



**CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE LAS  
CIENCIAS AGROPECUARIAS DEL JAPÓN**

**Proyecto JIRCAS – Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global  
basado en la Forestación y Reforestación –  
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el Paraguay**

---

## **MANUAL DE VIVEROS**

Producción de mudas de especies forestales



**San Lorenzo - Paraguay**

**2010**

---

Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias del Japón

**“Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global” basado  
en la Forestación y Reforestación - MDL**

**Serie “Guías y Manuales”**

**Manual de Viveros: Producción de Mudas de Especies Forestales**

---

**Elaboración:** Justo López Portillo

**Contribuciones:** **Equipo JIRCAS**  
Eiji Matsubara (Director)  
Mamoru Watanabe (Experto)  
Tomio Hanano (Asesor)

**Equipo Local**  
Justo López Portillo  
Elvio Morínigo A.  
Jorge Ogasawara

**Edición:** 500 ejemplares  
Derechos reservados

**Fecha:** Diciembre de 2009. San Lorenzo, Paraguay

---

**Para más Información:**

**Oficina Proyecto JIRCAS**  
Ruta Mcal. Estigarribia Km. 10,5. San Lorenzo  
Dirección de Educación Agraria / MAG  
Tel: (+595 21) 585.691 / 2 Int. 124

**Gobernación de Paraguari**  
Gral. Morínigo y Asunción  
Ciudad de Paraguari  
Tel: (+595 531) 32.979 y (+595 531) 32.211

**Ministerio de Agricultura y  
Ganadería**  
Pdte. Franco 475, Asunción  
Tel: (+595 21) 441.340 / 442.141  
Web: [www.mag.gov.py](http://www.mag.gov.py)

**Facultad de Ciencias Agrarias / UNA**  
Campus Universitario – San Lorenzo  
Tel: (+595 21) 585.606 / 09 / 11  
Web: [www.agr.una.py](http://www.agr.una.py)

---

Proyecto JIRCAS 2007 / 2010  
“Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global”  
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el Paraguay  
basado en la Forestación y Reforestación

---

**Toda reproducción total o parcial del presente material se hará citando la fuente**

# MANUAL DE VIVEROS: PRODUCCIÓN DE MUDAS DE ESPECIES FORESTALES

## INDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Concepto del vivero forestal .....	2
1.3	Importancia de la calidad de mudas de un vivero forestal .....	3
1.4	Ventajas de tener un buen vivero forestal .....	4
1.5	Tipo de viveros Forestales: .....	5
2	Condiciones para establecimiento de un vivero forestal.....	7
2.1	Ubicación de un vivero y características del lugar.....	7
2.2	Diseño de un vivero forestal.....	9
2.3	Tamaño de un vivero forestal.....	11
2.4	Factores climáticos y del suelo para instalar un vivero .....	12
2.5	Otros factores que se debe tener en cuenta para establecer un vivero ...	13
3	Infraestructuras necesarias para implementar un vivero .....	15
3.1	Cercado para protección Perimetral.....	15
3.2	Instalaciones de depósito y galpón .....	16
3.3	Fuente de provisión de agua y sistema de riego.....	19
3.4	Provisión de energía eléctrica .....	22
3.5	Instalación de media sombra .....	23
3.6	Construcción de canteros para almácigos .....	26
4	Principales actividades de en un vivero forestal .....	28
4.1	Planificación de la producción de mudas forestales.....	28
4.2	Preparación de suelo y desinfección de almácigo.....	29
4.3	Material de propagación, semillas de calidad confiable .....	31
4.4	Siembra y cuidados culturales en el almácigo .....	33
4.5	Preparación de sustrato de buena calidad y cargado de maceta .....	36
4.6	Transplante en maceta o repicaje.....	38
4.7	Cuidados culturales de las plantitas en la maceta .....	40
5	Preparación y entrega de las mudas a los productores .....	43
5.1	Características y tamaño de las mudas para transplantar .....	43
5.2	Práctica recomendada en el vivero, rustificación y poda de la raíz .....	44
5.3	Clasificación y utilización de cajas para transporta las mudas.....	45
5.4	Condiciones para el transporte de las mudas .....	46
5.5	Entrega de las mudas al productor y cuidados antes de transplantar.....	47
	Bibliografía.....	51

# 1 Introducción

## 1.1 Antecedentes

La implementación del vivero forestal en la Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS (Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias del Japón), es con el fin de producir la cantidad necesarias de plantitas o mudas de excelente calidad, para realizar el “Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global” basado en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) con Forestación y Reforestación en el Paraguay, que se viene implementando en las comunidades campesinas de bajo ingreso de los Distrito de San Roque González de Santa Cruz y Acahay del noveno Departamento de Paraguari.

Las experiencias adquiridas con la puesta en marcha del vivero forestal por el Proyecto JIRCAS y las numerosas consultas realizadas con referencia a la producción de mudas forestales, surge la iniciativa de elaborar el presente Manual de Viveros. Con este material se espera brindar las orientaciones básicas relacionadas a la implementación de un vivero forestal, que permita de manera sencilla pero efectiva contribuir con la producción de mudas de especies forestales de buena calidad, que constituye el punto de partida para realizar la reforestación a nivel de los pequeños productores, como la que se está implementado por el Proyecto JIRCAS.

Entre los objetivos de la instalación del vivero forestal se pueden mencionar, en primer lugar satisfacer las necesidades de mudas forestales en la misma zona donde se implementa el Proyecto de Reforestación; en segundo lugar proveer materiales propagativos de buena calidad, con relación a la sanidad e identidad genética; y en tercer lugar validar que se puede implementar un vivero sencillo pero efectivo a un costo razonable. De esta manera el vivero forestal del Proyecto JIRCAS brinda la garantía de proveer a los productores, mudas forestales de buena calidad, en el momento oportuno, con las orientaciones técnicas necesarias para realizar la plantación forestal de manera adecuada, como parte importante de las actividades de los pequeños productores en el marco del desarrollo rural sostenible.

Con este Manual de Viveros para la Producción de mudas de Especies Forestales, se provee una guía general y las informaciones básicas para iniciar el proceso para el establecimiento de un vivero. ¿Cómo construir un vivero desde la selección del lugar hasta su equipamiento?, ¿Cuáles son los procesos involucrados en la obtención de mudas de especies forestales producidas en un vivero?, ¿Cómo se debe manejar el proceso de producción de mudas en el almácigo y en el vivero?, ¿Cuáles son los requerimientos ya sea insumos, materiales y equipos? y ¿Cómo se debe entregar las mudas los productores?.

Por lo tanto la infraestructura y la tecnología adoptada para la implementación del vivero forestal, que se describe en esta manual es

bastante sencilla con un costo razonable, debido que esta orientada para producir las mudas de especies forestales en la misma zona de los pequeños productores, por lo tanto las experiencias que se describen responden perfectamente al Estudio de Validación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) basado en la Forestación y Reforestación de las comunidades campesinas de bajo ingreso, pudiendo adaptarse a las diferentes zonas de pequeños productores del Paraguay.

## **1.2 Concepto del vivero forestal**

El vivero forestal es el sitio donde se siembran la semilla de las especies forestales para obtener las plantitas en el almácigo, que se transplantan en macetas (contenedor) donde permanece el tiempo necesario para lograr la altura y el vigor indispensables para llevarlas al sitio definitivo, donde se establece poblaciones forestales homogéneas, con buenos rendimientos.

La producción de mudas o plantines para la forestación o reforestación es una actividad que se realiza en un lugar adecuado, con las infraestructuras y los equipamientos necesarios, este lugar normalmente se denomina vivero. En nuestro país los viveros por lo general no son exclusivamente para la producción de especies forestales sino también se dedican a la producción de plantas ornamentales y frutales.

El vivero forestal es el lugar que reúnen las características y las condiciones ideales para la germinación y el normal desarrollo durante la primera fase de las plantitas de especie forestal, realizando todos los cuidados desde la germinación de la semilla hasta tener la postura adecuada para que pueda ser transplantado al lugar definitivo.

Para la instalación de un vivero forestal, se deben considerar importantes aspectos que permita definir correctamente la ubicación, el tamaño del vivero, las características topográficas y climáticas del lugar, la disponibilidad de los insumos y mano de obra en la zona, las especies y variedades que se desea producir.

La infraestructura y la tecnología a ser adoptada para la implementación de un vivero, depende del objetivo y la magnitud del emprendimiento, por lo tanto se debe tener bien definido, la clientela que se va a satisfacer, que especies forestales y que cantidad de mudas se tiene previsto producir. En los viveros forestales, se controlan todas las condiciones durante la delicada etapa que va desde la germinación de una plantita hasta que esté lo suficientemente “desarrollado” como para crecer sano y fuerte cuando lo plantemos en el campo o lugar definitivo.

### 1.3 Importancia de la calidad de mudas de un vivero forestal

La meta fundamental en la obtención de mudas en un vivero forestal es producir árboles de calidad. La calidad es más importante que la cantidad. Un error frecuente en los viveros es concentrarse en la cantidad total de árboles producidos y descuidar su calidad física y genética. Es mejor producir unas cuantas mudas buenas y no muchas mudas pero deficientes. Mejorar la calidad de las plantas tal vez implique que el productor tenga que plantar menos árboles, pero el crecimiento y la supervivencia de estos árboles será superior. La buena calidad de las plantas es la base del éxito de la plantación de árboles. No vale la pena que el productor haga el esfuerzo de transportar las plantas al campo, prepare un área, plante y mantenga los árboles, a menos que éstos sean de buena calidad. Un árbol de calidad deficiente siempre será de calidad deficiente aun cuando se lo plante en un buen sitio, bien preparado. En el campo, cada árbol de calidad deficiente desperdicia espacio y recursos, lo cual lleva a una baja productividad del sitio.

Los árboles de alta calidad tienen una tasa más elevada de supervivencia y un crecimiento más rápido en el campo que los árboles de calidad deficiente. El crecimiento rápido permite al árbol superar a las malezas en la competencia por los nutrientes y el agua y reduce los costos iniciales de mano de obra para el establecimiento. El crecimiento rápido también permite al productor recolectar antes madera o productos del árbol, lo cual incrementa las utilidades de la inversión del productor. Estamos produciendo árboles para que constituyan un medio de subsistencia para las personas; éstas dependen de los árboles de alta calidad.

La calidad de las mudas de especies forestales tiene dos aspectos principales. El primero es la calidad genética o la fuente de la semilla. El segundo es la condición física de la plántula cuando abandona el vivero. Para mejorar la calidad genética de las plántulas se requiere una estrategia a largo plazo de selección de las semillas, mientras que el mejoramiento de la calidad física se puede lograr en sólo uno o dos ciclos. Para obtener mudas de calidad en un vivero se deben considerar los siguientes puntos:

- El principal objetivo debe ser la calidad de las plantas y no la cantidad.
- Se debe utilizar semillas de los mejores árboles de la región.
- Se debe verificar periódicamente el desarrollo de las plantitas y eliminar las mudas de mala calidad.
- Se debe asegurar que las raíces están rectas hacia abajo cuando efectúe el repique o transplante a la maceta.
- Utilizar como sustratos buenos materiales orgánicos.
- Utilizar macetas o contenedores de tamaño adecuado (pequeño)
- Se debe regular la cantidad de agua y de luz a medida que se desarrollan las plantas.
- El riego debe ser suave asegurándose que quede bien mojado.
- La eliminación de malezas debe ser oportuna y con frecuencia.
- Utilizar con precauciones de seguridad los productos químicos.



**Figura 1.** Vivero forestal del Proyecto JIRCAS, San Roque Gonzáles.

#### **1.4 Ventajas de tener un buen vivero forestal**

El vivero es el factor fundamental para lograr la ejecución de una plantación forestal, es la unidad de producción y aclimatación que garantiza el crecimiento y constituye las reservas de las plantas que componen las diferentes especies que hacen que la forestación o reforestación se logre como tal. El vivero es un magnífico instrumento para aprender sobre las plantas, tanto para adultos como para niños; ya que la amplia gama de cuidados que requieren permiten adaptar la actividad a las distintas capacidades de cada persona.

El vivero es la base del éxito de la plantación de árboles, ya sea para reforestación o agroforestería. La calidad de los árboles que se produce influirá considerablemente en los medios de subsistencia de las personas que los plantan. Los árboles mejoran nuestro suelo, limpian el agua y el aire, nos dan frutos, leña y madera y son el hogar de muchos animales. Por lo tanto es importantes el buen manejo de en un vivero forestal.

