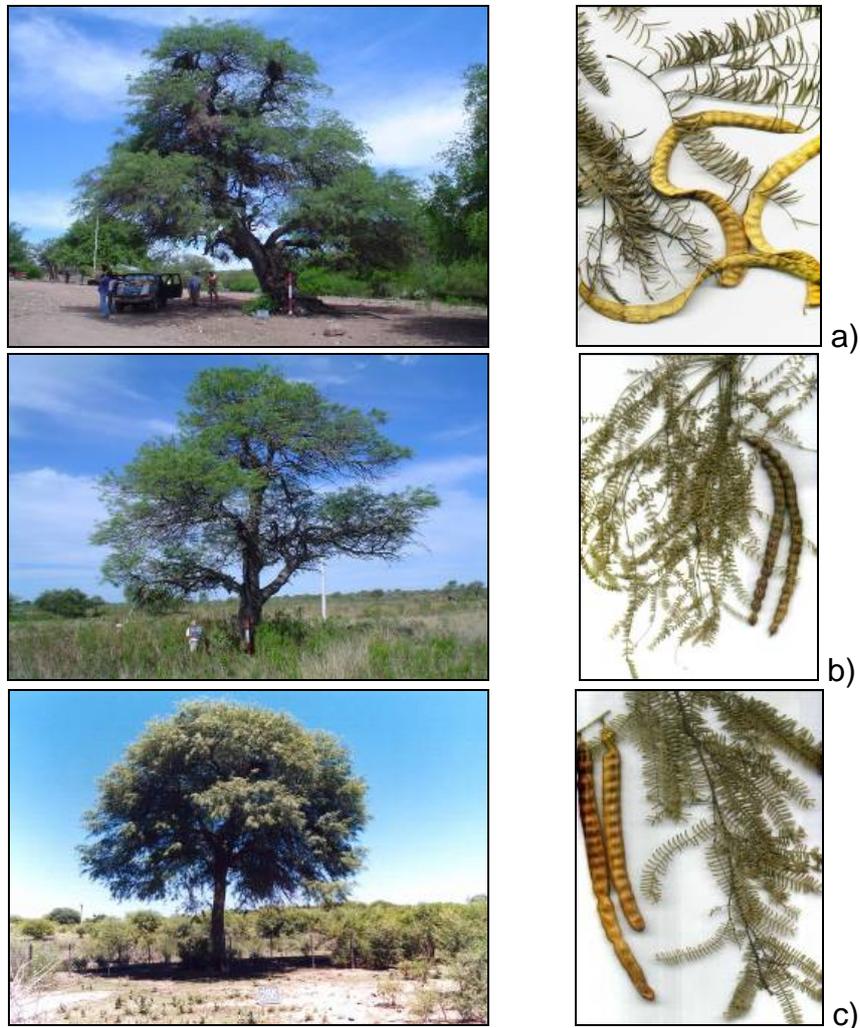


Figura 3: Diferenciación morfológica entre *P. chilensis* (a), *P. flexuosa* (b) e híbridos interespecíficos (c): a) Frutos de color amarillo, espiralados, aplanados y de bordes rectos, hojas grandes, péndulas, con distancia entre foliolulos notoriamente mayor que el ancho de los mismos, pecíolo de 22-55 cm de long., 1 a 3 pares de ejes secundarios (pinas) de 8 a 16 cm de long, con 12 a 28 pares de foliolulos cada uno de 9-35 X 1-2 mm; b) frutos curvados y arosariados (con una marcada constricción entre las semillas), generalmente oscuros, hojas mas pequeñas que *P. chilensis*, pecíolo de 10-49 cm de long, 1 o 2 pares de ejes secundarios de 5 a 10 cm de long, con 13 a 25 pares de foliolulos cada uno de 5-13 X 0.8-1.4 mm; c) Los híbridos presentan para casi todos los caracteres valores intermedios respecto de las especies puras, sus frutos son desde rectos a espiralados, por lo general algo aplanados, de diversa coloración, combinando fondos y manchas que van desde el marrón oscuro al amarillo, hojas de tamaño variable en el mismo árbol, pecíolo de 22-37 cm de long., 1 o 2 pares de ejes secundarios de 7 a 12 cm de long, con 16 a 29 pares de foliolulos cada uno de 11-14 X 0.9-1.3 mm.

- **Pertenecer a una de las especies puras (Figura 3 y 5b).** De este modo resulta mas seguro obtener semilla que dará origen a plantas cuyas características se corresponden con los criterios de selección.

En áreas donde conviven ambas especies, estas pueden cruzarse entre si dando como resultado la formación de *híbridos interespecíficos*. Estos híbridos constitu-

yen un grupo heterogéneo que combina características de ambas especies puras. Aparecen sobre todo en el repoblamiento de áreas perturbadas como consecuencia de la actividad humana, en zonas de desmonte, con sobrepastoreo, banquinas de rutas, etc. Presentan alto vigor en el crecimiento, buena adaptación al proceso de plantación y establecimiento. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la descendencia de los híbridos no mantiene las características de los progenitores. Por esta razón, y hasta que no se haya profundizado en el conocimiento del comportamiento de este grupo, se aconseja cosechar en rodales puros; es decir, constituido por una sola especie, y con cierto grado de aislamiento de otras poblaciones para evitar que la semilla cosechada provenga del cruzamiento entre dos especies.

