

# VIVEROS FORESTALES URBANOS

CONSTRUCCIÓN Y MANEJO



TEKOKHA HA  
AKARAPUA KATUIRA  
Ministerio de  
Ambiente y Desarrollo  
Sostenible

**MADES**  
#CreandoConciencia



TETĀ REKUĀI  
GOBIERNO NACIONAL

Paraguay  
de la gente

VIVEROS  
FORESTALES  
URBANOS

---

CONSTRUCCIÓN Y MANEJO



## Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

**Ariel Oviedo** - Ministro del Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Hugo Piccinini Soerensen** - Director General de Gestión Ambiental, Punto Focal Titular del Proyecto "Asunción Ciudad Verde de las Américas - Vías a la Sustentabilidad"

**Lourdes Bogado** - Directora de Ordenamiento Ambiental, Punto Focal Alterna del Proyecto "Asunción Ciudad Verde de las Américas - Vías a la Sustentabilidad"

**Gustavo Rodríguez** - Director de Educación Ambiental

## Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

**Silvia Morimoto** - Representante Residente

**Alfonso Fernández de Castro** - Representante Residente Adjunto

**Veronique Gerard** - Oficial de Programa, Desarrollo Sostenible

## Equipo de Proyecto "Asunción Ciudad Verde de las Américas - Vías a la Sustentabilidad"

**Alejandra Kemper** - Coordinadora

**Irene Gauto** - Responsable Técnica

**Eliana Tolces** - Comunicadora

## Equipo de Trabajo

**Oscar Manuel De Jesús Vera Cabral** - Editor y organizador

## Autores

Oscar Manuel De Jesús Vera Cabral, Osvaldo Iván Herebia León, Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari, Jean Alberto Sampietro, Alexandre Techy de Almeida Garrett, Fabiana Schmidt Bandeira Peres, Dagma Kratz, Carlos Leguizamón Rojas, Cristian Britos Benítez, Saulo Boldrini Gonçalves, Cristhian J. Grabowski Ocampos, Laura C. Soilán Duarte, Flávia Gizele König Brun, Lourdes Patricia Elias Dacosta, Hugo Armando Barúa Acosta, Eleandro José Brun, Ángel Benítez

**Karen Martínez** - Corrección de estilo

**Agencia Kumanda** - Diseño y diagramación

Este documento se ha elaborado, diseñado, diagramado e impreso en el marco del Proyecto "Asunción ciudad verde de las Américas - Vías a la sustentabilidad", liderado por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), además de otras instituciones, con financiación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Las opiniones expresadas en esta publicación no representan necesariamente las de las Naciones Unidas, incluido el PNUD, ni los Estados Miembros de la ONU. Este documento no tiene fines de lucro, por lo tanto, no puede ser comercializado en el Paraguay ni en el extranjero.

Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente y en cualquier forma con fines educativos o no lucrativos sin el permiso especial del autor, siempre y cuando se cite la fuente.

MADES/PNUD/FMAM. 2021. Viveros forestales urbanos: construcción y manejo. Proyecto "Asunción ciudad verde de las Américas - vías a la sustentabilidad". Asunción, Paraguay. 132p.

Primera Edición  
Tiraje: 1.000 ejemplares  
Febrero, 2021.

	FICHA TÉCNICA	
11	PRESENTACIÓN DEL MANUAL	
2	INTRODUCCIÓN	
5	ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN LOS VIVEROS FORESTALES	
10	EL TRABAJO DE LOS VIVEROS FORESTALES URBANOS ESPECIALIZADOS	
13	REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE UN VIVERO FORESTAL URBANO	
	1. Emplazamiento del vivero.....	14
	2. Las condiciones ambientales del sitio para instalar el vivero.....	14
	3. Suelo y topografía.....	14
	4. Abastecimiento de agua.....	15
	5. Demanda de plantas para el vivero.....	15
	6. Cumplimiento de la normativa que regula el funcionamiento del vivero.....	15
17	INSTALACIÓN, CONSTRUCCIÓN DE VIVEROS FORESTALES URBANOS	
	1. Tamaño, forma y orientación del vivero.....	18
	2. Preparación del lugar.....	19
	3. Protección perimetral.....	21
	4. Protección contra el viento.....	22
	5. Calles y sendas o pasillos.....	22
	6. Reservorio de agua.....	23
	7. Sistema de riego.....	24
	8. Instalaciones edilicias.....	25
	9. Cobertores de sol o sombráculos.....	26
	10. Canteros, tablones, platabandas o mesadas de cría.....	28
	11. Almacigos o germinadores.....	29
	12. Equipamientos e instalaciones auxiliares.....	30
31	ORGANIZACIÓN Y SECTORES DEL VIVERO	
	1. Sector administrativo.....	32
	2. Sector de preparación y carga de sustrato.....	32
	3. Sector de germinación.....	32
	4. Sector de almacenamiento de herramientas e insumos.....	33
	5. Sector de servicios.....	34
	6. Sector de cría o crecimiento de plantas.....	34
	7. Sector de rustificación o endurecimiento de plantas.....	34
	8. Sector de expedición de plantas.....	35
36	MATERIAL REPRODUCTIVO PARA LOS VIVEROS. SEMILLAS FORESTALES	
	1. Importancia de las semillas para la producción en vivero.....	37
	2. Producción u obtención de semillas.....	38
	2.1 Métodos de recolección de semillas.....	39
	2.2 Época para la recolección de semillas.....	41
	2.3 Procesamiento o beneficiamiento de semillas.....	41
	2.4 Almacenamiento y conservación de semillas.....	42
	3. Tratamientos pregerminativos de semillas.....	42
43	MATERIAL REPRODUCTIVO PARA LOS VIVEROS, TEJIDOS Y ÓRGANOS	