Así como se da a un hijo un buen inicio en la vida nutriéndolos y respondiendo a sus necesidades al proporcionarles alimentos saludables, también se debe proporcionar durante los primeros cuidados que se brinda a los árboles cuando se encuentran la primera etapa de su desarrollo en el vivero. La media sombra, la cantidad adecuada de agua, nutrientes y las normas estrictas de calidad no significan que se esté mimando a las plantas en “condiciones de lujo”. Por el contrario, cuando se les proporciona la luz, el agua y los nutrientes en cantidades apropiadas,

resultarán plantas saludables. Estarán mejor preparadas para crecer y sobrevivir en las duras condiciones del “mundo real”, por lo tanto el trabajo en el vivero es de suma importancia.

La implementación de un vivero presenta numerosas ventajas, pero existen también algunas desventajas, por esta razón a continuación resumimos los dos aspectos:

- **Ventajas**
  - Mayor control sobre la calidad de las plantas
  - Adquisición de experiencia en el manejo y cultivo de plantas.
  - Compromiso económico y técnico a largo plazo.
  - Mejor adaptación a las condiciones locales.
  - No depende de otras organizaciones
  - Crea fuentes de trabajo.
  
- **Desventajas**
  - Alta inversión de dinero y tiempo.
  - Mercado cambiante para la comercialización de plantas.
  - Competencia
  - Experiencia del productor

### **1.5 Tipo de viveros Forestales:**

Una vez que se ha tomado la decisión de iniciar la implementación de un vivero forestal, la siguiente pregunta es el sistema de producción a utilizar. Existen diferentes tipos de viveros forestales, según la duración que tengan, pueden ser permanentes o temporarios; según el tipo de producción, serán plantas en maceta o a raíz desnuda y según el tamaño, pueden ser pequeños (menor a 50.000 plantas/año), medianos o grandes. Cada uno de estos tipos de vivero tiene su propio diseño y manejo.

El aspecto económico también deben ser cuidadosamente estudiado, por lo que en el análisis se debe considerar la proyección de los niveles de producción, que implica la inversión inicial y los costos de operación, lo que podrá indicarnos el tipo de vivero más factible económicamente de acuerdo al volumen de producción. Bajo algunas circunstancias, la instalación de un vivero es utilizado para cultivar plantas de semillas cuya procedencia es de un alto valor genético.

En este manual se asume que la decisión fue de establecer un vivero utilizando maceta, también denominado plantas en envase o contenedores. En el marco del Proyecto JIRCAS sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio basado en la Reforestación, la proyección de los niveles de producción, estaba bien definida por la cantidad de muda que era necesario para la implementación del proyecto, previendo cubrir una superficie de aproximadamente 300 hectáreas con forestación y reforestación, incluyendo a los productores que participan del proceso de

Desarrollo Rural, que realizan la reforestación aunque no formen parte del Proyecto MDL, por que no alcanzan la media hectárea, superficie considerada como bosque en nuestro país en el marco de MDL.

Finalmente, también es necesario considerar la experiencia técnica, dado que la disponibilidad de un viverista hábil puede influenciar en la selección del tipo de vivero. Existen pocos programas formales de capacitación sobre manejo de viveros forestales. Sin embargo, existen varios y buenos programas sobre el manejo de invernaderos.

## 2 Condiciones para establecimiento de un vivero forestal

El aspecto económico y el análisis de mercado es fundamental para la proyección de los niveles de producción, sumado a la inversión inicial y los costos de operación, podrán indicar el tipo de vivero más factible económicamente a diferentes volúmenes de producción. Las fuentes de energía, agua, insumos, mano de obra, etc. y sus costos son factores clave que tienen una influencia significativa para elegir la instalación de un nuevo vivero.

### 2.1 Ubicación de un vivero y características del lugar.

- **Ubicación de un vivero forestal**

El primer paso en la construcción del vivero es la selección de un lugar adecuado para instalar el vivero. Parece un tema fácil, pero debe decidirse con cuidado, ya que este será un vivero para varios años y una mala ubicación puede complicar mucho los trabajos posteriores.

#### ¿Qué debemos considerar para ubicar el vivero?

- **Cerca del sitio de plantación:** Es importante que nuestro vivero esté ubicado cerca de la zona de donde tomamos los materiales para su funcionamiento: mantillo, arena gorda, estiércol, cascarilla de coco, etc. dado el elevado costo para transportar estos materiales.

Otro aspecto importante es la distancia a destino final de las plantitas que producimos para la reforestación, de ser posible el vivero debe estar ubicado en la misma zona a ser reforestada. La distancia entre el vivero y el lugar de plantación, es un factor importante. Los costos se incrementan a medida que la distancia aumenta. Así mismo a mayor distancia, mayor es el tiempo de transporte. Por ello se debe elegir un lugar ubicados lo más cerca posible de las áreas de plantación.

- **Destino de la producción:** Para ubicar un vivero, se debe tener en cuenta dónde irán nuestras plantitas: si es para una reforestación planificada de una parcela determinada, para realizar arbolado en una zona urbana, para venta de plantitas al público en general, etc.
- **Aspectos económicos:** Para instalar un nuevo vivero, hay que tener en cuenta la existencia de otros viveros que eventualmente podrían asumir las tareas del vivero a instalar. Siendo costosa la instalación de un vivero, es importante evitar duplicidad.
- **Disponibilidad de Mano de Obra:** El Vivero Forestal necesita mano de obra calificada la mayor parte del año, para las distintas tareas como; siembra, poda de raíces, trasplantes, extracción de plantas. Esta mano de obra deben estar disponible en la zona donde se instala el vivero, contratar mano de obra de otros lugares sería más costoso,

por que se debe disponer de vivienda para el obrero y dotarles de los medios para la estadía en el lugar.

Generalmente el vivero debe estar ubicado cerca de la vivienda del cuidador que a su vez generalmente es el personal encargado de realizar el riego los fines de semana y para atender las visitas.

Para tener una idea de la cantidad de mano de obra necesaria tomamos como ejemplo un pequeño Vivero donde se produce en forma manual 100.000 mudas o plántulas, se va necesitar aproximadamente 220 jornales/año.

- **Infraestructura existente en la zona:** Un vivero se debe ubicar cerca a una carretera, a fin de facilitar el acceso del personal, fertilizantes, substratos, transporte de plantas, supervisión y visitas. Así mismo un vivero debe estar cerca a un centro poblado, a fin de obtener mano de obra, evitar la construcción de alojamiento, asegurar el abastecimiento de alimentos y otros.

- **Características del lugar para vivero**

Para la instalación de un vivero forestal es fundamental tener en cuenta algunas características del lugar tales como:

- **Fuente de agua:** Actualmente la disponibilidad de agua es uno de los factores más críticos. Debemos contar con una fuente de agua en cantidad permanente y que no sea salada, muy sucia o contaminada. Por cada 1.000 plantines se necesitan entre 350 y 500 litros de agua por semana, según la época del año y la media sombra que se use. Las fuentes de obtención del agua pueden ser ríos, canales de irrigación, manantiales, pozo común, agua de subsuelo (pozo artesiano), lagunas, etc.

La distancia de recorrido de agua, así como el tipo de suelo es importante tener en cuenta a fin de evitar pérdidas por infiltración y prevenir materiales para su conducción. Se debe tener en cuenta el caudal, es decir la cantidad de agua que contiene y/o conduce la fuente en la época seca.

La cantidad de agua que se requiere, está en función del volumen, frecuencia y distribución de las lluvias y temperatura del lugar, textura y tipo de suelo, especies y cantidad a producir, profundidad de la napa freática, así como también el tipo de riego que se utiliza.

La calidad del agua también se debe considerar para evitar problemas de toxicidad o salinización, el agua a utilizar en los viveros, no debe tener concentraciones altas de carbonatos de calcio, de magnesio, cloruros de sodio, de potasio y sulfatos de calcio. El pH debe ser de reacción ácida. Además el agua en lo posible tiene

que estar libre de semilla de malezas y esporas de hongos. Se aconseja realizar un análisis químico para aclarar las dudas.

- **Topografía del terreno:** El terreno debe ser lo mas plano posible con una pendiente suave y con buen drenaje (que no se encharque). Para instalar el vivero se prefiere terrenos planos a ligeramente inclinados; si la pendiente es mayor se tendrá que trabajar con terrazas, lo que eleva los costos de instalación.

Se debe buscar sitios de superficie uniforme, los huecos o desniveles exigen labores de cortes y rellenos durante la nivelación del terreno; elevando los costos y disminuyendo la calidad del suelo. En cuanto al relieve, se debe evitar los lugares muy bajos, donde es más fácil que se produzcan heladas tempranas o tardías, lo ideal es instalar el vivero en terrenos llanos y bien aireados.

- **Protegido del viento y que no tenga demasiada sombra:** Deben preferirse sitios bien protegidos de los vientos, sin demasiada sombra. Al elegir el sitio para instalar el Vivero, conviene recordar que una cortina forestal bien ubicada protege al suelo y al cultivo de la desecación y de los daños que produce el viento. La cortina debe estar del lado de los vientos predominantes y tiene que ser permeable de manera que no impida el paso del viento sino que aminore su velocidad.

Con respecto a la luz, lo ideal es elegir el sitio que tenga el mayor tiempo de exposición al sol en lo posible. Se deben evitar las exposiciones Este o Sur, o lugares muy sombríos porque la falta de luz se traduce en menor desarrollo de las plantas.

## 2.2 Diseño de un vivero forestal

Planificar la producción de plantines o mudas de especies forestales, implica instalar y manejar con criterios técnicos un vivero forestal, lo que significa contar con instalaciones especialmente acondicionada donde se pueda desarrollar con eficiencia la obtención de mudas.

Un vivero forestal que produce mudas en maceta y está bien diseñado debe contar con área de producción e instalaciones de servicio, tales como el área principal de las actividades propias del vivero, galpones, depósito, caminos de acceso y senderos. Todas las áreas deben estar interconectadas mediante un sistema que facilite el transporte, conformado por caminos principales y secundarios, que permiten facilitar el movimiento de plantas e insumos para la producción.

Las instalaciones del vivero representan un término amplio que describe el sitio total del vivero, incluyendo las áreas de producción y las construcciones de apoyo. Algunos viveros forestales tienen tanto instalaciones para la

producción bajo el sistema de macetas, como terrenos para la producción de plantas a raíz desnuda y trasplantes.

Cuando existe demanda de plantas de especies forestales, mucha gente piensa en la posibilidad de establecer su propio vivero. Sin embargo, el cultivo de especies forestales requiere de esfuerzos constantes, por lo que todas las ventajas y desventajas para el establecimiento de un vivero deben de ser consideradas.

El beneficio principal de contar con un vivero propio es que la cantidad, calidad y disponibilidad de la planta pueden ser controladas. No obstante, se debe dedicar mucho tiempo para el desarrollo de un vivero, además de la considerable inversión económica. El proyecto requiere que el vivero produzca durante un buen período para poder amortizar la inversión.

- **La Forma del vivero:** Luego de la elección del sitio, debe dársele la forma más conveniente para reducir los costos de cercado y para su futuro funcionamiento interno. La forma de preferencia debe ser regular, cuadrado o rectangular, prefiriendo que el eje sea lo más corto posible, evitando que la longitud sea superior al doble del ancho, sin embargo no siempre es posible conseguir la forma deseada, por lo que hay que adecuar las instalaciones a la forma natural del terreno. Su extensión debe estar acorde a los objetivos de producción que se pretende desarrollar.

La superficie se reparte en: área útil o cultivada (producción efectiva de plantas; 70 % del total de superficie), y área no cultivada (camino primarios y secundarios, sendas, depósitos, etc.).

- **Tipo de materiales a utilizar:** Con la instalación de un vivero propio además de garantizar la obtención de mudas de buena calidad, se busca reducir los costos de producción, por lo tanto es fundamental analizar el aspecto económico, lo cual está directamente relacionado al tipo de materiales que vamos a utilizar para la infraestructura del vivero.

Para decidir la calidad de los materiales dependerá del periodo o tiempo de duración que tenemos proyectado producir las mudas forestales, dado que si es para un vivero permanente, se requerirá materiales más duraderos y por lo tanto son más costosos, que los materiales que se utilizan para un vivero de corto periodo de producción.