- **Que constituyan parte de un rodal.** No es recomendable cosechar árboles aislados, que se encuentren muy lejos de fuentes de polen de la misma especie. La semilla proveniente de rodales presenta mayor variabilidad que aquella obtenida de árboles aislados donde existe un mayor porcentaje de autofecundación.
- **Poseer características deseables.** Este criterio de selección variará según los objetivos que se persigan para la plantación al mediano o largo plazo. Se debe tener en cuenta que los caracteres en base a los cuales se seleccionan los árboles son consecuencia no sólo de sus características genéticas, sino también de la influencia del ambiente. Por lo tanto no todas las características que posee el árbol semillero seleccionado serán transmitidas o heredadas a su descendencia. Asimismo, además de las características del árbol individual, se deben tener en cuenta las características del rodal en su conjunto, debido a que el árbol semillero (árbol madre) aporta sólo la mitad de la información genética a la semilla, mientras que la otra mitad proviene de los individuos de su entorno (árboles padres).
- **Estar adaptados a la zona.** En principio, la semilla proveniente de árboles del lugar, o creciendo en ambientes similares al sitio en que se establecerá la plantación, permitiría lograr una mayor supervivencia de los plantines a campo. Sin embargo, en ambientes muy modificados, con poblaciones de algarrobo que estuvieron sujetas a una explotación severa, la semilla proveniente de estos árboles pueden dar origen a plantaciones poco adaptadas al ambiente actual. Esto puede explicarse por el efecto combinado de un ambiente modificado y una población empobrecida.
- **Ser sanos.** Los problemas sanitarios pueden comprometer el futuro de la plantación como así también la calidad de los productos que de ella se deseen obtener. Por ello se debe evitar en lo posible recolectar semilla de árboles enfermos, que presenten síntomas de daño producido por insectos, hongos, etc.
- **Presentar dominancia.** La presencia de árboles que muestren un mayor crecimiento respecto de otros que se encuentran creciendo en el mismo lugar podría deberse a ciertas ventajas adaptativas que estos posean y ser estas heredables, es decir ser transmitidas estas ventajas a la descendencia.

Recolección de Frutos

La cosecha o recolección de los frutos de los árboles semilleros se debe realizar cuando la vaina esta madura, momento en el cual la semilla ha terminado de desarrollarse. Es posible saber si el fruto esta maduro y la semilla lista para cosechar porque al agitar el fruto se puede escuchar el ruido de las semillas que se han desprendido de

las paredes de la vaina. Es conveniente cosechar los frutos directamente del árbol y colocarlos en bolsas que permitan su aireación. Sin embargo hay veces que al momento de la cosecha las vainas ya se encuentran en el suelo. En este caso solo se deben cosechar los frutos de los cuales se este seguro que pertenecen al árbol semillero. Conviene recogerlos lo antes posible para evitar que la semilla sea dañada por los insectos y con cuidado de no juntar hojas, ramas y otras impurezas. (Figura 4).



Figura 4: Cosecha de los frutos de un árbol semillero. Los frutos son guardados en bolsas que permitan su aireación.

El momento en el cual se deben cosechar los frutos varía según la zona. En la Tabla 1 se muestra la época de cosecha para las distintas regiones que abarca la distribución de las especies en cuestión.

Zona	Época de cosecha
Chaco árido	Fines de diciembre - Principios de Enero
Monte (La Rioja, Catamarca)	Fines de Diciembre - Principios de Enero
Monte (Mendoza)	Segunda Quincena de Enero

Tabla 1: Épocas de cosecha de *P chilensis* y *P flexuosa* en las distintas regiones fitogeográficas.

Trilla de los frutos y almacenamiento de la semilla

La algarroba o fruto del algarrobo es una vaina o chaucha indehiscente, que no se abre al madurar, de la cual se debe extraer la semilla. El fruto cuenta con tres capas bien diferenciadas. (Figura 5)

Una vez cosechados los frutos, éstos deben ponerse a secar al sol o en estufa a 48°C aproximadamente, hasta que la chaucha pierda flexibilidad y se quiebre fácilmente. Se debe tener precaución de no exceder en mucho la temperatura de secado recomendada para no afectar el poder germinativo de la semilla. Después del secado se extrae la semilla manualmente o bien utilizando una trilladora específica. Se estima que con 9

a 11 kg de fruto seco se obtiene un kilogramo de semilla, lo cual equivale aproximadamente a 12.000 y 20.000 semillas de algarrobo blanco y negro respectivamente.



Figura 5: Fruto (izquierda) y hoja (derecha) del algarrobo. Se muestran las partes que forman el fruto: *Exocarpio*, capa más externa que da el color al fruto; *mesocarpio*, parte carnosa que da el sabor al fruto; *endocarpio*, parte leñosa y dura que cubre la semilla. A la izquierda se muestran la semilla de algarrobo blanco (arriba) y algarrobo negro (abajo). Partes de una hoja de algarrobo, donde se muestran las principales características utilizadas para la clasificación morfológica de los individuos.

En caso de no poder trillar los frutos luego de secarlos, éstos deben ser tratados para mantenerlos libres del ataque de insectos, principalmente de los Bruchidos cuyas larvas se alimentan de la semilla. Un tratamiento que ha dado buenos resultados es conservarlos en heladera o freezer, hasta tanto se realice la trilla. También suelen realizarse controles químicos utilizando pastillas de fosforo de aluminio. Sin embargo su aplicación no es aconsejable por tratarse de un producto muy peligroso para la salud humana.

Una vez extraídas las semillas se deben eliminar aquellas que estén partidas o presenten orificios producidos por daño de Bruchidos y luego se las guarda en envases cerrados a -18°C y con baja humedad, o bien en heladera común a $+5^{\circ}\text{C}$. Bajo estas condiciones de almacenamiento, la semilla puede mantenerse viable durante un largo periodo de tiempo (hasta más de 10 años). El poder germinativo es en general muy elevado, pudiendo superar el 90%, inclusive luego de muchos años de conservación.