# Lista de contenido

<b>47</b>	<b>SUSTRATOS DE PLANTAS, UTILIZADOS EN EL VIVERO FORESTAL</b>	
	1. Concepto y funciones de los sustratos .....	48
	2. Clasificación de sustratos .....	48
	2.1 Materiales Orgánicos .....	49
	2.2 Materiales Inorgánicos (Minerales) .....	49
	2.3 Características deseables en un sustrato .....	49
	3. Tipo de sustrato conforme al contenedor de la planta ....	52
	3.1 Sustrato para tubetes .....	52
	3.2 Sustrato para macetas de polietileno .....	53
	4. El compost como alternativa para la preparación de sustratos para viveros forestales .....	54
	5. Fertilización de plantines forestales .....	55
	5.1 Fertilización de plantines producidos en tubetes .....	55
	5.2 Fertilización de plantines producidos en macetas de polietileno .....	56
<b>58</b>	<b>CONTENEDOR DE PLANTAS</b>	
	1. Clasificación.....	19
	2. Especificaciones técnicas de los contenedores .....	21
	3. Los sustratos conforme a los contenedores de plantas..	22
<b>64</b>	<b>PRODUCCIÓN DE PLANTINES A RAÍZ DESNUDA</b>	
	1. Formación de camellones, tablones o platabandas de siembra y cría .....	65
	2. Tratamiento del suelo .....	65
	3. Siembra de semillas .....	66
	4. Cuidados culturales .....	66
	5. Poda de raíces .....	66
	6. Cosecha, clasificación, empaquetado y transporte.....	67
<b>68</b>	<b>PRODUCCIÓN DE PLANTINES EN CONTENEDORES</b>	
	1. Plantines en envases tipo Macetas .....	69
	1.1 Preparación de sustratos para la producción de plantas en macetas.....	69
	1.2 Tipos de macetas y su acondicionamiento.....	72
	1.3 Carga de macetas y su disposición en el área de cría de plantas .....	72
	1.4 Siembra y germinación de semillas .....	73
	1.5 Trasplante de plántulas a las macetas .....	75
	1.6 Cría y cuidados culturales .....	76
	1.7 Rustificación de las plantas .....	78
	1.8 Empaquetado y transporte .....	78
	2. Plantines en envases tipo Tubetes .....	80
	2.1 Preparación de sustratos para producción de plantines en tubetes .....	80
	2.1 Preparación de tubetes y carga de tubetes .....	82
	2.2 Siembra, germinación de semillas y traslado a los contenedores .....	83

# Lista de contenido

	2.3 Cría y cuidados culturales.....	83
	2.4 Rustificación de las plantas .....	84
	2.5 Empaquetado y transporte .....	85
<b>87</b>	<b>PRODUCCIÓN DE PLANTAS MEDIANTE PROPAGACIÓN VEGETATIVA</b>	
	1. Producción mediante propagación vegetativa .....	88
	2. Macro y micropropagación .....	89
	3. Estacas e injerto .....	90
	3.1 Estacas.....	90
	3.2 Injerto .....	93
<b>97</b>	<b>RUSTIFICACIÓN O ENDURECIMIENTO DE PLANTAS</b>	
	1. IMPORTANCIA DE LA RUSTIFICACIÓN.....	98
	2. OBJETIVO DE LA RUSTIFICACIÓN.....	98
	3. ¿CÓMO SE REALIZA EL PROCESO DE LA RUSTIFICACIÓN?.....	98
<b>100</b>	<b>ADMINISTRACIÓN DE UN VIVERO</b>	
	1. La gestión administrativa de un vivero forestal urbano...	100
	2. Pasos del proceso de gestión administrativa en el vivero .....	101
	3. Planificación de la producción .....	103
	3.1 Costos de la producción en vivero.....	103
	4. Referencias.....	103
<b>104</b>	<b>CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DEL VIVERO</b>	
	1. Calidad de las plantas .....	105
	2. Atributos que determinan la calidad de las plantas producidas en el vivero.....	105
	3. Problemas relacionados a la calidad de las plantas producidas en el vivero.....	107
<b>109</b>	<b>GESTIÓN DEL TRABAJO EN EL VIVERO</b>	
	1. Trabajo seguro en viveros forestales.....	110
	1.1 Accidente vs. Seguridad laboral.....	111
	2. Consideraciones finales .....	113
<b>114</b>	<b>SANIDAD EN VIVEROS FORESTALES</b>	
	1. Principales enfermedades en viveros forestales .....	117
	1.1 Pudrición de semillas y muerte de plántulas .....	117
	1.2 Manchas foliares .....	119
	2. Medidas generales para el manejo de enfermedades en viveros forestales .....	120
	2.1 Tratamiento de semillas .....	121
	2.2 Esterilización o desinfección del sustrato.....	121
	2.3 Pulverización de la parte aérea de las mudas.....	122
<b>125</b>	<b>TEMAS ESPECIALES</b>	
	1. Normativa vigente relacionada al funcionamiento y la gestión de los viveros forestales urbanos.....	126
	2. Innovaciones tecnológicas en equipos, instalaciones, herramientas e insumos empleados en el vivero .....	127
<b>132</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	