A nivel de los pequeños productores se puede implementar viveros rústicos a muy bajo costo, que son contruidos con materiales disponibles en la zona, como la utilización de hoja coco para la media sombra y listones de madera para los tablonces, pero estos materiales son de poca duración, lo que requiere renovar anualmente.



**Figura 2:** Media sombra de un vivero hecho con materiales rústico de la zona.

### **2.3 Tamaño de un vivero forestal**

Para definir el tamaño del vivero se debe tener conocimiento del programa de reforestación que se está implementando y las que se esta proyectando para el futuro, esto constituye un elemento esencial para definir el tamaño del vivero, por esta razón es importante tener conocimiento de los siguientes puntos:

- El área a ser reforestado anualmente.
- Sistema de plantación (puro o agrosilvopastoril) lo que define el distanciamiento o densidad de plantación.
- Las especies a plantar, para definir el tamaño de la maceta.
- La técnica de plantación (en maceta o a raíz desnuda).
- Período de tiempo en el vivero, entre una postura y la siguiente.
- Porcentaje estimado de pérdidas por condiciones adversas.

Una vez definida los puntos señalados anteriormente permite calcular el área útil de producción de mudas en el vivero, a esta superficie se le debe agregar un 40 % más para las infraestructura, tales como cercado, calles, camineros, sistema de riego (lugar del tanque o reservorio), galpón para

cargar macetas, depósitos de materiales y herramientas, área para almacenamiento de materiales para sustratos, etc. De manera aproximada se puede estimar por cada 1.000 mudas de producción, se necesitan 20 metros cuadrados de superficie.

## 2.4 Factores climáticos y del suelo para instalar un vivero

- **Factores climáticos:** Para una buena producción de plantines en el vivero se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:
  - Evitar sitios con vientos excesivos.
  - Exposiciones con poca insolación e iluminación.
  - Zonas con incidencia de heladas.
  - En general el clima del vivero debe ser similar al clima del área a plantar.
  - El vivero debe estar ubicado de tal manera que las plantas puedan recibir la luz solar durante la mayor parte del día.

Al elegir el sitio del vivero se debe tomar en cuenta la especie o especies que se van a producir. Cada especie forestal responde a sus propios factores climáticos (temperatura, lluvias, vientos). El lugar donde se instalará el vivero deberá ser abrigado evitando temperaturas extremas (mucho calor o mucho frío). Se debe evitar la instalación de un vivero en zonas con excesos de precipitaciones (lluvias, granizo, helada), porque el exceso de agua causa daños a las plantas.

Las lluvias pueden reemplazar en parte a los riegos y acelerar el crecimiento de los plantines, por lo que se recomienda instalar viveros en lugares donde se pueda aprovechar las lluvias al máximo. El vivero no debe estar expuesto a corrientes de viento porque afectan a las plantas. En zonas con fuertes vientos se requiere de cortinas rompevientos.

- **Factores del suelo:** Es importante considerar el suelo en el cual se va a instalar el vivero. Es verdad que se pueden modificar algunas características tales como: fertilidad, drenaje, pendiente, etc., pero significan altos costos de instalación y mantenimiento. El suelo de preferencia debe tener las siguientes características:
  - Estructura suelta
  - Textura franco arenoso o arenoso limoso, para facilitar el enraizamiento.
  - Buen drenaje, con capacidad de retener la humedad
  - Suelos profundos y no pedregosos (suelos agrícolas)

- Topografía más o menos plana. Si esto no fuera posible, se construirá terrazas.
- Evitar, definitivamente, zonas donde existen peligros de inundación.

Los suelos franco arenosos, son aquellos que contienen mayor proporción de arena, tienen un buen drenaje y son excelentes para los viveros forestales.

Además, se debe tener en cuenta:

- Profundidad efectiva, los suelos del vivero deben tener una profundidad efectiva mayor a 60 cm., para evitar problemas de drenaje.
- El vivero debe contar con una fuente segura de abastecimiento de tierra orgánica y arena, que es indispensable para la producción de plantas en masetas o bolsas de polietileno.
- Para instalar el vivero se prefiere terrenos planos a ligeramente inclinados; si la pendiente es mayor se tendrá que trabajar con terrazas, lo que eleva los costos de instalación.
- Se buscará sitios de superficie uniforme, los huecos o desniveles exigen labores de cortes y rellenos durante la nivelación del terreno; elevando los costos y disminuyendo la calidad del suelo.
- Disponibilidad de tierra orgánica, arena: Si el vivero se ubica lejos de una fuente de tierra orgánica, arena u otro material requerido para llenado de las macetas, el costo de transporte aumentará.
- La materia orgánica es esencial para la fertilidad y la buena producción; los suelos sin materia orgánica son suelos pobres.

## **2.5 Otros factores que se debe tener en cuenta para establecer un vivero**

Si el análisis determina que el establecimiento de un vivero es la mejor opción, entonces la programación en tiempo y el grado de desarrollo deben ser considerados. Las tácticas para el establecimiento del vivero dependen del nivel de riesgo que puede ser asumido y de la urgencia con que se requieran las plantas. Puede ser prudente iniciar con un pequeño vivero piloto, y no con uno de gran tamaño.

Los viveros de envase o en macetas son ideales para este propósito, dado que se pueden enfocar hacia el cultivo de especies críticas que demandan requerimientos ambientales únicos, mientras que la producción de las plantas más comunes se puede canalizar a otros viveros. El producir sólo parte de los requerimientos de plantas le proporciona alguna

seguridad del suministro y establece la capacidad técnica para producir la demanda completa si fuese necesario.

- **Aspectos importantes que se debe considerar:**

- La orientación del terreno respecto al sol, debe permitir una buena distribución de la luz solar. Si el vivero está orientado al norte puede estar expuesto a vientos e insolación todo el día.
- El vivero se ubicará cerca a centros poblados, donde exista carreteras, para facilitar el transporte de herramientas, equipos, materiales e insumos; además el traslado de las plantas hacia zonas de plantación, se hace más fácil.
- Al elegir el sitio del vivero se debe tener en cuenta la existencia de mano de obra cercana (obreros especializados, obreros eventuales guardianes, etc.).
- No existe un sitio perfecto pero; que ventajas y desventajas tiene el sitio que escogimos? Tiene agua? Hay materiales cerca? se puede vigilar?

Cualquiera que sea el sitio del vivero, el objetivo es el mismo: facilitar las labores en el vivero para obtener una alta calidad de plantas.



**Figura 3:** Vivero del Instituto Forestal Nacional (INFONA), en San Lorenzo.

### 3 Infraestructuras necesarias para implementar un vivero

Los viveros forestales, deben contar con las infraestructuras necesarias que permitan ofrecer las condiciones adecuadas durante la delicada etapa que va desde la semilla hasta la obtención de una plantita o muda, que este suficientemente desarrollado para crecer sano y fuerte cuando lo plantemos en el lugar definitivo. Por lo tanto el vivero debe reunir las condiciones para que la semilla germine y pueda crecer sin dificultad las plantitas durante la etapa más delicada de su vida.

#### 3.1 Cercado para protección Perimetral

Antes de iniciar las labores relacionadas propiamente con el vivero, se debe proteger el lugar construyendo el cercado perimetral, a fin de evitar los daños de los animales sueltos y personas ajenas a la actividad del vivero forestal. El cercado es una labor indispensable para garantizar la obtención de mudas en el vivero. Además de cercar con materiales como alambre, malla o tejido de alambre se puede plantar algunas especies de plantas que pueden servir como cercos vivos.

- **Tipos de cercados:** Para decidir que clase de cercado es la más conveniente colocar al vivero, primeramente debemos considerar contra que animales o personas queremos proteger, o sea las amenazas que tenemos en el lugar. Otro factor importante a considerar es el aspecto económico, que depende básicamente de los materiales que utilicemos para la cerca. De acuerdo a estas consideraciones se puede tener los siguientes tipos de cercados:
  - **Cercado sencillo:** Consiste en la construcción de alambrada, utilizando alambre lizo o de púa y poste de madera. Este tipo de cercado se utiliza en los lugares aislados y sirven solamente para evitar la entrada de ganados mayores.



**Figura 4:** Cercado de alambre de púa construido para vivero del Proyecto JIRCAS, San Roque González

- **Cercado seguro:** Se construye utilizando poste de hormigón armado y tejido de alambre con una base de mampostería. Este tipo de cercado mucho más costoso, por lo tanto se justifica para los viveros de mayor envergadura y sirve por muchos años. La ventaja de este tipo de cercado es que permite proteger al vivero de todo tipo de animales inclusive evita la entrada al local de personas extrañas.
- **Cercado rústico:** Cuando el área es pequeña también se suele utilizar cercado de tacuara o madera en forma de cortina con una altura de 1,5 a 1,8 m de altura, este tipo de cercado permite proteger al vivero de los animales menores. Este tipo de cercado es bastante económico comparado con el anterior, pero tiene la desventaja de que su duración es de solamente uno a dos años.

### 3.2 Instalaciones de depósito y galpón

El vivero es algo más que una simple área de propagación o instalaciones para la producción de plantitas. Las instalaciones de un vivero deberán incluir por lo menos un galpón para labores de cargado de macetas, un depósito para almacenamiento de equipos e insumos y en los viveros mas grande y moderno se cuenta con una oficina de apoyo a los trabajadores.

Dependiendo del tamaño y sofisticación del vivero, estas instalaciones proporciona muchos servicios tales como:

- Protección del equipo y herramientas de las inclemencias del tiempo
- Almacenamiento de materiales e insumos delicados

- Sirve como área de trabajo durante la preparación de sustrato y cargado de maceta.
- De ser posible un área para la oficina, baños e inclusive comedor.

El tamaño y diseño interior del depósito y del galpón para realizar las operaciones depende del tipo de actividades, tamaño y requerimientos de almacenamiento de cada vivero.

- **Depósito:** En la planificación e implementación de un vivero forestal se deben prever la construcción de un depósito donde se pueda guardar todo los equipos, materiales e insumos que se utilizan en el vivero.

El almacenamiento de plaguicidas, fertilizantes, semillas y otros insumos delicados, requiere que las áreas interiores contar con paredes de concreto con revestimientos adecuados. También en el depósito se guardan todas las herramientas tales como pala, azada, rastillo, machete, regaderas, tijeras de podar, etc. y los equipos más delicado como los pulverizadores, balanzas, cajas plásticas para transportar las mudas etc. Cuando las instalaciones son pequeñas, una parte es destinada como oficina, cerca de la entrada principal.



**Figura 5:** Depósito del vivero forestal del Proyecto JIRCAS, en la localidad de San Roque González.

- **Galpón:** El galpón es una infraestructura necesaria para realizar las labores rutinarias de preparación de sustratos y cargado de macetas para las mudas, es un lugar cubierto para realizar las actividades aún cuando se presenta inclemencias del tiempo.

El galpón normalmente se construye junto al depósito para facilitar las labores que se realizan diariamente. Además al planificar la ubicación del galpón se debe considerar el área donde se puede almacenar los materiales para el sustrato como arena gorda, estiércol, cascarilla de coco, etc., y también se debe procurar que el galpón esté ubicado en la cercanía de la media sobra donde se colocarán las macetas cargadas.

La construcción del galpón puede ser realizado con diferentes materiales, dependiendo de la disponibilidad de los recursos económicos y especialmente de la duración que pueda tener. Una de la forma más utilizada es el Tinglado de metal, que es una estructura sencilla, rápido de construir y que puede durar bastante tiempo. El costo de la construcción de un del tinglado es relativamente alto pero compensa por la durabilidad de la construcción. Si el vivero es pequeño probablemente no justifica construir una infraestructura de costo elevado, en esto caso se puede disponer de una construcción rústica, hecha con materiales que se encuentran en la zona.