PRODUCCION DE LOS PLANTINES

A partir de la semilla seleccionada se producirán los plantines que irán a plantación. Los plantines se pueden comprar en un vivero o los puede producir el propio productor.

Si existe la posibilidad de obtener plantines en la zona, producidos con semilla que den origen a plantaciones adaptadas a la región, pueden no justificarse todos los esfuerzos e inversiones necesarias para la construcción de un vivero. Ello dependerá del análisis económico que se haga de ambas alternativas. En tal caso debe tenerse en cuenta, no sólo el precio sino también la calidad del producto (ver más adelante en "Obtención del plantín") y las condiciones de entrega con suficiente anticipación. Es preferible solicitar la entrega una o dos semanas antes de la fecha de plantación para

permitir la recuperación de las plantas luego del estrés que sufren en el traslado. En el pedido que se hace al vivero se debe prever un 20 o 30% más de plantas para la reposición de las fallas.

INSTALACIÓN DE UN VIVERO

En el caso que se evalúe conveniente la instalación de un vivero propio, éste deberá construirse teniendo en cuenta diversos aspectos que se detallan a continuación:

Características generales del vivero

Un vivero para la producción de algarrobos es de fácil instalación. Como todos los viveros, debe estar ubicado en un terreno con buen drenaje, nivelado y en lo posible cerca de la zona de plantación, a los fines de disminuir los costos y riesgos en el traslado de los plantines. Debe tener fácil acceso y poseer además una provisión de agua en cantidad y calidad adecuadas. Es importante que se encuentre cercado y protegido de la entrada de animales.

Debido a que la producción de plantines de algarrobo se realiza mediante siembra directa en envases, no es necesaria la construcción de almácigos. La totalidad del proceso de producción de plantines se realiza en los *canteros de cría*.

Cantero de cría

El cantero de cría es el lugar donde se encuentran las plantas creciendo en envases individuales. Consiste en un cantero de 1 metro de ancho, para facilitar las tareas del viverista desde ambos lados, y de largo variable que dependerá de la cantidad de plantas a producir, del tamaño de los envases a utilizar y el distanciamiento entre plantines en el cantero. (Figura 6)

Debido a las condiciones climáticas que rigen en general en las áreas donde se producen plantines de algarrobo, se utilizan normalmente canteros de cría **bajo** nivel. La profundidad de los canteros deberá ser tal, que el borde de los envases no sobresalga del nivel del suelo.

La base de los canteros puede ser el suelo compactado, ladrillo o cemento. Debido a que se utilizan envases sin fondo existe el riesgo que las plantas arraiguen o formen raíz fuera del envase en este tipo de canteros. Cuando ocurre esto, se observa un mayor crecimiento de los plantines; pero al ser movidos, si la proporción de raíz que se encuentra fuera del envase es muy alta, la planta puede secarse. Para evitar este problema los plantines deben ser movidos y se debe realizar un corte de raíces regularmente, una vez cada 7-10 días en el caso de piso de tierra compactado y cada 15-20 días con piso de ladrillo o cemento.

Un método que elimina la necesidad de movimiento de envases y cortes de raíces es el de "cantero suspendido". Consiste en colocar una malla metálica suspendida sobre el piso del cantero a unos 10 cm de altura. Sobre esta malla metálica se apoyan los envases, de tal manera que el fondo quede en el aire. Los plantines producidos en este tipo de canteros mantienen la totalidad de sus raíces dentro del envase sin necesidad de movimientos ni cortes, dado que se van secando al tomar contacto con el aire a medida que crecen fuera del envase. (Figura 6)



Figura 6: Cantero de cría (a). Aspecto general de un cantero de cría suspendido y de la malla metálica donde apoyan los envases (b). Disposición de los envases en el cantero, con la separación apropiada entre ellos en la hilera, dada por el tamaño del envase (c) y la separación entre las hileras, utilizando separadores (d).

Los laterales del cantero pueden ser de madera o de mampostería dependiendo en parte de la duración que se pretende dar al vivero y de los costos que se puedan asumir. Es conveniente también disponer de protección ante inclemencias climáticas que puedan dañar los plantines, como mallas plásticas para evitar daños de granizo, cortinas rompe viento, etc.

Estimación del número de plantines a producir

El número de plantines necesarios a producir para abastecer la plantación dependerá del total de la superficie a plantar y del marco de plantación o distanciamiento que tendrán los plantines en el terreno. A esta cantidad se deberá sumar un 20 o 30% más de plantas teniendo en cuenta que, tanto por fallas en el vivero como en la plantación, no todos los plantines se lograran con éxito. Las principales causas de fallas son:

- Fallas en la germinación. Estas fallas pueden ocurrir por utilizar semillas dañadas, enfermas o vanas. Se puede considerar falla cuando después de una semana aproximadamente de realizada la siembra la semilla aun no ha germinado. En ese caso se deberá resembrar.
- Aparición de plantas que no alcanzan las características deseables para ir a plantación. Se trata de plantas con muy bajo crecimiento, malformaciones, etc.
- Pérdidas luego de la plantación. Las principales causas de la muerte de los plantines en el campo se describe mas adelante.

Disposición de los plantines

Los plantines de algarrobo, en especial los de algarrobo negro, tienen alta exigencia en luz, por lo que deben ser cultivados a pleno sol y con la suficiente separación entre ellos de modo de reducir la interferencia por luz entre plantas. El distanciamiento entre las plantas en la hilera está dado por el diámetro del envase, mientras que para lograr una adecuada separación entre hileras, resulta útil colocar separadores entre ellas de modo que mantengan una distancia apropiada y constante. La medida a utilizar puede ser equivalente a la del tamaño del envase (Ver Figura 6). Así se logran árboles robustos, equilibrados y con elevado nivel de reservas.