# cuadros

# figuras

Cuadro 1	Clasificación general de los tipos de viveros forestales .....	6
Cuadro 2	Factores que influyen en la propagación vegetativa de especies forestales .....	45
Cuadro 3	Evaluación de las funciones requeridas en un sustrato en cuatro medios .....	48
Cuadro 4	Algunas propiedades físicas de los materiales utilizados como sustratos en la producción de plantines forestales, principalmente en tubetes .....	50
Cuadro 5	Algunas propiedades químicas de los materiales utilizados como sustratos en la producción de plantines forestales, principalmente, en tubetes .....	51
Cuadro 6	Ventajas y desventajas de algunos materiales utilizados como sustratos, principalmente, en tubetes Interpretación de propiedades físicas y químicas .....	52
Cuadro 7	de sustratos para la producción de plantines forestales en tubetes .....	53
Cuadro 8	Clasificación y descripción de los principales contenedores de plantas empleados en viveros de nuestro medio .....	63
Cuadro 9	Detalles de los ingredientes de algunos sustratos empleados en la región del AMA .....	70
Cuadro 10	Tipos de medios para la producción de plantines por estacas .....	92
Cuadro 11	Ejemplos hipotéticos del cálculo de la relación H/D .....	106
Cuadro 12	Terminología empleada en el capítulo Sanidad en Viveros Forestales .....	123

Figura 1	Representación esquemática de la relación del tamaño del contenedor con la altura de los plantines y plantones .....	9
Figura 2	Delimitación del área para la construcción del vivero, considerando la forma, tamaño y orientación .....	18
Figura 3	Preparación del área para la construcción del vivero .....	19
Figura 4	Caracterización del área para la construcción del vivero conforme la pendiente, forma, drenaje .....	19
Figura 5	Construcción del sistema de drenaje para el área del vivero .....	20
Figura 6	Construcción de terrazas en el área del vivero .....	21
Figura 7	Protección perimetral del área del vivero .....	21
Figura 8	Protección contra el viento del área del vivero .....	22
Figura 9	Disposición de calles y sendas en el vivero .....	22
Figura 10	Tipos de reservorios de agua más comunes para el vivero .....	24
Figura 11	Instalación del sistema de riego .....	24
Figura 12	Instalaciones edilicias del vivero, incluyendo las dependencias administrativas, depósitos y áreas de servicios varios .....	25
Figura 13	Mallas media sombra y sus graduaciones relacionadas al % de sol y sombra que administran .....	27
Figura 14	Cantero, tablón o platabanda para cría de plantas .....	28
Figura 15	Mesada portatubetes para cría de plantas .....	28
Figura 16	Diferentes tipos de almácigos .....	29
Figura 17	Generador de energía eléctrica. Equipamiento auxiliar de mucha importancia en el funcionamiento de un vivero .....	30
Figura 18	Representación gráfica del sector de preparación y carga de sustrato .....	30