**Figura 6:** Galpón del Proyecto JIRCAS y cascarilla de coco para preparar sustrato para la maceta.

### 3.3 Fuente de provisión de agua y sistema de riego.

El suministro periódico de agua limpia es esencial para el crecimiento de las plantas. Las plantas están constituidas por más de un 90% de agua. Cuando se las cultiva en maceta, las plantas del vivero tienen sólo un volumen limitado de sustrato y no tienen la capacidad de los árboles de buscar agua a gran profundidad bajo la superficie del suelo. La cantidad de agua que requieren las plántulas depende de:

- La edad de las plántulas
  - La cantidad de luz solar
  - El tipo de suelo o sustrato.
- **Fuente de provisión de agua:** La cantidad de agua que se requiere, está en función del volumen, frecuencia y distribución de las lluvias y temperatura del lugar, textura y tipo de suelo, especies y cantidad a producir, profundidad de la napa freática, así como también al tipo de riego a adoptar. Para viveros muy pequeños se puede utilizar del sistema de agua corriente. Se debe contar con una buena reserva para que una falta de agua (falta de lluvias, o cortes de la red de provisión de agua) pueda comprometer la producción del vivero. Siempre se debe asegurar el suministro del agua por largo período de tiempo.

En nuestro país generalmente se utilizan las fuentes naturales de agua como los manantiales o nacientes de agua, de las que se forman un reservorio con suficiente cantidad de agua, en forma práctica y económica, especialmente en los viveros más sencillos. Sin embargo por las largas sequías que se presentaron en los últimos años, muchas de estas fuentes de agua como los manantiales, que nunca se secaron quedaron sin agua, creando serios problemas para el abastecimiento de agua.



**Figura 6:** Reservorio de agua proveniente de un manantial del Proyecto JIRCAS, que se seco al inicio del 2009 por la larga sequía.

- **Sistema de Riego:** El suministro confiable de agua limpia es esencial en el vivero. El agua puede venir de un canal, represa o pozo, pero lo importante es establecer una adecuada distribución para el sistema de riego.

Una práctica adecuada en el vivero es verificar periódicamente el contenido de agua (turgencia) de las hojas para determinar cuándo regar. Las hojas deben estar firmes. No se recomienda un calendario estricto de “regar cada dos días”, por ejemplo. Es mejor vigilar las plantas y regarlas cuando lo necesitan. No hay problema porque el sustrato se seque un poco entre las tandas de riego.

Una práctica adecuada en el vivero es regar en la mañana temprano o al atardecer, cuando calienta menos el sol. Puede ser necesario cambiar el horario de los trabajadores para ajustarlo a las necesidades de las plantas. Por ejemplo, los trabajadores pueden venir muy temprano en la mañana o al anochecer, y tener un largo descanso al mediodía. Cuando se riegan las plantas bajo un sol fuerte, pierden más agua por evaporación y transpiración que la que adquieren con el riego. Esta gran pérdida de agua afecta negativamente a las plantas. Las gotas de agua sobre las hojas también pueden actuar como lentes que aumentan el efecto de la luz solar y queman las hojas.

Aunque son varios los sistemas de riego utilizados en los viveros, todos ellos deberían tener como objetivo común racionalizar el uso del agua, incidiendo en el control más estricto del riego para generar menor impacto ambiental. La

eficiencia del sistema de riego, dependerá de varios factores relacionados con el vivero, entre ellos, la ubicación donde se va a desarrollar las plantas, bajo media sombra o en el exterior, la especie cultivada, los diferentes sectores a regar, la programación de las plantaciones, del costo del sistema de riego, la uniformidad deseada, la disponibilidad de agua y la calidad del agua.

¿Cuál es el sistema de riego más aconsejable en el vivero?.

El técnico responsable realizará una evaluación práctica sobre diseño, costos y factibilidad, y según ese análisis y del presupuesto con que se cuenta, se podrá adoptar algunos de ellos o su combinación. Haremos una breve reseña del sistema de riego por aspersión, microaspersión y manguera, que son la más utilizados en los viveros sencillo que existe en nuestro medio, mencionando los conceptos básicos de estos sistemas de riego artificial, pudiéndose aplicar además del vivero en parques, jardines, campos deportivos etc.

- **Riego por aspersión:** Cuando se realiza del riego en forma de lluvia, imitando a la naturaleza.
- **Micro-aspersión:** Cuando se colocan pequeños aspersores en la instalación del sistema.
- **Riego con Manguera:** Sistema bastante utilizados en nuestro medio en los viveros pequeños.
- **Riego por aspersión:** Consiste en la instalación de picos de riego giratorios y fijos, llamados rotores o aspersores y toberas, respectivamente. Se colocan debajo el nivel del suelo y al momento de trabajo, la presión del agua de riego hace que se eleve el cuerpo central o vástago, que tiene en su extremo la boquilla de riego, sobre la superficie del suelo. La trayectoria del agua tiene un ángulo de elevación y un radio de alcance que depende del diseño del pico, de la presión y caudal del agua.

Los aspersores modernos son giratorios y regulables, con un chorro continuo de agua, según la necesidad, se puede variar la pluviometría de cada uno, intercambiando los picos o boquillas. Como regla general, se dice que para picos que giran 360°, se utilizan picos grandes (N° del 10 al 12), y para menores radios de alcance, picos menores, es decir para 180° de giro números intermedios (N° del 7 al 9), por la siguiente razón: El rotor de 180° gira dos veces en el mismo tiempo que gira una sola vez el rotor de 360°, de este modo igualamos o equilibramos el agua en la superficie de irrigación.

- **Sistema de riego por Micro-aspersión:** Se utiliza bastante en los viveros para realizar riego en los diferentes sectores, por el tamaño reducido de los aspersores se pueden colocar con facilidad y permite regar con suavidad las plantitas.

- **Riego con manguera:** Es el sistema tradicional del riego en forma manual. Su utilidad abarca todas aquellas situaciones donde el vivero no es de gran envergadura y las instalaciones son sencillas y económicas. Existen diferentes maneras de implementar este sistema de riego, pero se debe considerar la buena distribución de salidas o grifos donde se pueda colocar la manguera. También es importante tener en cuenta el grosor de la manguera y la presión con que sale el agua para logra un buen riego.



**Figura 7:** Riego por aspersión con manguera, en el vivero del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

### 3.4 Provisión de energía eléctrica

Los viveros que se producen en maceta requieren relativamente ciertas cantidades de energía, aunque las necesidades exactas podrán variar con la clase de instalaciones, el grado de sofisticación de los equipos para la utilización de la energía, y el tipo y época del cultivo. Aún los viveros que producen en instalaciones al aire libre, requieren de energía eléctrica para la operación del sistema de riego (motobomba) y otros equipos adicionales. La disponibilidad y facilidad para conectarse al sistema de provisión de energía eléctrica es un aspecto tan importante en la operación de los viveros, por que si no se cuenta con el servicio de energía eléctrica en el sitio puede comprometer la instalación de un vivero, por lo que es importante un buen acceso a los servicios de electricidad. Por lo tanto, la

disponibilidad, la cantidad y el costo de la fuente de energía en el lugar, es fundamental en la selección del sitio para el establecimiento de un vivero.

Los viveros requieren energía eléctrica para operar los sistemas de alumbrado y así como para operar el equipo para el sistema riego. Aunque el tipo de servicio de energía eléctrica variará de acuerdo al diseño, el servicio trifásico (220 voltios) es el más eficiente para todo tipo de motores, por lo cual es el más recomendable. Para determinar la demanda de energía eléctrica, es necesario considerar el tamaño del motor eléctricos, alumbrado, equipo para el control ambiental (si existe) y otros equipos y actividades que demanden el uso de la electricidad. Para determinar los costos relativos de las fuentes de energía, deberá de realizarse una estimación de los requerimientos de energía de las instalaciones propuestas para el vivero. En los invernaderos la cantidad de energía requerida para mantener las instalaciones en condiciones óptimas, está en función del área del vivero, el tipo de estructura, así como el clima predominante en la zona.

### 3.5 Instalación de media sombra

Las plantitas de los viveros deben ser protegidas de las influencias ambientales extremas, hasta que sean suficientemente fuertes para soportarlas los rigores del clima. La sombra reduce la pérdida de agua del suelo (evaporación) y la pérdida de agua por las hojas (transpiración). También disminuye la temperatura de las plantas y del sustrato. La cantidad de sombra necesaria cambia durante el desarrollo de la planta.

La media sombra protege a las plantas de los rayos solares y las lluvias muy intensas, especialmente en el almácigo y las plantitas recién repicadas en las macetas. El material para la media sombra puede ser, mallas plásticas, vegetales como hojas de cocotero, chirca, tacuara, etc.

- **Regulación de la sombra:** Durante la germinación, la mayoría de las plantas requieren un 40-50% de sombra, si bien algunas especies pueden necesitar más o menos que eso. Al aumentar la edad de la planta, se debe reducir la sombra y en los dos últimos meses anteriores al trasplante al campo, las plantas deben ser expuestas al sol pleno. El proceso de endurecimiento ayuda a las plantas a acostumbrarse a las condiciones del campo. El estrés del trasplante se minimiza cuando las plantas están acostumbradas en el vivero al sol intenso.

Una práctica adecuada en el vivero es regular la cantidad de sombra y agua juntas. Cuando las plantas están en una sombra mayor, necesitan menos agua. Cuando están a pleno sol, necesitan más agua. Una práctica deficiente pero frecuente es mantener las plantas a la sombra durante todo el ciclo de producción en el vivero.

Las plantas producidas con demasiada sombra a menudo tienen las siguientes características:

- Están achaparradas y crecen con lentitud, o son altas y delgadas, con un tallo blando que no se vuelve leñoso.
  - Sus hojas son de color verde claro cuando hay mucha sombra, inclusive amarillentas.
  - Son sensibles a las enfermedades o el ataque de los insectos.
  - Se queman fácilmente con el sol cuando se las lleva al campo.
- **Tipos de media sombra:** Con frecuencia los viveristas prefieren la sombra natural de los árboles porque parece la más barata y fácil de manejar. Si bien los árboles de sombra proporcionan condiciones cómodas de trabajo en el vivero, a menudo dan demasiada sombra. Los árboles de sombra no deben cubrir el área por completo; también tiene que penetrar el sol durante el día. Una práctica adecuada en el vivero es recortar las ramas de los árboles de sombra natural (reducir la copa) para permitir que entre la luz. Una desventaja de los árboles de sombra natural cercanos a los almácigos, es que sus raíces pueden competir con las plántulas por el agua y los nutrientes, en especial cuando crecen cerca de los tablonos o dentro de ellas.
  - **Las mallas de media sombra:** En los viveros sencillos o rústicos para proporcionar la media sombra, se pueden usar las hojas de coco, las cañas de bambú, etc., pero actualmente la mayoría de los viveros utilizan mallas de media sombra. Existen diferentes tipos de mallas de media sombra fabricado de plástico, que reducen desde un 30 hasta 95% la luz solar. La malla de media sombra más usada comúnmente filtra el 50% de la luz solar. Mientras las plántulas están germinando, se puede poner doble malla de sombra. Cuando crecen las plantas, se retira una capa de la malla de sombra. Asegúrese de que la malla de media sombra tenga protección química contra los rayos UV en la trama, de tal modo que no se deteriore con rapidez.

Un aspecto importante es la altura de la sombra sobre las plantas, que influye en la eficacia de la sombra. Cuando está situada a 2 m por encima de las plantas, es más fácil para los trabajadores regar o limpiar, pero podría permitir que entre demasiada luz solar por los costados. Una práctica adecuada en el vivero, si se puede, es ajustar la altura de la sombra al movimiento del sol durante el día. Si los tablonos van de este a oeste (lo cual recomendamos), la sombra puede estar bastante alta. Si los tablonos van de norte a sur, la sombra debe estar bastante baja y cubrir los costados de los tablonos de tal modo que las plantas que están en los lados estén protegidas del sol pleno durante el día.

Se debe retirar la media sombra cuando crecen las plantas. Una práctica adecuada en el vivero es acostumbrar gradualmente a las plantas al pleno sol. En el transcurso de 10 días, se debe retirar la media sombra, primero dos horas, luego tres, cuatro horas, etc., hasta

que en el último día retire por completo la sombra. Comience en un día lluvioso, nublado, o retire la sombra en la mañana temprano o a al atardecer. Una práctica deficiente pero frecuente en el vivero es retirar la media sombra por completo en un día cálido y soleado y se produce el quemado de las plantas.



**Figura 8:** Malla de media sombra, colocada utilizando poste de Karanday y alambre liso, en el vivero del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

- **Prácticas adecuadas en el vivero:**

- Recorte las ramas de los árboles de sombra natural.
- Repare y reemplace el material de media sombra oportunamente para impedir el daño a las plántulas.
- Regule la cantidad de sombra y de agua juntas.
- Alinee los tablones o las hileras de plantas de acuerdo a la trayectoria del sol.
- Agregue sombra a los lados de los tablones, o deje que cuelgue la malla de media sombra, si el sol cae directamente sobre las plantas durante la mayor parte del día.
- Gradualmente retire la media sombra cuando crecen las plantas.