Provisión de agua

De no contar con agua corriente o en disponibilidad suficiente, es necesario tener un tanque que provea de agua al vivero tanto para el riego de las plantas como para las tareas de limpieza. A continuación se detallan los niveles aproximados de consumo diarios de agua en el vivero, si bien se debe tener en cuenta que estos valores estimativos pueden fluctuar dependiendo de las condiciones climáticas, tipo de suelo, etc.:

- En el cantero de cría se requieren unos 21 litros/ m²/día
- Se le debe agregar un 25 % más por pérdidas, limpieza de herramientas, etc.

Estimado el volumen de agua necesario, se calculan las dimensiones que debe tener el tanque para poder almacenar el agua que se necesita para cubrir la demanda mensual del vivero. A modo de ejemplo, en un tanque de 3,6 m de diámetro por 1 m de altura se logra almacenar un volumen de agua de 10 m³, suficiente para cubrir la demanda de 3.000 plantines.

Depósitos

Es necesario contar con un sitio apropiado para guardar las herramientas e insumos del vivero y la tierra y arena que se utilizan para preparar el sustrato con que se llenan los envases.

OBTENCION DEL PLANTIN

Desde el momento de la siembra (inicio de la primavera) hasta que el plantín logra un tamaño apropiado para ser llevado al campo (fines del verano) transcurren de cuatro a seis meses, dependiendo de las condiciones ambientales.

Un plantin puede considerarse apto para ser llevado al campo cuando alcanza una altura de 40 a 50 cm y un diámetro basal del tallo de 4 a 5 mm. Además la planta se debe ver sana, vigorosas, con abundante cantidad de hojas y con sus ápices en crecimiento.

Elección del envase

Los plantines de algarrobo se producen en envases individuales, en los cuales se los conserva hasta el momento de la plantación. De esa forma se logra una mayor supervivencia de las plantas en el campo, debido a que sus raíces no sufren daños al estar protegidas por el "pan" de tierra. Sin embargo, el envase es un elemento que limita el crecimiento de la planta. Para lograr un adecuado balance entre el crecimiento aéreo y

radicular y, considerando que el crecimiento de la raíz en los estadios iniciales es muy rápido, se hace necesario utilizar envases suficientemente largos y sin fondo para que la raíz no sufra deformaciones por enrulamiento.

Para definir el tamaño del envase se debe tener en cuenta que a medida que los plantines que se producen son más grandes, tienen un mejor desarrollo en el campo y mayores posibilidades de sobrevivir. Sin embargo obtener plantines de mayor tamaño eleva los costos de producción y plantación, dado que se requieren mayores volúmenes de tierra, más superficie de cantero de cría, e implican un costo adicional en las tareas de mantenimiento y traslado, entre otros. Un envase que ha dado buenos resultados en la producción de plantines aptos para la región del Chaco Árido, en cuanto a supervivencia de las plantas, costos y operatividad, es aquel de 20 cm de longitud y 6 cm de diámetro. Para la región del Monte, por ser más árida, se aconseja usar envases de mayores dimensiones (30 cm de largo por 8 cm de ancho) a los fines de lograr llevar al campo plantas de mayor tamaño.

Se recomienda utilizar envases de polietileno tubular de 100 micrones de espesor y de colores opacos a la luz, ya que ésta afecta a la microflora simbiote de las raíces de los algarrobos en perjuicio de la planta. Este material viene en forma de tubos continuos que se cortan según el largo del envase deseado.

Preparación del sustrato

El sustrato que se utiliza consiste en una mezcla formada por tres partes de tierra franca de algarrobal y una parte de arena. La porción de tierra debe tener al menos 1% de materia orgánica para facilitar la inoculación de los plantines con bacterias y hongos que le son benéficos. Es conveniente, entonces, extraer la tierra ubicada bajo la copa de los árboles, de suelo cubierto, es decir sin síntomas de erosión.

En algunos casos la tierra es previamente tratada con un procedimiento muy económico llamado *solarización* para evitar la aparición de enfermedades y de malezas. Este tratamiento consiste en colocar al sol durante 20 a 30 días la tierra bien extendida (no debe superar los 50 cm de altura) y con buena humedad, previamente cubierta con un polietileno transparente de 30 micrones. Con esta técnica se eliminan las malezas anuales y los microorganismos no benéficos, ya que los benéficos permanecen por ser más resistentes a las altas temperaturas.

Llenado del envase

Para lograr el llenado del envase sin fondo, primero se debe formar el piso del envase o tapón que consiste en la compactación suave de una porción de tierra moderadamente húmeda de aproximadamente 2 cm de espesor. De esta manera se evita perder tierra o el vaciamiento total de los envases. Por otro lado debe tenerse en cuenta que un suelo muy compactado en la base del envase puede provocar resistencia a la penetración de las raíces, por lo que éstas crecen únicamente entre el suelo y el polietileno disminuyéndose así el tamaño efectivo del envase, con la consiguiente pérdida de crecimiento y vigor del plantín, y en algunos casos, provocando malformación de raíces. Se completa el llenado con tierra seca y previamente tamizada, agregando de a pequeñas cantidades y golpeando el envase contra el piso sucesivamente para comprimir el contenido hasta una altura de 1 cm. por debajo del borde del envase. Luego del llenado, es conveniente realizar un riego abundante con lluvia fina hasta humedecer toda la tierra para que quede firme. Con esta práctica el nivel de tierra queda

aproximadamente 2-3 cm por debajo del borde, lo que facilitara la siembra y los riegos posteriores. (Figura 7).