# figuras

Figura 19	Representación gráfica del sector de germinación en el vivero forestal .....	32
Figura 20	Representación gráfica de un depósito para herramientas e insumos .....	33
Figura 21	Representación gráfica del sector de servicios .....	33
Figura 22	Representación gráfica del sector de cría de plantas en el vivero forestal .....	34
Figura 23	Representación gráfica del sector de rustificación de plantas .....	35
Figura 24	Representación gráfica del sector de preparación y expedición de plantas en el vivero forestal .....	37
Figura 25	Tipos de reproducción en árboles .....	39
Figura 26	Características buscadas en los árboles semilleros .....	40
Figura 27	Colecta de frutos y/o semillas directamente en el suelo .....	40
Figura 28	Colecta de frutos y/o semillas directamente del árbol, desde el suelo con apoyo de herramientas con mango telescópico .....	40
Figura 29	Colecta de frutos y/o semillas directamente del árbol, subiendo con escalera .....	44
Figura 30	Colecta de frutos y/o semillas directamente del árbol, subiendo mediante técnicas de escalada y equipos especializados .....	59
Figura 31	Principales tipos de propágulos utilizados en la propagación vegetativa de árboles .....	60
Figura 32	Tipos de bandejas utilizadas como almácigos o germinadores Arriba bandeja dividida en cavidades, abajo bandeja enteriza .....	61
Figura 33	Envases individuales tipo tubetes y la bandeja portatubetes .....	62
Figura 34	Características de los tubetes, relacionados a su tamaño .....	69
Figura 35	Partes de los tubetes .....	71
Figura 36	Algunas formas o siluetas de los contenedores de plantas .....	71
Figura 37	Plantines producidos en macetas .....	71
Figura 38	Disposición y traslado de los componentes del sustrato en el sector de preparación .....	72
Figura 39	Mezcla y zarandeo de los componentes del sustrato .....	73
Figura 40	Prueba rápida de campo para determinar la textura del suelo y el sustrato a emplear en las macetas .....	73
Figura 41	Carga de macetas en el tablón o platabanda de cría .....	74
Figura 42	Siembra al voleo de semillas en el almácigo .....	74
Figura 43	Siembra al voleo de frutos enteros en el almácigo .....	74
Figura 44	Germinación de semillas sembradas en el almácigo al voleo .....	75
Figura 45	Germinación de semillas sembradas en el almácigo en surcos .....	75
Figura 46	Germinación y emergencia de plántulas en el almácigo .....	75
Figura 47	Germinación y emergencia de plántulas sembradas directamente en los contenedores .....	76
Figura 48	Trabajos de repique en el sector de cría de plantas. Los contenedores se encuentran dispuestos en los tabloneros de cría y estos a la vez cubiertos por media sombra .....	76
Figura 49	Rociado de agua a plántulas recién repicadas en los contenedores .....	77
Figura 50	Sector de cría de plantas en proceso de prendimiento y crecimiento .....	77
Figura 51	Remoción de plantas en el tablón o platabanda de cría .....	78
Figura 52	Sector de rustificación de plantas, donde estas reciben las condiciones naturales del medio como una forma de adaptación .....	78

# figuras

Figura 53	Proceso de empaquetado y acondicionamiento de las plantas para su expedición .....	79
Figura 54	Plantines producidos en tubetes. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal .....	80
Figura 55	Estrías internas, orificios inferiores y silueta de un tubete. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal .....	80
Figura 56	Cepellón de un plantín producido en tubete con sustrato comercial. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal .....	82
Figura 57	Bandeja portatubetes. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal .....	82
Figura 58	Plantines producidos en tubetes, dispuestos en el sector de cría. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal .....	83
Figura 59	Plantas producidas en tubetes expuestas al proceso de rusticación. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal .....	85
Figura 60	Grado de juventud en diferentes partes de la planta, brotaciones y plantines .....	88
Figura 61	Proceso y partes de la técnica del injerto .....	94
Figura 62	Partes de un plantín producido en vivero .....	105
Figura 63	Representación gráfica del proceso de crecimiento de un plantín y la pérdida de la calidad por la deformación del sistema radicular en el interior del contenedor .....	107
Figura 64	Modelo de causa organizacional de los accidentes Fuente: Adaptado de Reason (1995) .....	111
Figura 65	Medida adecuada del ancho de una mesada considerando las medidas corporales de los trabajadores, en este caso más específico, el doble del largo del alcance del brazo .....	112
Figura 66	Triángulo de la enfermedad .....	116
Figura 67	Principales síntomas observados en viveros forestales .....	117
Figura 68	Damping off en postemergencia de plántulas .....	117
Figura 69	Manchas foliares con clorosis y necrosis .....	120
Figura 70	Contenedores biodegradables. Fuente: <a href="https://www.ellepot.com/why-ellepot/">https://www.ellepot.com/why-ellepot/</a> .....	128
Figura 71	Cepellonadora con espadas de accionamiento hidráulico montado en un camión .....	130
Figura 72	Granjas de árboles de navidad en los EEUU .....	130
Figura 73	Plantones producidos en un vivero, con el cepellón protegido con un lienzo, listos para ser expedidos para su plantación en el lugar definitivo .....	131

## PRESENTACIÓN DEL MANUAL

Este material denominando “MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE VIVEROS FORESTALES”, fue elaborado en el marco del Proyecto 00100857 “Asunción Ciudad Verde de las Américas - Vías a la Sustentabilidad”, para apoyar los objetivos de su 4° componente de acción, que trata del fortalecimiento de la infraestructura verde del Área Metropolitana de la ciudad de Asunción (AMA).

Está dirigido principalmente a la formación de trabajadores relacionados a los viveros forestales institucionales que proveen plantas para la arborización urbana dentro de este territorio. Su finalidad es auxiliar el desarrollo del programa de formación para viveristas y gestores de viveros para mejorar su desempeño y también el de los viveros.