- Observe cómo reaccionan las plantas al retirara la media sombra y ajuste su tratamiento según sea necesario.
- **Prácticas deficientes que frecuentemente ocurre en el vivero:**
  - Mantener las plántulas a la sombra durante todo el ciclo de producción en el vivero.
  - Utilizar demasiada sombra, ya que las plantas crecerán con más lentitud y serán más sensibles a las enfermedades.
  - Alinear las plantas en posición opuesta a la trayectoria del sol.
  - Retirar la sombra con demasiada rapidez y quemar las plantitas.

### 3.6 Construcción de canteros para almácigos

- **Canteros:** Los canteros para almácigos son espacios destinados a la siembra y germinación de la semilla y sus dimensiones son variadas, dependiendo la producción, cantidad de plantas y de especies a producir. El ancho de los almácigos de siembra es de 1 m y el largo es variable, pero lo recomendable es que no supere los 10 m. Los almácigos pueden ser a nivel de la tierra o sobre éste (elevados). En general, se utiliza una superficie de 0.5 m<sup>2</sup> de almácigo por cada 1.000 plantas de especies forestales. Para la producción de poca cantidad de plantitas, se pueden utilizar como almácigos cajones de madera.
- **Calles y sendas:** Los canteros se separan por sendas de unos 30 a 50 cm. de ancho, lo suficiente como para poder pasar cómodamente con una carretilla. Cada tantos canteros, es bueno dejar una calle más ancha como para poder pasar con una camioneta, para el transporte de materiales del vivero o para el transporte de las mudas. Los bordes de los tablones para almácigo se pueden proteger de varias maneras, los más utilizados en nuestro medio son las siguiente:
  - **Canteros con bordes de madera:** Relativamente económicos y rápidos de confeccionar. Se necesitan listones de madera, que generalmente son de 1 pulgada de espesor, 3 a 5 cm de ancho y el largor dependiendo de los tablones.
  - **Tablones o canteros con bordes de ladrillos:** Generalmente tienen mayor costo al inicio, pero son de mayor efectividad y duran masl tiempo, por lo tanto este sistema puede brindarnos muy buenos resultados. Los ladrillos se pueden colocar de canto para utilizar menor cantidad de materiales.
- **Tipo de tierra o sustrato a utilizar en el almácigo:** La tierra a emplear debe ser fértil y suelta, debiéndosela tamizar para lograr una cama de

siembra adecuada. Algunas de las características de la tierra o sustrato del almácigo son las siguiente:

- La tierra o sustrato debe tener una buena porosidad para permitir un adecuado drenaje y la penetración del aire, además la textura debe ser suelta para disminuir la resistencia mecánica a la germinación.
- No debe tener partículas grandes como terrones, raicillas, piedrecillas u otros elementos extraños.
- En zonas húmedas el tablón de almácigo se debe construir a mayor altura sobre el nivel del suelo y en zonas secas se recomienda hacerse en el mismo nivel del suelo.



**Figura 9:** Canteros para almácigo de 1 m de ancho por 10 m de largo, con borde de ladrillo (de canto) en la Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

## 4 Principales actividades de en un vivero forestal

### 4.1 Planificación de la producción de mudas forestales

El éxito o fracaso de la agroforestería y los sistemas forestales depende de la buena planificación de todos los componentes que implica la producción forestal y, obviamente la primera fase de la producción de los árboles, constituye la obtención de las mudas en los viveros. Todos sabemos que “el futuro de los árboles está en las fincas”, pero ¿como se logrará ese futuro si los productores no tienen acceso a las mudas o arbolitos de alta calidad?. La oportunidad de desarrollar e implementar sistemas agroforestales en las comunidades de bajo ingreso de las pequeñas fincas campesinas, necesita en primer lugar disponer de las mudas o arbolitos de buena calidad y en el momento oportuno.

Planificar la producción de mudas forestales, implica realizar y manejar con criterios técnicos, las actividades del vivero forestal lo que significa contar con una adecuada programación y cuantificación de todos los requerimientos para realizar todas las actividades en el momento oportuno para la provisión de las mudas a los interesados en la época adecuada.

La planificación funcionará como una guía para todas las actividades del proceso de desarrollo y obtención de mudas. La planificación permite prever con fechas fijas, fechas críticas, requerimientos en recursos humanos, materiales, insumos, etc. Además facilita los cálculos del presupuesto, todos serán incluidos en la planificación para evitar posible sorpresas negativas. La forma en que se establece el proyecto es muy importante. En el primer año, se puede tener resultado negativo del proyecto, cuando no se pone la atención necesaria a todas las actividades, especialmente cuando se minimiza el riesgo de que se presenten factores negativos.

Se elabora una descripción detallada de todo los recursos necesarios para poder anticipar la cantidad de trabajadores, materiales e insumos que se requiere para desarrollar el proyecto de producción de mudas en el vivero. Los requerimientos financieros deben responder al cronograma de las actividades, las etapas durante el periodo de tiempo de ejecución y aclarando muy bien el fuente de financiamiento.

- **Planificación para la producción en vivero:** Para poder sembrar a tiempo, es necesario planificar correctamente el flujo de las plantas que se van a sembrar. La planificación del vivero se hace conforme la velocidad de la siembra. Es muy importante que durante el desarrollo del proyecto, las actividades estén ejecutadas conforme a la planificación. No solamente en velocidad, pero posiblemente mas importante, la calidad. Para poder orientar y brindar las indicaciones conforme a la orden de ejecución a los trabajadores, es necesaria una descripción detallada, la cual debe estar a la vista del personal encargado del vivero. Esta descripción facilitara también el control de los trabajos desarrollados.

La producción de mudas se debe realizar de manera escalonada, teniendo en cuenta la época del trasplante de las mudas en el campo (lugar definitivo), que en nuestro país se puede realizar a partir del mes de abril hasta el mes de setiembre. Esta época constituye la principal referencia para organizar y extender el período en que se realiza las actividades para la producción de mudas.

La preparación del almácigo y siembra para la primera postura se debe realizar en el mes enero. Las plantitas generalmente están en condiciones de ser trasplantados en la maceta a los 30 a 45 días después de la siembra. En la maceta una vez trasplantada permanecen entre 60 a 90 días para que tenga la postura para ser trasplantada al lugar definitivo. Por lo tanto para entregar las mudas en el momento oportuno, por lo menos tres meses antes se debe sembrar en el almácigo, para las especies de rápido crecimiento.

A continuación a modo de ejemplo se presenta un sencillo cronograma de actividades del Proyecto JIRCAS, a fin de tener una mejor ilustración de la planificación de actividades en un vivero forestal. En el mes de enero ya se debe tener listo las instalaciones, canteros, media sombra, sistema de riego y contar con los insumos necesarios como semilla, material para sustrato, productos fitosanitarios etc. y todos los equipos y herramientas para realizar las actividades

Cronograma de actividades para la producción de mudas, Proyecto JIRCAS:

Actividades	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Jul	Agos	Set
1. Siembra en almacigo	■	■	■	■	■				
2. Cuidados de almacigo		■	■	■	■				
3. Cargado de macetas		■	■	■	■	■			
4. Repicaje en maceta		■	■	■	■	■	■		
5. Cuidados culturales		■	■	■	■	■	■	■	■
6. Entrega de las mudas				■	■	■	■	■	■

#### 4.2 Preparación de suelo y desinfección de almácigo

La preparación de suelo del almácigo es parte fundamental para la obtención de una buena cama y un buen desarrollo de las plántulas.

En el establecimiento de un almácigo o semillero hay tres aspectos fundamentales a tomar en cuenta:

- Proveer condiciones físicas favorables a la absorción del agua por la semilla, penetración de raíces y emergencia de las plantas.
- Sembrar la semilla con densidad y profundidad óptima.
- Evitar la mortalidad a causa de enfermedades.
- **Preparación del suelo del almácigo:** Para la preparación del suelo se recomienda mezclar en la misma proporción tierra, arena y estiércol bien descompuesto, posteriormente se nivela el terreno del tablón para favorecer la siembra y evitar encharcamientos.
- **Desinfección del almácigo:** La desinfección del suelo para el almácigo es una acción indispensable no sólo para reducir el ataque de enfermedades y plagas del suelo, sino porque también controla malezas. La desinfección del suelo es necesaria para luchar contra los organismos como hongos, bacterias y nemátodos, los cuales se incrementan año a año. La investigación en el mundo está dirigida a buscar métodos de desinfección de suelo económicos, sin riesgos y con mínimo efecto negativo sobre el medio ambiente.

El daño causado por los hongos se producirá siempre que la planta presente tejidos suculentos en períodos de alta humedad y temperatura. A medida que la planta crece y se lignifica, adquiere resistencia a estos patógenos. Los hongos causantes de esta enfermedad viven en forma saprófita en los estratos superiores del suelo y cuando las condiciones son favorables se transforman en virulentos patógenos para la planta huésped. Entre los géneros de hongos causantes de este mal se encuentran: *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*.

Para el control de las enfermedades existen métodos físicos y químicos, la desinfección del suelo entre los métodos físicos que puede emplear es la solarización, que consiste en una desinfección hidrotermal. Se usa la energía solar para calentar el suelo húmedo, cubierto por un film de polietileno transparente. Se trata de reducir la población de un amplio rango de microorganismos como hongos, bacterias, nemátodos siendo el mayor adelanto obtenido en muchos años de investigación. Debe ejecutarse en el período de altas temperaturas e intensa radiación solar, como en los meses de Diciembre, Enero o Febrero. A medida que transcurre la solarización las temperaturas del suelo que se logran en superficie son más altas que en las capas más profundas, por lo que el tratamiento deberá prolongarse por lo menos seis semanas.

Existen numerosos productos en el mercado para tratar almácigo, pero una forma práctica y efectiva de realizar la desinfección del suelo que se realiza unos días antes de la siembra, consiste en la aplicación de Insecticida como el Sevín 85 PM con el funguicida Dithane M 45, a razón de 3 grs. de cada producto por m<sup>2</sup>. Con esta aplicación se logra eliminar todos los insectos plagas del suelo y las enfermedades de origen fungosa que son las más frecuente, la aplicación normalmente se utiliza utilizando regadera,

se disuelve el producto en aproximadamente 25 litros de agua, que sirve para desinfectar un cantero para almácigo de 10 m de largo.

- **Tratamientos preventivos posteriores a la siembra:** Si las condiciones del medio ambiente son predisponentes para el "damping-off" (mal del talluelo); esto es si aumenta la temperatura o humedad en el lecho del almácigo se recomienda disminuir las frecuencias de riego y aplicar fungicidas combinados. Por ejemplo Dithane M45 en dosis de 20 a 30 gramos en 10 litros de agua para 4 m<sup>2</sup> de almácigo. Otros productos utilizados son los benzimidazoles (Benomyl) en dosis de 1 gr. por litro de agua de riego. La estrategia puede ser usar durante un lapso un fungicida o combinación de éstos y luego cambiar por otro u otros para evitar la aparición de cepas de hongos resistentes a un fungicida en especial.

#### 4.3 Material de propagación, semillas de calidad confiable

Los buenos productores seleccionan sólo los mejores animales para la reproducción: los animales pequeños y enfermizos no tienen una buena descendencia. Asimismo, los productores más adelantados utilizan sólo los cultivos superiores, con altos rendimientos y resistentes a las enfermedades, para obtener las semillas que sembrarán el próximo año. Estos mismos principios deben aplicarse a los árboles. Las características de las plantas madres pueden influir considerablemente en las características de las plántulas. La semilla puede determinar si el árbol crecerá bien o lo hará en forma deficiente. Los estudios realizados en todo el mundo han demostrado que la buena semilla mejora la supervivencia, la calidad de la madera y acorta los períodos de rotación o el tiempo que transcurre hasta la cosecha. Como los árboles necesitan más tiempo para madurar que los cultivos o los animales, lo cual hace que la plantación de árboles sea una inversión de mano de obra y tierra a largo plazo, es aun más importante seleccionar las semillas de alta calidad.