Figura 7: Secuencia del llenado de los envases. a) Se debe contar con el sustrato preparado y los envases; b) se forma el piso del envase o tapón para un envase sin fondo; c) se completa el llenado del envase con tierra hasta 1cm por debajo del borde del envase.

Para calcular el volumen de sustrato que se necesita se debe tener en cuenta que envases de 6 cm de diámetro y 20 cm de altura tienen algo más de medio litro de capacidad (540 cm³). Por ejemplo para el llenado de 1000 envases de estas dimensiones se necesitará algo más de medio metro cúbico de sustrato.

El llenado del envase es muy importante dado que el pan de tierra contiene a la planta. Si este no queda lo suficientemente firme se corren riesgos de que se desarme y la planta se seque. Dos personas ya entrenadas en esta tarea pueden llenar y acomodar más de 500 envases por día.

Tratamiento de la semilla previo a la siembra

La semilla de algarrobo posee un tegumento duro y casi impermeable al oxígeno y al agua que le permite mantenerse en dormancia durante largo tiempo. Para que la semilla germine se debe aplicar previo a su siembra un *tratamiento pregerminativo*. El más utilizado y que en general ha dado los mejores resultados es el tratamiento mecánico, que consiste en la *escarificación* y posterior *imbibición* de la semilla en agua: Se raspa suavemente la semilla con una lija fina para lesionar levemente el tegumento y luego se la coloca en remojo con agua a temperatura ambiente durante 12 a 24 horas, hasta que se haya hinchado. La semilla germina con temperaturas que van desde los 20 a los 40 °C si bien el óptimo es de 30 °C. (Figura 8a)

Cuando sea necesario escarificar grandes volúmenes de semilla conviene hacerlo mediante la agitación de un envase cerrado tapizado por dentro con lija fina.

Siembra

Se debe comenzar con la producción de los plantines al menos entre 3 a 4 meses previos a la plantación, es decir, en los meses estivales cuando las temperaturas medias superan los 20 °C. Una vez realizado el tratamiento pregerminativo, las semillas hinchadas son sembradas de a una por envase. Si se tiene semilla de bajo poder germinativo o con muchas fallas en la germinación se pueden sembrar de a dos semillas por envase. En este caso se deberá tener la precaución de revisar los envases luego de la emergencia para asegurarse de dejar sólo una planta por envase. Hay que realizar esta operación con precaución para no dañar la planta que queda.

Se coloca la semilla sobre el sustrato previamente humedecido y se la presiona levemente con el dedo. Luego se cubre la superficie del sustrato con una capa delgada de arena fina lavada, de aproximadamente 1 cm de espesor. La arena se utiliza con el fin de evitar la formación de costras en el sustrato luego del riego, conservar la humedad del suelo por más tiempo, disminuir la aparición de malezas y mantener seco el cuello de la plantita para evitar el ataque de hongos. (Figura 8b)

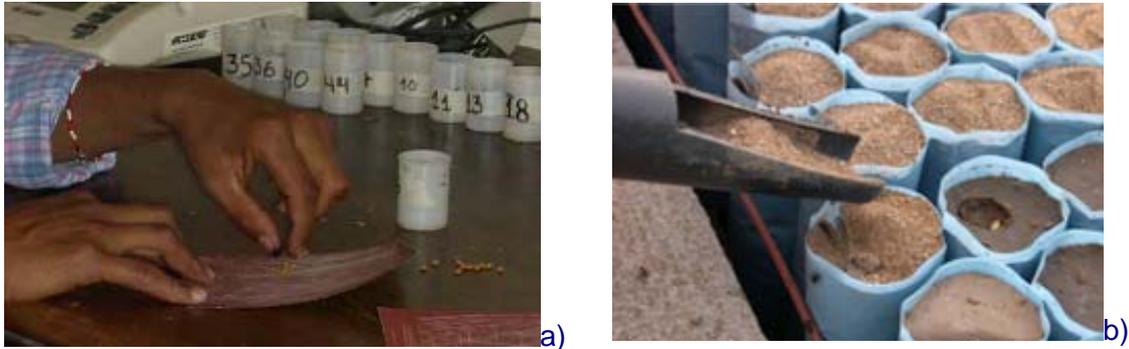


Figura 8: a) Escarificación mecánica de la semilla: Se raspa suavemente la semilla sobre una lija fina. b) Siembra: Se coloca la semilla sobre la tierra húmeda presionando levemente con el dedo y luego se cubre con una capa delgada de arena fina lavada.

La emergencia de la plántula ocurrirá entre las 12 y 48 horas, dependiendo de la temperatura ambiente.

Cuidados culturales

- **Riego:** Desde el momento de la siembra hasta la emergencia del plantin se realiza un riego diario. Luego, durante los primeros meses, se aconseja realizar un riego cada dos o tres días, dependiendo de las temperaturas y humedad relativa, para que las plantas crezcan con buen ritmo, sin sufrir escasez de agua. En cuanto las plantas manifiesten marchitamiento en observaciones al mediodía, se debe reanudar el riego. El último mes pueden *rusticarse* los plantines, reduciendo la oferta de agua como una forma de prepararlas para su instalación en el campo, donde la disponibilidad de agua será menor.
- **Desmalezado:** Se deben mantener los envases libres de malezas para evitar que estas compitan con el plantin. La extracción se hace en forma manual y periódicamente, evitando que las malezas crezcan demasiado y puedan afectar negativamente a las raíces del plantin y el pan de tierra cuando se extraen.
- **Tratamientos sanitarios de prevención y curativos**

a) Enfermedades:

Existen principalmente tres enfermedades causadas por hongos que afectan al plantin:

- **Oidio:** Esta enfermedad se caracteriza por producir manchas blancas en las hojas debido a la presencia de hongos del Genero *Uncinula*.
- **Marchitamiento:** Es causado principalmente por hongos del genero *Fusarium*. Este síntoma aparece a pesar de que las plantas tengan buena provisión de agua.