Los contenidos fueron seleccionados para atender la mayoría de los conocimientos básicos, desde la planificación, pasando por la construcción y el funcionamiento, y sobre todo, atendiendo a la realidad de los viveros forestales urbanos que se encuentran en funcionamiento y aquellos que podrían establecerse en el territorio del AMA bajo la administración de los gobiernos municipales.

Fue elaborado con términos simples y tratando de tener cierta claridad a fin de cumplir con su objetivo principal.

Además, se busca que pueda servir como una herramienta de extensión que permita al ciudadano del AMA obtener la información referente al proceso de producción por el cual pasa una planta y qué atributos debe ganar en esta fase para convertirse en una planta adecuada.



## INTRODUCCIÓN

El recurso arbóreo del Área Metropolitana de Asunción (AMA), tiene una gran importancia social, ambiental y económica para la capital del país y las 11 ciudades o municipios que la conforman. Los árboles son de vital importancia para el desarrollo sustentable de esta región; son elementos irremplazables en este proceso, ya que de estos depende en parte la calidad de vida de sus ciudadanos. Además, constituyen un recurso estratégico por ser fuente de provisión de bienes y servicios indispensables.

La región del AMA, se caracteriza por poseer un copioso recurso arbóreo que la convierte en un área predominantemente verde que se extiende por áreas altamente pobladas, zonas no muy urbanas y áreas protegidas. Aquí, los árboles y el conjunto de ellos, conviven cumpliendo una diversidad de funciones vitales que en muchas circunstancias se tornan en conflictos con otros elementos y actividades del medio. Esto se debe a que el patrimonio arbóreo se caracteriza por tener una exigua calidad, lo cual es efecto de la falta de planificación urbana y la correcta gestión del recurso.

Como los árboles son organismos vivos, la planificación debe considerar su dinámica biológica propia y diferente a otros componentes del medio, como son: edificios, veredas, pavimento, líneas de distribución de servicios, cartelería y otros. Se requiere, por lo tanto, considerar que los mismos nacen, crecen, se reproducen y mueren, necesitando por ello una gestión acorde a su naturaleza y basada en el conocimiento, la experiencia y la tecnología para apuntar a que los árboles, durante su vida en las ciudades, puedan adaptarse a este medio, vivir plenamente y, sobre todo, cumplir con sus objetivos.

La gestión del arbolado urbano es un proceso cíclico que nunca debe parar, ya que debe trabajar en las distintas fases de la vida de los árboles, desde la selección de la especie y el material reproductivo, la reproducción, la preparación para el campo y el crecimiento inicial, la selección y preparación del sitio de plantación, la plantación propiamente, la protección, el manejo, el reemplazo, y así de forma recurrente.

El proceso de la planificación del arbolado

urbano y la gestión del mismo, considerando aquellos de carácter público y privado, también debe contar con un importante componente social dado por la participación activa de los responsables directos mediante un fuerte proceso de formación y capacitación tendiente a la profesionalización que les permita realizar mejor su tarea y, además, por la participación ciudadana mediante el protagonismo activo en todo este proceso.

Los viveros forestales y su aporte a la gestión del arbolado urbano podrían considerarse como la base del proceso. Como eslabón inicial, aquí se produce el material para la plantación, por lo tanto, el mismo debe estar acorde a los requerimientos de esta tarea. Lo anterior, significa que un vivero destinado a la arborización urbana debe estar especializado para esta tarea en lo referente a las técnicas de producción de plantas, y con ello, sus instalaciones permitirán la provisión de plantas con características acordes a las exigencias del uso urbano.

Para destacar aún más el papel fundamental de los viveros forestales urbanos, se debe considerar que en la naturaleza y bajo sus condiciones, los árboles necesitan que sus semillas y otros órganos reproductivos alcancen el lugar adecuado para prosperar y poder vivir. Deben llegar en buen estado al suelo y luego requieren hallar todas las condiciones para germinar y crecer. Para lograr esto, podrían enfrentarse a varios factores extremos que regulan las condiciones del medio, tales como: temperatura, humedad, enfermedades y animales que se alimentan de ellas, entre otras.

Si la germinación o el prendimiento resultó un éxito bajo las condiciones naturales, la plántula del futuro árbol queda expuesta nuevamente a los factores mencionados, a los cuales se le adicionan otros elementos que el medio ambiente le ofrecerá. Por este motivo, los árboles adultos o maduros utilizan como estrategia la producción de gran cantidad de semillas, a fin de asegurarse de que por lo menos algunas puedan superar de forma natural estas dificultades.

Para un árbol, la etapa inicial es una de las más delicadas de su ciclo de vida, y por esto, el

hombre implementa el uso de los viveros para asegurar la calidad y cantidad de plantas disponibles de forma permanente en el tiempo. Los viveros forestales, por lo tanto, son lugares donde se producen plantas de especies arbóreas y se preparan (cría) hasta superar la fase crítica preliminar, alistándolas para su plantación definitiva en otro lugar donde, conforme al manejo, podrá llegar al porte arbóreo. Esto se realiza de forma controlada, aplicando el conocimiento, la experiencia y los medios para establecer un ambiente propicio para esta finalidad.