- **Material de propagación:** El material de propagación es la parte de la planta madre que usamos para hacer nuevas plantas. Hay dos tipos: de origen sexual (semillas) y de origen vegetativo (estacas, injertos, acodos, etc). Los árboles producidos por semilla son generalmente más altos, de raíz profunda y no son exactamente iguales, lo que es favorable ante enfermedades o plagas. Los árboles producidos en forma vegetativa repiten exactamente las características de la planta madre, lo cual es bueno en frutales, e inician la producción de fruta mucho antes que los de semilla.
- **Semillas de calidad confiable:** Una buena semilla da como resultado las siguientes características: alto poder de germinación, plantas vigorosas, de calidad, sanas y libre de enfermedades y plagas.

La meta fundamental del encargado de un vivero es producir árboles de calidad. La calidad es más importante que la cantidad. Un error frecuente en los viveros es concentrarse en la cantidad total de árboles producidos y

descuidar su calidad física y genética. Es mejor producir unos cuantos árboles buenos y no muchos deficientes. Mejorar la calidad de las plantas tal vez implique que el productor tenga que plantar menos árboles, pero el crecimiento y la supervivencia de estos árboles será superior.

La institución o entidad responsable de la provisión de semillas para los viveros, debe garantizar a los productores la calidad sanitaria e identidad genética de los materiales de propagación, en sus diversas etapas de producción. Por esta razón es fundamental el control de la sanidad e identidad de las semillas, como así también las plantas del vivero en las etapas del producción, transporte y entrega a los productores.

La semilla de calidad confiable constituye el punto de partida de la producción forestal, por que las semillas constituyen un material extraordinariamente importante en el éxito o fracaso de un cultivo. El material de propagación defectuoso nunca llegará a ser un cultivo exitoso, y aquellos cultivos provenientes de materiales de buena calidad garantizan altos rendimientos, con el buen manejo y las condiciones ambientales adecuadas. En este sentido, el papel del que compra los materiales de propagación es fundamental, ya que debe elegir una semilla de origen controlada o fiscalizada, la cual hace la diferencia en la obtención de muda en el vivero y para la misma producción forestal.

En nuestro país la producción de semillas de especies forestales con categoría certificada y controlada prácticamente no existe, en el Instituto Forestal Nacional se cuenta con un Laboratorio de Semillas para especies Forestales, de este lugar se puede adquirir materiales propagativo de diferentes especies y de muy buena calidad. Normalmente las empresas que se dedican a la producción de mudas forestales, adquieren la semilla de los países vecinos, especialmente del Brasil y la Argentina, que debe contar con la certificación de calidad correspondiente.



**Figura 10:** Semilla de *Eucalyptus grandis* y *Grevillea robusta*, obtenida del Laboratorio de semilla de Instituto Forestal Nacional (INFONA).

#### 4.4 Siembra y cuidados culturales en el almácigo

El almácigo es un sitio en el cual se siembran las semillas antes de hacer la plantación en el lugar definitivo. La siembra de la semilla será para nosotros el punto de partida para organizar el resto de las actividades en el vivero, porque así resultará más sencillo determinar los "otros momentos" de intervención durante el proceso de la producción de mudas. Debemos aprovechar el momento adecuado para las siembras, ya que sembrar a destiempo dificulta el buen desarrollo de las plantitas y el momento oportuno para llevar las mudas en el campo. La siembra en almácigo se debe realizar en forma escalonada cada 15 días, para ir teniendo plantitas que tenga la postura de transplantar durante varios meses.

- **Siembra en el almácigo:** Antes de sembrar, algunas semillas necesitan un tratamiento para "despertar" y así dar una germinación más pareja. Algunos de los tratamientos más usados en vivero son: remojo en agua tibia (como para el mate), dejándola enfriar y sacándolas a las 8 o 12 horas; lijado (pasada rápida sobre un papel de lija medio) y sacudida con arena en un tarro. Todos estos tratamientos intentan apurar la entrada de agua en la semilla, para que se hinche y germine.

Antes de sembrar se debe desinfectar las semillas para evitar el ataque de hongos en las plantas. La siembra de las semillas en el almácigo va a

dependen según su tamaño, debido a que existen semillas grandes, medianas y pequeñas e inclusive diminutas. En el caso de semillas demasiado pequeñas la siembra en los tablones se la hace al voleo. Cuando se trata de semillas grandes, medianas o de fácil manipulación, esta siembra se la hace en hileras a chorro continuo con un pequeño distanciamiento entre semillas y entre hileras.

Previo a la siembra se realiza una buena nivelación y humedecimiento del tablón. Cuando la siembra se realiza al voleo como el caso de los *Eucalyptus*, se debe echar a razón de 10 a 15 gramos de semilla por m<sup>2</sup>, luego se humedece con un pulverizador y se cubre con una capa fina de arena lavada de 1 a 2 mm. de espesor, posteriormente se debe regar humedeciendo bastante bien con el pulverizador (si se utiliza regadera salta toda la semilla por que es muy pequeña). Luego cubrimos con un plástico transparente para mantener la humedad y evitar gotas grandes de las lluvias. El riego se realiza todos los días (de mañana y tarde) para que el suelo se mantenga húmedo hasta que germine la semilla, lo que ocurre a los 8 días dependiendo de la temperatura. Esta cantidad de semilla asegura unas 2.000 plantas por m<sup>2</sup> lo cual favorece la selección de las mejores plantitas para transplantar.



**Figura 11:** Almacigo recién sembrado con eucalipto, Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

- **Cuidados culturales en el almacigo:** El almacigo es la parte más delicada del vivero y requiere de los cuidados necesarios para obtener plantitas de

excelente calidad, los principales cuidados para un buen manejo del almácigo son el riego, control de malezas y los cuidados fitosanitarios.

- **Riego:** Existen diferentes formas y tipos de riego, en nuestra zona es aconsejable utilizar el riego por aspersion, tiene bajo consumo de agua, hay sistemas que trabajan con poca presión y son muy efectivos. Tanto al término de la siembra de primavera como al finalizar el repique, es importante realizar un muy buen riego, se lo conoce como riego de asentamiento. Cuando las plántulas son chicas, tanto en el transplante en maceta como en la siembra, hay que asegurarse que la tierra esté siempre bien húmeda. Si es necesario se debe regar incluso todos los días. Cuando las plantitas están más firmes y arraigados se puede bajar la frecuencia de riego. El riego de las plantitas del repique se empieza inmediatamente después del transplante y cuando terminan las lluvias, durante el verano regar aproximadamente 3 veces por semana, con una profundidad mayor a la de la siembra. Se aconseja regar a la mañana temprano o al atardecer, en las horas de menor calor, para optimizar el aprovechamiento de agua.
- **Control de malezas:** En las primeras semanas, después de la siembra, es recomendable desmalezar a mano. Luego cuando las plantitas están más firmes y bien arraigados, se puede trabajar con azaditas o escardillos y remover entre hileras. Hay que tratar de eliminar las malezas cuando estén pequeñas y tiernas. Se recomienda realizar desmalezado continuo, así se disminuye la competencia por agua y nutrientes entre plantitas y malezas.
- **Cuidados fitosanitarios:** Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta en el almácigo son los tratamientos fitosanitarios, para evitar la aparición de enfermedades, una de la práctica acostumbrada es la aplicación periódica de funguicida a base de Bendamidazole, con la que se evita la aparición de enfermedades fungosas, que suele ocurrir con las altas temperaturas y la elevada humedad que normalmente se tiene en el almácigo.

#### **Algunas recomendaciones para el almácigo son las siguientes:**

- Disponer de buena tierra o sustrato en el almácigo, limpia, nivelada y con la desinfección correspondiente.
- Humedecer (con pulverizador) los tablones previos a la siembra.
- Sembrar superficialmente distribuyendo la semilla de manera uniforme. Las semillas pequeñas al voleo y las más grandes en hilera a chorrillo.
- Asegurar el contacto entre semilla y tierra, comprimiendo suavemente.
- Brindar protección contra las bajas temperaturas y lluvias, utilizando plástico transparente, hasta que germine la semilla.

- Brindar protección con media sombra contra los fuertes calores, lluvias y vientos.
- Realizar un raleo si la germinación es muy abundante, o transplantar primero los más grandes y luego cuando alcance la postura las pequeñas.
- ☐ Realizar la siembra en el almácigo de manera escalonada o secuenciada (cada 2 a 3 semanas) a fin de tener diferentes posturas de plantitas para transplantar.

#### 4.5 Preparación de sustrato de buena calidad y cargado de maceta

La calidad del sustrato es uno de los factores que más influyen en el desarrollo de las plántulas. Un buen sustrato tiene las propiedades físicas y químicas que promueven el crecimiento rápido y saludable de las plantas. Esas propiedades actúan juntas. Un sustrato que tiene muchos nutrientes pero es pesado y no deja penetrar el agua, no es bueno. Del mismo modo, un sustrato con un drenaje adecuado pero que al que le falten alimentos para las plantas tampoco es bueno.

- **Preparación del sustrato:** Una práctica adecuada en el vivero es mezclar la tierra del suelo con un material rico en materia orgánica, bien descompuesta. Como norma general, se usan las siguientes mezclas para las macetas:

	Suelo	Arena	Compost
✓ Para suelos de textura densa (arcillosa):	1	2	2
✓ Para suelos de textura media (limoso):	1	1	1
✓ Para suelos de textura ligera (arenosa):	1	0	1

En la preparación del sustrato la fuente de materia orgánica o compost depende de la disponibilidad de los materiales en la zona. Generalmente se utilizan compost o estiércol de ganado que se mezcla en la misma proporción con arena gorda o suelo. Pero también se puede preparar los sustrato utilizando otros materiales como la cascarilla de coco, como lo que se tiene en la zona de ejecución del Proyecto JIRCAS, en la localidad de San Roque González, donde el sustrato se prepara con dos partes de arena gorda una parte de estiércol bovino y una parte de cascarilla de coco, con esta mezcla se ha logrado excelente resultado.

Las propiedades físicas del sustrato incluyen:

- Cuánta agua puede contener
- Cuánto espacio para el aire tiene
- Su textura
- Su peso por cada maceta.

El sustrato debe tener la capacidad de contener una gran cantidad de agua sin que se produzca un encharcamiento. El espacio para el aire (la porosidad) es necesario para que el aire entre y salga del sustrato. Las raíces necesitan “respirar” al igual que las hojas. Si el sustrato contiene demasiada agua, las raíces se sofocarán. La textura del sustrato es la forma en que se siente al tenerlo en la mano. Un alto contenido de arcilla puede hacer que el sustrato se encoja y se resquebraje cuando se seca. Esto puede dañar los ápices de las raíces de las plántulas. Si la textura es arenosa, probablemente contiene mucha arena, que agrega porosidad pero disminuye el contenido de nutrientes y la capacidad del sustrato de retener agua. Por último, el peso (densidad aparente) del sustrato influye en la facilidad con que se pueden transportar las plántulas al campo.

Las propiedades químicas (la “fertilidad”) del sustrato incluyen:

- La cantidad de nutrientes que contiene
- La facilidad con que esos nutrientes están disponibles para las plantas.
- La rapidez con que son liberados los nutrientes para las plantas



**Figura 12 :** Materiales para sustrato: Arena gorda, estiércol y cascarilla de coco, utilizado en el vivero del Proyecto JIRCAS, San Roque Gonzáles

### ● **Cargado de maceta**

El envase o maceta tiene la función que retener el sustrato hasta que la planta crezca. Tiene que tener agujeros en la base para dejar salir el agua, así no se pudren las raíces. Hay muchos tipos de envase, pero los más comunes en los viveros son las bolsitas de plásticos negros. Vienen de diferentes tamaños y espesor. Los viveros de gran escala usan unas bandejas de plástico duro, que se pueden usar muchas veces (varios años).

Las bolsitas de polietileno o maceta más usuales, son de tamaños de 8 x 13 cm para las especies forestales exóticas (pinos, eucaliptos, grevillea, etc.) y las de 12 x 18 cm para las especies nativas. Las ventajas de utilizar las bolsitas de polietileno es el bajo costo unitario, a pesar de que puede presentar desventajas, por las dificultades de llenado y el enrulamiento radicular. Pero se puede utilizar otras alternativas que tengan bajo costo como los materiales reciclado.