- Cancros: se forman cancros (lesiones) en las ramas y ramitas produciéndose defoliaciones. Se asocia a esta sintomatología a *Gloeosporium*.

Los tratamientos preventivos para evitar la aparición de los hongos consisten en mantener bajos los niveles de humedad. Se debe evitar regar por la tarde para que no quede humedad en las hojas durante los momentos más frescos de la noche, mantener los plantines bien aireados dejando suficiente espaciamientos entre ellos y no exagerar en el volumen de riego.

Las condiciones ambientales favorables para este tipo de enfermedades son temperaturas medias entre 20 y 30 °C y alta humedad relativa. Cuando se den estas condiciones se pueden realizar aplicaciones preventivas de fungicidas sistémicos (que absorbe la planta), como Carbendazin y Benomil.

Si se presentan los primeros síntomas de infestación se deben tratar las plantas con fungicidas sistémicos como Carbendazin, Benomil y Tebuconazole. Este último resulta particularmente efectivo para Oídios. Cuando se observan síntomas ya avanzados de *Fusarium sp.* y *Gloeosporium sp.* se deben aplicar fungicidas de contacto como Captan y Tiram. En todos los casos, la aplicación debe ser cada quince días, rotando los fungicidas si es posible. Una vez que las plantas se hayan recuperado se deben suspender las aplicaciones. Las plantas muy enfermas y que no se recuperen deben ser eliminadas.

b) Plagas:

Las chicharritas al igual que los ácaros pueden provocar la muerte de los plantines cuando la infestación es alta. Aparecen en los meses de agosto y septiembre, cuando aún las temperaturas son bajas y no han comenzado las lluvias. Sin embargo, los síntomas de daño resultan diferentes.

En el caso de las chicharritas se observan deformaciones y clorosis (puntos amarillos) en las hojas y brotes tiernos. El ataque de ácaros se caracteriza por la presencia de "tela de araña", principalmente en las hojas, acompañado de una defoliación severa. Se controlan aplicando insecticidas como Acefato o Dimetoato. Para ácaros, se puede utilizar un producto específico de bajo impacto ambiental como el Abamectin.

Las hormigas también producen daños importantes y es común su control mediante la aplicación de cebos a base de Fipronil o Sulfuramida.

Las babosas causan daños principalmente en los primeros estadios de la planta, comiendo las hojas y la base del tallo. Para combatirlas se puede aplicar metaacetaldehído en forma de cebo o con pulverizaciones según la marca comercial que se utilice.

PLANTACION

La plantación es la etapa en la cual los plantines son instalados en el campo. En esta etapa las plantas son sometidas a altos grados de estrés, por lo cual los procedimientos que se adopten influyen de manera importante en la supervivencia futura de los plantines. Los primeros dos años posteriores a la plantación, son la etapa crítica del establecimiento de la forestación. Los principales riesgos están dados por la herbivoría, ya sea de animales domésticos o silvestres y por las condiciones ambientales des-

favorables, principalmente la sequía. Sin embargo, ambos riesgos pueden ser minimizados mediante prácticas adecuadas.

Preparación del sitio

La plantación debe quedar dentro de una clausura para evitar el daño de animales por pisoteo y ramoneo. La clausura se puede hacer con la instalación de un alambrado perimetral y si es necesario agregar ramas espinosas sobre el mismo. A ambos lados del alambrado perimetral deben mantenerse calles cortafuego, libres de vegetación combustible, en un ancho de por lo menos 10 m principalmente durante la época de mayor riesgo de incendios.

Época y momento de plantación

La época de plantación ideal para la región del Chaco árido es el final del verano e inicio del otoño, cuando las temperaturas comienzan a disminuir, el suelo ha acumulado humedad y aún existen probabilidades de precipitaciones antes de entrar al receso invernal.

Para el momento de la plantación son preferibles los días nublados, con alto contenido de humedad en el suelo (por ejemplo, después de 30 mm de lluvia) y con temperaturas templadas. Estas condiciones disminuyen el estrés que sufre el plantín durante la plantación y contribuyen a su instalación en el sitio.

Traslado de los plantines al campo

Cuando el vivero se encuentre lejos del lugar de plantación, los plantines deberán ser trasladados al campo algunos días previos a su instalación en el sitio, a los fines de que se recuperen del estrés del viaje. Se los puede llevar en cajones de madera liviana para evitar que se dañen y facilitar su posterior distribución en el campo. El día anterior a la plantación las plantas se deben regar de manera abundante para disminuir el estrés.

Marco de plantación

No existiendo en la zona experiencia de ciclos completos de cultivo forestal que permitan definir las densidades más adecuadas de plantación, debemos basarnos en características propias de las especies de *Prosopis* para poder definir las. Por tratarse de especies *heliófilas* (que prefieren el sol) y sin una marcada *dominancia apical* (forman muchas ramas laterales), no son recomendables realizar plantaciones de alta densidad, pues no mejoran sustancialmente la forma y afectan negativamente el crecimiento individual.

Teniendo en cuenta la distribución natural de las especies y la densidad promedio que soportan nuestros montes en el Chaco Árido podemos aspirar a lograr entre 100 y 150 árboles maduros por ha, al turno de corta. Por otra parte, teniendo en cuenta que se trata de especies aun no domesticadas y por lo tanto con amplia variabilidad, es recomendable disponer de suficientes plantas logradas, para poder efectuar alguna selección durante el ciclo del cultivo. Teniendo en cuenta estos antecedentes, actualmente se recomienda forestar a una densidad inicial de entre 400 y 500 plantas por hectárea, que permitirá una adecuada cobertura del terreno en los primeros años del cultivo,

posibilitará aprovechamientos intermedios con valor económico, y la selección de los mejores individuos para la corta final.