La preparación del futuro árbol, recibida en el vivero, asegura que la planta sea la indicada y esté preparada para las duras condiciones del campo, con la finalidad de que esta pueda cumplir con los objetivos de su plantación en el menor tiempo posible y al más bajo costo.

Los viveros forestales son el punto de partida o el primer eslabón que debe seguirse hacia la gestión sostenible del arbolado de una ciudad, pues aquí se genera la base que implica menos exigencias en el manejo, menos cantidad de contingencia en la gestión. Esto permitirá apuntar a un arbolado de calidad, sin necesidad de invertir grandes cantidades de recursos.

Para el aprovechamiento integral de los beneficios que ofrece un vivero en la producción sostenible de plantas para la arborización urbana, es de vital importancia el fortalecimiento de la capacidad de gestión y operación de los viveros, que está dado por las personas que trabajan en ello, las cuales son el motor que impulsa a un vivero a ofrecer predominantemente calidad antes que cantidad, aspecto que debe primar en un árbol que vivirá y servirá en un medio urbano.





## ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN LOS VIVEROS FORESTALES

Existen varios tipos de viveros, pueden ser ornamentales, frutales, hortícolas o forestales; cada uno tiene una naturaleza y finalidad distinta, y producen plantas distintas que atienden a un segmento de usuarios diferente. La producción de plantas en cada uno, depende de varios factores reguladores que determinan que el manejo y el funcionamiento del vivero sean diferentes.

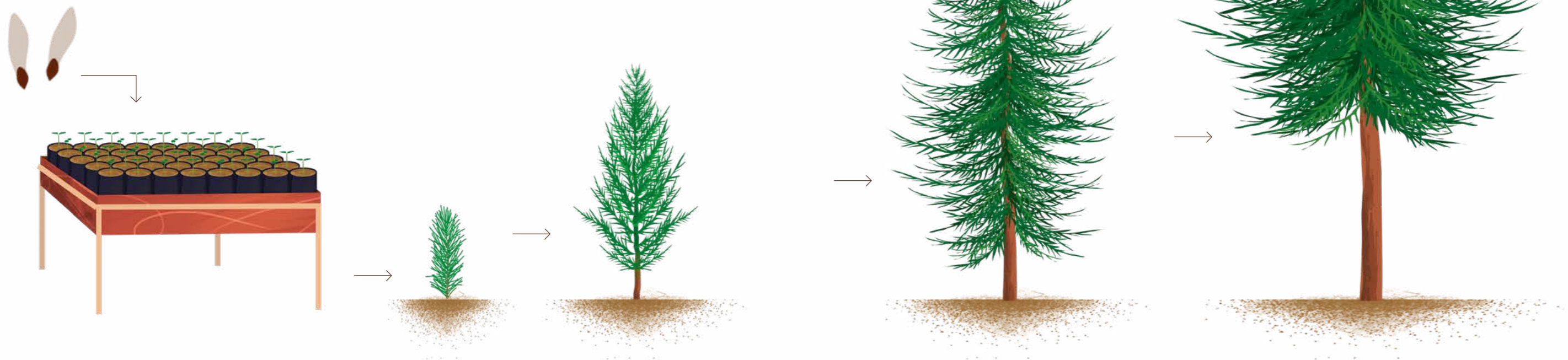
Los viveros forestales son lugares dotados de instalaciones específicas donde se implementan métodos y se imparten técnicas especializadas para la producción de plantines de especies arbóreas. En un vivero se trata de manejar o controlar los factores ambientales que influirían en la etapa preliminar de vida de los árboles en la naturaleza; para lo cual se proporcionan las condiciones de reproducción, crecimiento y desarrollo, para que las plantas superen de forma adecuada esta fase y puedan estar listas para ser

llevadas al lugar definitivo, donde pasarán el resto de su existencia.

De acuerdo a Oliva et al. (2014), producir plantas en un vivero ofrece innumerables ventajas, tales como:

- Poder reproducir masivamente ejemplares de especies forestales para la arborización urbana.
- Es posible administrar la producción, obteniendo de forma segura la cantidad y calidad de las plantas en un espacio temporal planificado.
- Permite prevenir y controlar la incidencia de plagas, enfermedades u otros factores que, preceptivamente en condiciones naturales, regulan la disponibilidad de plantines.

Existen diferentes tipos de viveros forestales, estos pueden ser clasificados conforme a diferentes criterios, los cuales pueden generar la clasificación que se muestra en el siguiente cuadro.



Cuadro 1. Clasificación general de los tipos de viveros forestales.