Es preciso compactar bien las macetas y regarla abundantemente antes de realizar el trasplante. La gran ventaja de las macetas es que son fáciles de llenar, lo cual mejora la productividad del trabajo. Según el tamaño de las macetas, una persona puede llenar hasta 1.000 unidades en un día. Estas macetas posteriormente se colocan ordenadamente en el vivero en forma de tablonces de un metro de ancho, dejando calle de 50 cm. para circular, los tablonces para colocar las macetas se pueden preparar de listones de madera de 3 pulgada de ancho (alfajía).



**Figura 13:** Macetas cargadas y acondicionadas en tablonces formadas con alfajías, Parcela Demostrativas del Proyecto JIRCAS, San Roque González

#### **4.6 Transplante en maceta o repicaje**

Cuando las plantitas tienen unos 5 a 8 cm de alto o 3 a 4 hojas, se deben transplantar en las macetas, para que tengan buen espacio para crecer. Este trabajo es muy delicado y las plantitas sufren mucho. El almácigo debe regarse bien el día anterior para que las plantas “carguen” agua, y se ablande el terreno. Es mejor transplantar a la tarde, para que las plantitas se recuperen por la noche. Con un cuchillo o machete se remueve el suelo y se saca la planta, tirándola despacio de las hojas. Si la raíz es muy larga (más que la maceta) se poda con una tijera bien filosa.

En el envase o maceta cargado se hace un hoyo con un palito puntiagudo a una profundidad que pueda entrar toda la raíz, y se mete la plantita hasta la misma profundidad que estaba en el almácigo, sin doblar la raíz. Se apisona desde el fondo y los costados del hoyo para que se adhiera bien la raíz con el sustrato.

- **Aspectos a tener en cuenta para tener éxito en el transplante:**

- Cuidar que las raíces no estén expuestas al sol y el viento.
- Colocar la raíz bien derecha en el hoyo.
- Aprisionar bien la raíz, sin dejar huecos en la maceta.
- Enterrar la raíz a la misma profundidad que tenía en el almácigo.
- Dejar bien nivelado el sustrato en el envase o maceta,
- No dejar hueco alrededor del tallo.

- **Prácticas deficientes al efectuar el transplante en la maceta:**

- Transplantar plantitas ya grandes con raíces largas.
- Trasplantar las plantitas en suelos secos y luego regarlas.
- Establecer la media sombra después de haber efectuado el transplante.
- Realizar el transplante bajo la luz directa y con el sol caliente.
- Trasplantar plántulas dañadas o defectuosas.
- Extraer las plántulas con suelo seco agarrándolas del tallo, dañando las raíces y el tallo.
- Realizar el riego en forma deficiente o con demasiada presión.
- Llevar las plántulas en la mano o tenerla al aire libre mucho tiempo.
- Preparar los hoyos con el dedo (por lo general el hoyo será demasiado pequeño).
- Dejar que las raíces se doblen hacia arriba al insertarlas en el hoyo.
- Dejar bolsas de aire alrededor de las raíces, lo cual hará que mueran las plantas.



**Figura 14:** Transplante en maceta, en el vivero del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

#### **4.7 Cuidados culturales de las plantitas en la maceta**

Después del trasplante se presenta un periodo crítico en el vivero durante el cual las plantitas son vulnerables a los factores del ambiente y a los diversos depredadores y patógenos. Por ello deben extremarse los cuidados en la maceta, pues de lo contrario se presentan pérdidas cuantiosas en este periodo. Por ejemplo, si las condiciones no son las apropiadas para el transplante y no se les brindan los cuidados necesarios, puede ser que no prendan las plantitas o que sean atacadas por plagas (hormigas cortadoras) y enfermedades, que continúan siendo un problema aun después de que las plántulas han prendido. Asimismo, la presencia de malas hierbas puede afectar su ritmo de crecimiento, y hasta provocar su muerte, al competir con ellas por agua, luz y nutrientes.

- **Riego:** Después del transplante de las plantitas en la maceta se debe regar en forma continua hasta lograr el prendimiento, posteriormente se debe mantener la humedad regando en forma periódica de acuerdo a la necesidad. El riego es muy importante, debido a que la pérdida excesiva de humedad en la maceta ocasiona que las plantitas se sequen. También, hay que cuidar la presión del agua, pues si es mucha o cae directamente sobre las plantitas puede ocasionarles el estropeamiento lo que provocaría su desecación.

Es importante recalcar que el riego no se debe aplicar en las horas de mayor incidencia de calor, porque esto aumenta considerablemente la evapotranspiración y provoca lesiones en las plántulas e incluso su muerte. Aunque las temperaturas del suelo consideradas como críticas varían según la edad y la especie, está comprobado que el daño ocurre con más frecuencia en plantas jóvenes. Cuando se presentan temperaturas críticas en el vivero, la intensidad y la frecuencia adecuada de los riegos son variables y depende parcialmente del tipo de suelo. La media sombra evita una excesiva insolación, pero cuando las temperaturas superficiales del suelo excedan los 30°C una adecuada aplicación del riego regula la temperatura.

- **Control de malezas:** Una labor importante en el vivero es la limpieza en forma manual, para eliminar las malezas que normalmente aparece a lado de las plantitas en las macetas. Esta operación se debe realizar cuando las malezas son todavía pequeñas, por que si se igualan o superan a las mudas, le afecta a ésta en su desarrollo y al arrancar una maleza grande de la maceta se estropea la muda, inclusive puede arrancarse con las malezas.

El deshierbe manual o mecánico evita problemas de competencia por luz, agua y nutrientes, por lo que además de eliminar las malas hierbas es importante tener cuidado con el número de plántulas que emergen de las bolsas en las que se sembraron dos o tres semillas, en cuyo caso se sugiere que solamente se mantenga la planta más vigorosa y se eliminen las restantes. El deshierbe con herbicidas trae consigo riesgos tanto para el cultivo como para el ambiente, por lo que debe hacerse con mucha precaución.

- **Manejo y control de plagas y enfermedades:** Una de las enfermedades más importantes es el "mal del talluelo"; y el método que más se utiliza para eliminar el hongo que lo produce es la fumigación con producto apropiado. Debido a que el "mal del talluelo" es un problema constante en los viveros se recomienda efectuar revisiones continuas en el cultivo, con el propósito de detectar oportunamente su presencia o la de alguna otra enfermedad. De esta manera se puede prescribir y aplicar inmediatamente el tratamiento adecuado y evitar la pérdida significativa de plantas.

Con relación al manejo y control de las plagas, es importante realizar el monitoreo en forma periódica para verificar la presencia de las plagas. Una de las plagas de mayor importancia que suele atacar los vivero constituyen las hormigas cortadoras como el Ake-ke y el Ysa-ú, cuyo control es fundamental utilizando los hormigicidas granulados o en polvo, que normalmente se encuentra en el mercado. A veces aparecen otras plagas de menor importancia o en pequeña cantidad por lo que los daños que ocasionan no reviste mayor problema, por lo tanto no amerita realizar un tratamiento fitosanitario para eliminarlos.

- **Poda de raíces:** Si los envases o macetas (sobre todo las bolsitas de plástico) se dejan mucho tiempo en la tierra, la raíz principal se "escapa" y

empieza a crecer fuera del envase. Para evitarlo, se pueden poner sobre alguna estructura que las separe del suelo. Las raíces no pueden vivir en el aire, y no se escaparán del envase (algunos llaman a esto auto-poda). Otra opción (la más común) es mover cada tanto las plantitas de lugar, y podar las raíces que asoman del envase. En verano, esto debe hacerse cada 15 a 25 días, para que las raíces al cortar no sean tan grandes y la planta no sufra mucho. Con esto se logra frenar el crecimiento de la raíz principal y aumentar el crecimiento de las raíces más finitas, para que se tramen bien y ocupen todo el sustrato del envase. La poda de raíces sirve también para eliminar las raíces enrolladas en el fondo de los envases o macetas.

## 5 Preparación y entrega de las mudas a los productores

El vivero es la base del éxito de la plantación de árboles, ya sea para reforestación o agroforestería. La calidad de los árboles que usted produce influirá considerablemente en los medios de subsistencia de las personas que los plantan. Los árboles mejoran nuestro suelo, limpian el agua y el aire, nos dan frutos, leña y madera y son el hogar de muchos animales, por lo tanto es de suma importancia iniciar el proceso de la producción de los árboles en el vivero.

Una práctica necesaria en el vivero es mantener una estrecha comunicación con los clientes del vivero: los productores y los técnicos forestales que plantan los árboles. La información que ellos aportan le permite a usted hacer ajustes de la cantidad y calidad de mudas que van a ser necesarias en el vivero. Hay que emplear esos comentarios para satisfacer mejor las necesidades de los clientes. El éxito de un vivero no es simplemente una cuestión de producir árboles sanos y vigorosos en el vivero. El éxito global debe incluir cómo crecen y sobreviven esos árboles en el campo o finca del productor.

La cantidad de árboles plantados en realidad no significa nada a menos que crezcan bien en el campo. Muchos programas de reforestación evalúan el éxito de plantar fuera del ámbito del vivero. Si no lo hacen, deberían hacerlo y pasar la información al vivero. Las evaluaciones deben incluir datos reales, no simplemente observaciones casuales, que puedan ser usados para mejorar el programa de reforestación, comenzando con los arbolitos que se produce en el vivero. Si bien está más allá de la capacidad del personal del vivero realizar esos estudios detallados, es muy importante que se visite los lugares donde se realizaron las plantaciones. Los encargados de los viveros deben volver a los sitios donde se plantaron los arbolitos fuera del vivero después de 3, 6 y 12 meses, e incluso hasta 5 años después, para observar el crecimiento y el estado de los árboles

### 5.1 Características y tamaño de las mudas para transplantar

- **Las Características de la muda para transplantar:** Así como da a sus hijos un buen inicio en la vida nutriéndolos y respondiendo a sus necesidades al proporcionarles alimentos saludables, debe dar a sus arbolitos durante la etapa que se encuentra en el vivero. La sombra y el agua adecuada, las correcciones con fertilizantes y las normas estrictas de calidad no significan que se esté mimando a las plantas en “condiciones de lujo”. Por el contrario, cuando se les dan la luz, el agua y los nutrientes apropiados, resultarán plantas saludables. Estarán mejor preparadas para crecer y sobrevivir en las duras condiciones del “mundo real”. Por lo tanto es también de suma importancia el trabajo en el vivero.

De un buen trabajo de vivero se obtiene una planta en condiciones de ser llevada a campo exitosamente. Las condiciones que debe reunir esa planta son muchas, y variarán de acuerdo al viverista y a las necesidades de los interesados a realizar la reforestación.

A continuación se detallan algunas de las cualidades de una muda apta para la plantación en el lugar definitivo:

- Adecuada relación entre la altura del tallo y largo de la raíz.
  - Tallo de un solo eje.
  - Raíces no enredadas y
  - Buena lignificación y estado sanitario.
  - Tamaño adecuado de las mudas para transplantar.
- **Tamaño de las mudas para transplantar:** Un aspecto de suma importancia en los viveros forestales es disponer de las plantitas con el tamaño ideal para proveerles a los interesados. Generalmente se aconsejan utilizar siempre plantas pequeñas ya que, indudablemente, se adaptan mejor a las condiciones ambientales. Los árboles de crecimiento rápido como eucaliptos (*Eucalyptus sp*) se adaptarán mejor al medio si no son demasiado altos y están alojados en envases o macetas que permitan un adecuado desarrollo de sus raíces. Conforme a la experiencia el tamaño ideal de las mudas es cuando alcanzan una altura promedio de 30 cm., en estas condiciones ya pueden ser llevadas al campo o lugar definitivo.

Muchas personas prefieren plantar mudas más grandes, pero surge un grave inconveniente, generalmente las mudas o arbolitos más grandes ya presentan un desarrollo radicular defectuoso (enroldado tipo espagetti), especialmente cuando las macetas son pequeñas. Cuando se transplantan mudas con raíces defectuosas afecta negativamente para el buen desarrollo de los arbolitos.