En caso de tener por objetivo el enriquecimiento de bosque nativo en sitios que presentan monte bajo degradado, es conveniente realizar la forestación bajo cubierta de la vegetación remanente. El objetivo de esta modalidad de plantación es evitar la desecación del suelo y el estrés de los plantines, disminuyendo la insolación y su exposición al viento. En este caso se abren *picadas* de un metro de ancho, cada cinco metros, extrayendo las especies arbustivas. (Ver figura 11c). Las picadas facilitan las actividades de plantación, permiten una mayor entrada de luz al plantín y evitan a su vez la competencia por los recursos del suelo con la vegetación natural. Una persona puede realizar entre 150 y 300 m de picada por día, dependiendo de las características del arbustal.

Hoyos de plantación

El hoyo de plantación debe ser de 40 cm de profundidad por 30 cm de diámetro aproximadamente. (Figura 9). Para facilitar la acumulación de humedad y evitar la desecación del suelo, se deben conservar tapados con la tierra removida hasta el momento de la plantación. Los hoyos deberán realizarse en el centro de las picadas. Plantar dentro del área de influencia de los arbustos (*planta nodriza*) puede favorecer la supervivencia y crecimiento del plantín. Es aconsejable realizar el hoyado unos días previos a la plantación para minimizar el tiempo en que los plantines quedan a campo sin plantar. Una persona puede realizar entre 300 y 400 hoyos por día en un monte normal, pero si el suelo se encuentra compactado el rendimiento puede descender a 100 hoyos por día.



Figura 9: El hoyo se puede hacer en el área de influencia de los arbustos para favorecer la supervivencia y crecimiento del plantín (a). El hoyo debe ser de 40 cm de profundidad por 30 cm de diámetro aproximadamente (b).

Método de plantación

Como se menciona más arriba, la plantación se efectuará inmediatamente después de una precipitación que haya humedecido un perfil de 20 a 30 cm de suelo, normalmente equivalente a una lluvia de 30 mm. Es importante realizar la tarea en el menor tiempo posible, evitando que los plantines sufran algún tipo de estrés. Si bien la tarea de plantación se puede agilizar con el reparto previo de los plantines junto a los hoyos, no es aconsejable que estos queden expuestos largo tiempo al sol ya que las plantas se verán severamente estresadas en días soleados y tendrán menores probabilidades de sobrevivir.

Antes de ubicar la planta en el hoyo, se corta el tubo plástico con una trincheta afilada, facilitando un corte neto longitudinal sin alteración del pan de tierra. El plantín se ubica en el hoyo teniendo cuidado que no quede torcido y se agrega tierra desmenuzada hasta $\frac{3}{4}$ de su altura. Recién entonces se retira el tubo plástico suavemente, y se completa el rellenado del hoyo, hasta la altura del cuello de la planta, compactando suavemente para no dejar espacios de aire. El cuello del plantín debe quedar 10 cm por debajo del nivel del suelo, lo que permitirá cavar una cazuela de esa profundidad de entre 1 y 1.2 m de diámetro, para una mejor captación de agua de riego o lluvia. (Figura 10).



Figura 10: Procedimiento de plantación: Se corta el tubo plástico con una trincheta sin alterar el pan de tierra (a); el plantín se ubica en el hoyo (b); se agrega tierra y se retira el tubo plástico (c); se completa el rellenado del hoyo, hasta la altura del cuello de la planta, compactando suavemente la tierra (d).

Ha dado buenos resultados la construcción de microcuencas, orientadas de manera de maximizar la escorrentía de agua hacia las plantas. Tanto las cazuelas como las microcuencas, deben mantenerse libres de malezas para que cumplan su cometido.

Resulta eficiente en la plantación trabajar con un grupo formado por una persona encargada de la distribución de los plantines y cuatro, en grupos de a dos, dedicadas al plantado. De esta manera se alcanza a plantar unos 1200 plantines por día, equivalente a 3 ha de plantación a una densidad de 5m x 5m.

Protección de los plantines

Mientras las plantas son pequeñas, suelen ser importantes los daños ocasionados por roedores (liebres, conejos, vizcachas, cuisés, etc.) en brotes y tallos. También el plantín puede secarse como consecuencia de un corte de su tallo principal. Cuando no sea posible restringir el ingreso de estos animales a niveles no perjudiciales, las plantas se

deben proteger en forma individual. De los diversos métodos que se han utilizado, el que mejor resultado ha dado son tubos armados con cartón aluminizado (tipo rezago de TetraBrik), de 50 cm de altura y 20 cm de diámetro, fijados al suelo con varillas de hierro (ver figura 11). Sin embargo suele resultar también efectivo, pero no para roedores pequeños, cubrir los plantines con ramas espinosas. (Figura 11)