Criterio de clasificación	Tipos de viveros forestales	Descripción
Permanencia en el tiempo	Viveros temporales o volantes	Son aquellos instalados en un sitio por un breve periodo de tiempo, hasta satisfacer las necesidades limitadas de provisión de plantas de un determinado proyecto, una zona o cierta cantidad de unidades. Su producción también puede ser intermitente cuando sólo trabaja por temporadas. Se caracterizan por poseer poca infraestructura, instalaciones de carácter provisorio y poca inversión.
	Viveros permanentes o estacionarios	Unidades colocadas de forma definitiva para la producción de varios ciclos de plantas, poseen infraestructura permanente o estacionaria, destinada a servir y permanecer en el tiempo. Requieren un mayor nivel de inversión.
Objetivos de funcionamiento*	Viveros para arborización	Su producción está enfocada a la arborización urbana y rural, esto se diferencia por las especies, la cantidad, el método de producción, entre otros.
	Viveros para plantaciones forestales	Viveros destinados a proveer plantas a los proyectos que instalan plantaciones forestales, generalmente, con objetivos comerciales. Se diferencian de otras unidades por la producción masiva y el empleo de técnicas muy especializadas para la finalidad.
	Viveros para restauración forestal	Las plantas producidas en estas unidades, están dirigidas a proveer material a las iniciativas de restauración de ecosistemas forestales; por lo tanto, el tipo de especies producidas, las cantidades y los métodos de producción, por lo general, responden a técnicas avanzadas de ingeniería, biología y ecología.
Objetivo económico	Viveros comerciales	Aquellos dedicados a la comercialización de los productos, buscando el lucro que pueda generar esta actividad. Constituyen, por lo general, unidades empresariales.
	Viveros no comerciales	Viveros dedicados a la provisión de plantas sin buscar la renta económica de la actividad. Generalmente, son unidades administradas por organismos no gubernamentales e instituciones estatales.
Métodos de reproducción de plantas	Viveros de reproducción seminal	Viveros que producen plantas a partir de semillas o reproducción sexual.
	Viveros de reproducción clonal	Viveros que producen plantas por medios asexuales, utilizando segmentos de tejidos de árboles superiores que sirven de matrices.
Contenedores de plantas utilizados	Viveros de producción de plantas en contenedores	Son aquellos que producen plantas en recipientes cargados de sustrato, que pueden ser, por ejemplo: macetas, tubos, tubetes, otros.
	Viveros de producción de plantas a raíz desnuda	La producción de plantas se realiza directamente en el suelo, desde donde son retiradas sin el sustrato, a raíz desnuda, para su traslado al lugar definitivo de plantación.
El tipo de producto producido	Viveros para producción de plantines	Viveros que entregan arbolitos que superaron la fase inicial de crecimiento y desarrollo. Por lo general, se emplean contenedores de pequeño volumen.
	Viveros para producción de plantones	Aquellos que entregan árboles con cierto crecimiento y desarrollo, debido a que han pasado mayor tiempo de crianza en el vivero. Su objetivo es proveer árboles grandes para su trasplante. Aquí se emplean contenedores de gran volumen, lo que implica otras técnicas de vivero e instalaciones.
Conforme la escala de producción	Viveros pequeños	Aquellos que producen hasta 50.000 plantas al año.
	Viveros medianos	Viveros con producción de entre 50.000 a 100.000 plantas al año.
	Viveros grandes o industriales	Viveros con producción superior a las 100.000 plantas al año, inclusive pudiendo llegar a varios millones de unidades.
Según la tecnología empleada	Viveros tradicionales	Viveros que emplean medios, métodos y técnicas rudimentarias para la producción de plantas, no poseen la capacidad de regular todos e íntegramente los factores del ambiente que inciden sobre el crecimiento de las plantas.
	Viveros tecnificados	Unidades que emplean medios, métodos y técnicas de avanzada tecnología para la producción de plantas. Por su naturaleza requieren mano de obra altamente calificada, que pueda dirigir procesos complejos de producción.

\* Se considera que puede existir un gran número de tipos de viveros considerando este criterio.

Los viveros forestales destinados a la provisión de plantas para la arborización urbana pueden enmarcarse dentro de la clasificación presentada en el cuadro anterior, donde los criterios son de carácter general, sin embargo, se debe comprender y reconocer que este tipo de viveros deben ser especializados para tal finalidad.

Los viveros forestales específicos para la arborización urbana pueden producir 2 tipos de plantas, conforme al formato de entrega al consumidor. La producción de estos tipos de plantas requiere de técnicas particulares, instalaciones e insumos especiales y, sobre todo, conocimiento y experiencia del viverista.

Para el caso del presente manual, se ha adoptado la denominación de "plantines" y "plantones" para referirse al tipo de planta producido en un vivero forestal urbano. Sin embargo, la nomenclatura anterior también diferencia a los tipos principales de viveros que deberían trabajar este ámbito.

El uso de plantines o plantones presenta muchas ventajas y desventajas en cuanto a su producción y utilización. Considerando la calidad de las plantas producidas, ambas deben ser evaluadas bajo diferentes estándares o criterios de selección por parte del usuario.