## 5.2 Práctica recomendada en el vivero, rustificación y poda de la raíz

- **Rustificación:** En el vivero, las plantas reciben todos los cuidados para que crezcan bien: sombra, riegos, un sustrato fértil, protección contra los vientos, etc. Cuando se las saca del vivero y van a plantación, las plantas sufren un cambio muy fuerte, porque de golpe dejan de tener todos estos cuidados; están como “malcriadas”. El endurecimiento, también llamado “rusticado” es la etapa final de producción del vivero y consiste en ir retirando de a poco todos los cuidados que se dan en el vivero, para que la planta se endurezca y soporte mejor el cambio a la plantación. Durante el endurecimiento, las plantas se sacan de la sombra, se les va reduciendo

los riegos y se las coloca en lugares menos protegidos que en el vivero. Esta tarea debe realizarse durante los últimos 30 a 45 días de la planta en el vivero, antes de que salga a plantación. Durante el endurecimiento, la planta reduce el crecimiento en altura y refuerza el crecimiento de raíces y grosor del tallo, quedando en mejores condiciones para soportar el trasplante definitivo.

- **Poda de la raíz:** La poda de la raíz principal favorece el desarrollo de las secundarias y la lignificación de la planta que se rústifica, asegurando el éxito de la futura plantación. Cuando la planta alcanza una altura de 20-30 cm. está en condiciones de ser llevada a campo. No obstante, para asegurar su supervivencia es conveniente disminuir la frecuencia de riegos para evitar que las plantas tengan tejidos tiernos no lignificados susceptibles a sufrir los efectos del sol en la plantación. También se debe evitar el exceso de abonos nitrogenados y las plantas deben estar expuestas a pleno sol.

### 5.3 Clasificación y utilización de cajas para transporta las mudas

- **Clasificación:** El objetivo del vivero no solamente responder a la cantidad de plantas necesarias, sino principalmente se que sean buenas, fuertes y sanas, para que “prendan” cuando se las plante y crezcan bien, para lograr una buena reforestación. Pero para lograr estos objetivos debemos proveerles a nuestros clientes o beneficiarios mudas que tienen la misma postura o tamaño, lo que se logra realizando una adecuada clasificación.

En los viveros donde se produce en envase denominado macetas, es importante realizar la clasificación de las mudas o plantitas de entregar a los interesados o productores, a fin de que puedan realizar sus plantaciones con arbolitos que tienen la misma postura (aproximadamente 30 cm. de altura). La clasificación se realiza especialmente cuando en el vivero se tienen mudas con diferentes tamaños. Se procede a seleccionar todas las plantitas que ya alcanzan la postura adecuada, dejando las más pequeñas para ver si reúnen las características deseadas para entregar en otra oportunidad.

En todo vivero de especies forestales, siempre habrá algunas plantas de buena calidad y otras de mala calidad. En promedio, el 20-30% de las plantas serán de calidad deficiente. En consecuencia, el vivero siempre debe producir un 20-30% de plantas más que las necesarias para alcanzar una determinada cantidad final. Los encargados de los viveros deben aceptar que es muy normal deshacerse de plantas. Por desgracia, muchos no lo hacen. Muchas personas no quieren deshacerse de lo que les costó tanto trabajo, o piensan que las plantas todavía podrían tener una oportunidad.

- **Utilización de cajas para transportar las mudas:** Para asegurar el adecuado transporte de las plantitas o mudas que se encuentra en macetas, deben estar acondicionadas en cajas, a fin de evitar que se estropeen. Las mudas o plantitas que se tienen en el vivero deben llegar a la finca de los productores en la mismas condiciones, por lo tanto es imprescindible que se las transporten en cajas. La caja no debe estar cerrada herméticamente y se debe colocar materiales de protección para las macetas. Además todas las cajas deben tener el mismo tamaño, de tal manera se pueden encimar uno sobre otro para facilitar el transporte de mayor cantidad de mudas.

Las cajas pueden fabricarse de diversos materiales, la más económicas son las realizadas de madera, pero tiene el inconveniente de su poca durabilidad. La cajas hechas con materiales plásticos son la más apropiada, por que son livianas, resistentes y vienen preparadas para acomodar en varias hileras.



**Figura 15:** Mudras acondicionadas en para facilitar su transporte, Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

#### **5.4 Condiciones para el transporte de las mudas**

La forma en que se transporta las mudas desde el vivero hasta la finca es un factor fundamental para lograr la supervivencia de las plantitas. Las mudas que han estado relativamente protegidas en el vivero precisan de los cuidados necesarios en el momento de llevarlos al campo. Durante el transporte, que a veces duran varias horas, suelen presentarse numerosos inconvenientes, tales como el sol caliente, el viento fuerte, etc, pueden

marchitar las plantitas que estamos transportando. Por esta razón se debe realizar el transporte de las mudas en medios de transporte adecuado, que cuenta con la protección correspondiente.

El transporte de las mudas desde el vivero a la finca del productor, generalmente implica un costo adicional que se debe considerar y prever el medio de transporte más adecuado. La mejor manera de transportar las plantitas son las furgonetas cerradas, pero si se transportan en vehículos abiertos se debe colocar una protección con carpa, lona, inclusive se puede utilizar la malla de media sombra para colocar sobre las cajas que contienen las mudas.

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es la identificación precisa de la especies forestales que se está transportando, por las plantitas pequeñas difícilmente se puede diferenciar una variedad de otra, inclusive una especie de otra. Para este menester a cada lote o partida de plantitas o mudas se le debe colocar una etiqueta, que especifique la identidad del material. Esta situación se torna más indispensable cuando se está transportando mudas o plantitas de diferentes especies o variedades. Si no se toma esta precaución se puede presentar inconveniente en el momento de la entrega de las mudas al destinatario.



**Figura 16:** Vehículo utilizado para transportar las mudas del Proyecto JIRCAS, en San Roque González.

### **5.5 Entrega de las mudas al productor y cuidados antes de transplantar**

La buena calidad de las plantas es la base del éxito de la plantación de árboles. No vale la pena que el productor haga el esfuerzo de transportar las plantas al campo, prepare bien el suelo, plante adecuadamente y

mantenga con buenos cuidados los árboles, a menos que éstos sean de buena calidad. Un árbol de calidad deficiente siempre será de calidad deficiente aun cuando se lo plante en un buen sitio, bien preparado. En el campo, cada árbol de calidad deficiente desperdicia espacio y recursos, lo cual lleva a una baja productividad. Los árboles de alta calidad tienen una tasa más elevada de supervivencia y un crecimiento más rápido en el campo que los árboles de calidad deficiente. El crecimiento rápido permite al árbol superar a las malezas en la competencia por los nutrientes y el agua y reduce los costos iniciales de mano de obra para el establecimiento. El crecimiento rápido también permite al productor obtener antes madera o productos del árbol, lo cual incrementa las utilidades de la inversión del productor. Estamos produciendo árboles para que constituyan un medio de subsistencia para las personas; éstas dependen de los árboles de alta calidad.

- **Entrega de las mudas:** Además de la calidad de las mudas que deben recibir los productores en su finca, se debe realizar la entrega teniendo en cuenta algunos aspectos importante tales como:
  - Verificar si corresponde a la especie y/o variedad solicitada.
  - Entregar las mudas en buenas condiciones, sin estropearse.
  - Verificar la cantidad solicitada, se debe el prever el 20 % más del total de requerimientos para realizar el replante.
  - Brindarles las orientaciones técnicas para una buena plantación.



**Figura 17:** Entrega de mudas a los productores en el marco del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

- **Cuidados de las mudas antes de transplantar:** Los productores generalmente no realizan la plantación de manera inmediata después de recibir las plátimas, por varios motivos y si no toman las precauciones correspondientes muchas plantitas se pueden secar. Por lo tanto estas mudas requieren de los cuidados necesarios para mantenerlas en buenas condiciones hasta la realización del trasplante. En primer lugar se deben colocar en lugares protegido de los animales menores (generalmente en la huerta), además se debe colocar en lugar sombreado, si no cuenta con media sombra se pone debajo de los árboles. Otro factor importante es el riego, que debe realizarse periódicamente cuando las macetas estén secas.
- **Orientaciones a los productores para una adecuada plantación:**

Conocer el suelo, el clima, el tipo de área o las prácticas silviculturales de mantenimiento es fundamental para establecer una plantación forestal. Esta información constituye la base ruta que permite anticiparse al futuro del plantío para manejar, tanto las falencias como las ventajas del área a ser reforestada.

Una plantación forestal consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras. Precisamente, ese objetivo es el que también permite determinar la densidad de siembra, los rendimientos y los costos que implicará la plantación, junto con la selección de las especies más adecuadas y su programación para la producción. Pero, para que todo esto sea posible, es indispensable realizar un estudio previo y cuidadoso de las condiciones naturales en las que se desarrollará la plantación, además de la planeación y distribución del área, a fin de asegurar su éxito.

A la hora de iniciar una plantación, ubicar las especies en un ambiente que les proporcione las condiciones climáticas y de suelo que favorezca su desarrollo, es vital; así como también deben considerarse las exigencias ecológicas del material a plantar que -hasta donde sea posible debe coincidir con las condiciones ambientales del sitio de la plantación para cada especie. Aquí, es necesario tener en cuenta que las condiciones del medio ambiente pueden variar afectando o favoreciendo la plantación pues algunas son óptimas, regulares o simplemente desfavorables cuando el sitio presenta condiciones adversas para un desarrollo deficiente. Otro aspecto es el clima factor de terminante para el crecimiento de las plantas- y que responde a condiciones de circulación atmosférica, temperatura y precipitación de la zona. La interacción de cada uno de estos factores determina una gran variedad de climas y por ende, de especies con distintas posibilidades de desarrollo forestal, sea plantación con fines industriales, sistemas agroforestales, para el autoconsumo o para el mercado local. Se recomienda consultar las bases de datos climáticas, especialmente el régimen de lluvias, cantidad y distribución o en su defecto indagar con los campesinos de la zona, dado que ellos estiman con cierta

precisión la frecuencia, intensidad de las lluvias y los meses de heladas cuya práctica se ve reflejada en el calendario agrícola de la zona; el objetivo es aprovechar los meses de lluvia para el mayor prendimiento de la plantación.

A nivel de finca, los pequeños productores son tradicionalmente dedicado a la producción agrícola y la ganadería a pequeña escala, sin embargo en cuanto a la producción forestal tienen escaso o nulo conocimiento, por lo tanto es fundamental que los mismos tengan los conocimientos técnicos necesarios para realizar las labores de plantación. Por esta razón es sumamente necesario brindarles a los productores las orientaciones técnicas para una adecuada plantación. Por que de nada serviría entregarles mudas de especies forestales de excelente calidad, si a nivel de finca no existe la capacidad de continuar el proceso de plantación de manera adecuada.



**Figura 18:** Líderes productores realizando capacitación práctica para la plantación forestal en la Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS, San Roque González, Paraguari.

## Bibliografía

Basil, G. , Lugano, L. y Leanza, M. 2003. Instalación de un Vivero Forestal. Divulgación Técnica N° 22. INTA. Argentina. 4 p.

Díaz Benetti, W. 2002. Vivero Forestal. Buenas Prácticas Forestales. Proyecto FAO – TCP/ARG/2902. Cartilla de divulgación N° 9. Buenos Aires, Argentina. 12 p.

Galiussi, E. 2006. Los Tipos de Producciones de un Vivero Forestal. Boletín de Divulgación Técnica N° 8. Área Dendrología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata, Argentina. 7 p.

Navall, M. 2004. El Vivero Forestal. Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Proyecto Forestal Regional INTA -EEA. Santiago del Estero. 15 p.

INTA. 1994. Producción de plantas. Manual para Productores de Eucaliptos. INTA, Argentina. 33 a 41 p.

Ladis, T. D.; Tinus, R. W. y Barntt, J. P. 1989. Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Planeación, Establecimiento y Manejo del Vivero. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Oregón, E. U. A. 102 p.

Marco, M. 1983. Instalación de un vivero de Eucalyptus grandis. Información Forestal. EEA – INTA, Concordia, Argentina. 7 p.

Solórzano, C. 2005. Manual básico para viveristas del bosque seco. Manejo de Viveros y Especies Nativas. Proyecto Conservación Participativa del Bosque Seco. Guayaquil, Ecuador. 28 p.

Trujillo, E. 2005. Plantación Forestal: Planeación para el Éxito. El Semillero. Bogotá, Colombia. 29 p.

Wightman KE. 2000. Prácticas adecuadas para los Viveros Forestales. Guía Práctica para los Viveros Comunitarios. Centro Internacional para Investigación en Agroforestería. ICRAF. Nairobi, Kenya 102 p.