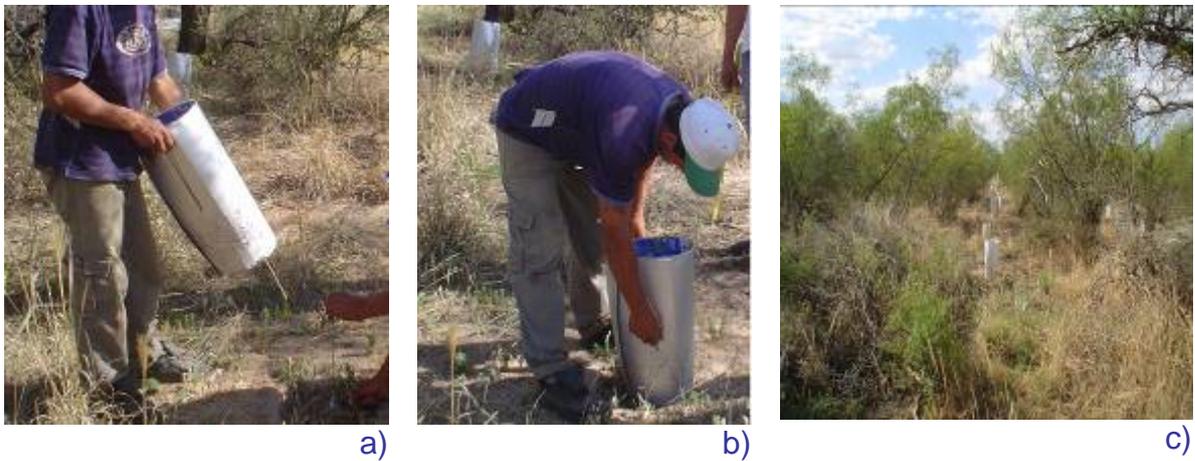


Figura 11: Colocación de la protección de los plantines (a y b). Picada con plantines protegidos c)

Riego

A medida que se va plantando se debe hacer un riego de asiento, con 5 lts de agua por planta, que además de aportar humedad, facilita el acomodamiento del suelo removido, eliminando los espacios de aire. El riego se debe realizar en forma ordenada para no dejar plantas sin regar. Puede hacerse utilizando recipientes de 20 litros, de modo que por cada uno se riegan 4 plantas. (Figura 12). Al día siguiente del riego, se debe repasar la plantación, completando con tierra los hoyos donde se hayan descalzado las plantas. En el caso de no llover, se recomienda regar nuevamente pasados los 15 días



Figura 12: Riego

En las regiones áridas, durante el primer año de implantación, es imprescindible efectuar riegos de apoyo en el caso de períodos de sequía severos. Las épocas críticas, son el lapso entre la plantación y el comienzo del invierno, y la primavera siguiente, una vez que las plantas brotaron.

Reposición de fallas

Aún extremando los cuidados siempre ocurren muertes de plantas inmediatamente o poco después de su plantación. En plantaciones de enriquecimiento de bosque nativo realizadas en la región del Chaco árido, se han logrado plantaciones con pérdidas inferiores al 10%. Sin embargo las pérdidas pueden resultar bastante mayores, incluso superior al 50% cuando no se toman las precauciones necesarias. En estos casos se deben reponer las fallas, lo cual implica costos adicionales de tiempo y dinero.

La reposición puede realizarse durante la primavera u otoño siguiente con plantines provistos de la temporada anterior, considerando para ello, las condiciones que se mencionan en “plantación”.

El control de las fallas se puede realizar durante la primavera siguiente a la plantación, cuando las plantas comienzan a brotar, siendo de esta manera más fácil establecer el estado del plantín. Se contarán como falla aquellos plantines que no hayan brotado y que al doblarlos suavemente se quiebren en la base. Además de detectar las fallas se las debe ubicar y señalar en el sitio para agilizar la tarea de reposición.

CRONOGRAMA ORIENTATIVO DE ACTIVIDADES

Actividad	Meses											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Cosecha			X	X	X							
Trilla				X	X	X						
Siembra en vivero	X	X	X									
Preparación del terreno									X	X	X	X
Producción de plantines				X	X	X	X					
Plantación	X	X				X	X					
Reposición	X	X				X	X					

Si bien la época más apta para plantación y reposición en el Chaco árido es entre los meses de Febrero y Marzo, en zonas donde ocurren lluvias más tempranas (Santiago del Estero, Chaco, Formosa y Este de Salta) puede ser aconsejable realizar la plantación en primavera.

BIBLIOGRAFIA

CARRANZA, C.A. y M. LEDESMA. 1993. Evaluación de protecciones contra roedores, para las repoblaciones con *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz en el Chaco Arido. En Actas VII Jornadas Técnicas Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, manejo y conservación. I.S.I.F.- F.C.F. Universidad Nacional Misiones. (pp 325-330)

CATALAN L., C. CARRANZA, L. GONZALEZ, U. KARLIN Y M. LEDESMA. 1994. Afforestation trials with *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz and *Prosopis flexuosa* DC in the Dry Chaco, Argentina. For. Ecol and Management 70 (113-119).

CONLES M. 2001. Manejo sanitario en vivero. Jornada de Alberto Kraft. Cátedra de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

INFORME TECNICO ANUAL. 2005. Proyectos Nacional de INTA N° 520403 "Conservación, mejoramiento genético y silvicultura del algarrobo en el Chaco Árido argentino".

JOSEAU J. 2001. Producción de plantines de calidad de algarrobo. Jornada de Alberto Kraft. Cátedra de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

LEDESMA M. y C. CARRANZA. 1993. Repoblación con *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz en el Chaco Arido. En Actas VII Jornadas Técnicas Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, manejo y conservación. I.S.I.F.- F.C.F. Universidad Nacional Misiones. (pp 309-318)

LEDESMA M., JOSEAU J. Y P. INGARAMO, 1998. Vivero Forestal Apunte de la Asignatura Silvicultura. Año 1998. En la Asignatura

VERGA A. 1995. Estudios geneticos en *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* (Mimosaceae) en el Chaco Arido argentino. Göttingen Research Notes in Forest Genetics Göttinger Forstgenetische Berichte.

VERGA A. 2000. Algarrobos como especies para forestación: una estrategia de mejoramiento. SAGPyA Forestal 16: 12-18.

VERGA A. El proyecto algarrobo del INTA para el Chaco Árido argentino. IDIA. Enviado 2005.