Como nota aclaratoria, se menciona que los viveros forestales urbanos que producen plantines son aquellos que emplean contenedores de pequeño volumen. Aquí, el tiempo de permanencia

máxima de la planta antes de perder la calidad es reducida, analizando aspectos morfológicos, por ejemplo. Este tipo de producción es la más difundida en nuestro medio, debido a la experiencia y capacidad que existe. Por ello, el presente material y sus contenidos, da énfasis a este tipo de producción.

Los viveros forestales urbanos que producen plantones son aquellos que entregan plantas de gran porte, crecidas y desarrolladas en contenedores de gran volumen o en el suelo. Se caracteriza porque el tiempo de permanencia máxima de la planta en el vivero es muy prolongado; puede extenderse, por ejemplo, entre 2 a 5 años conforme a la especie y el tamaño del contenedor. El manejo de las plantas en vivero, su manipulación, transporte y plantación, requieren de tratos especiales en cuanto a la necesidad de la incorporación de dispositivos especiales, como por ejemplo: grúas y/o trasplantadores de árboles (equipamientos a los cuales se hace referencia más adelante). La experiencia y el conocimiento en este tipo de viveros y las plantas producidas, se encuentra muy desarrollados en países como Brasil, Argentina y Chile.

En la siguiente figura, se presenta un esquema que ejemplifica la relación del tamaño del contenedor o recipiente, con uno de los atributos más regularmente considerados en la selección de las plantas para arborización, dado por la altura total.

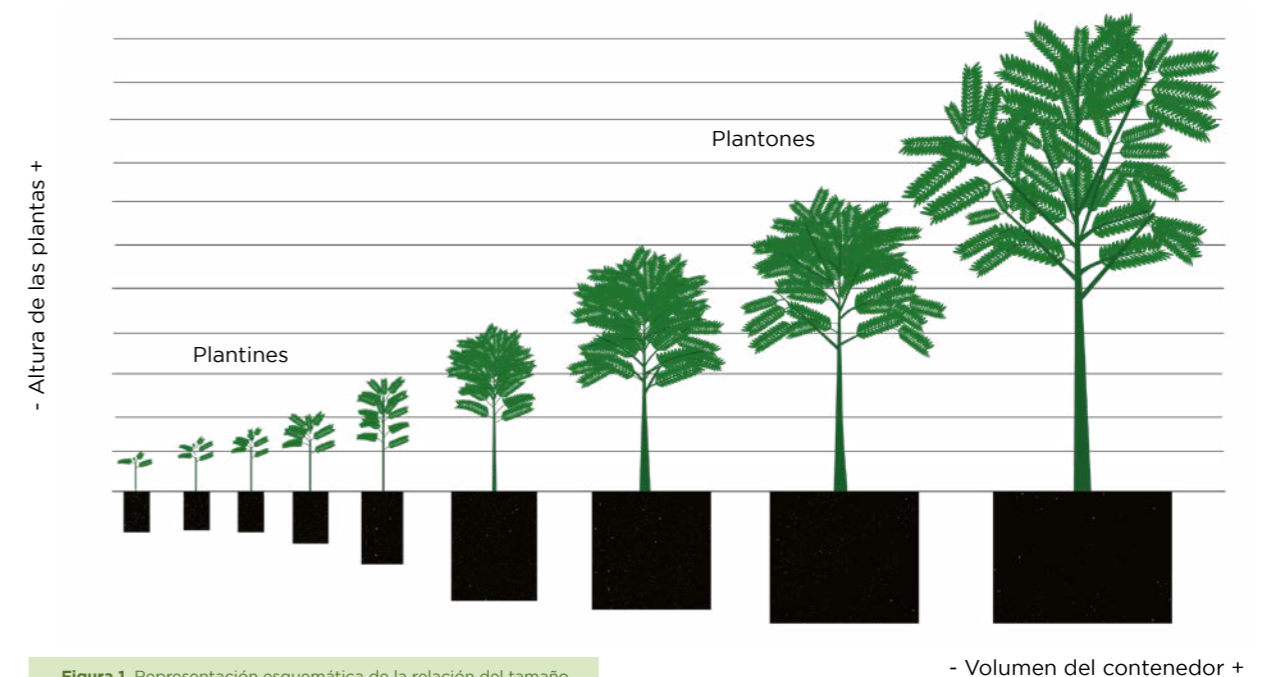


Figura 1. Representación esquemática de la relación del tamaño del contenedor con la altura de los plantines y plantones.

- Volumen del contenedor +

## EL TRABAJO DE LOS VIVEROS FORESTALES URBANOS ESPECIALIZADOS

Flávia Gizele König Brun\*,  
 Lourdes Patricia Elias Dacosta\*\*  
 y Eleandro José Brun\*

Actualmente, Paraguay y otros países de América Latina tienen más del 60 % de su población viviendo en áreas urbanas, y esto afecta directamente a la calidad de vida de la población y su salud. Una herramienta importante para mejorar las condiciones ambientales de las ciudades y, por lo tanto, de la población, son los árboles.

Para que la forestación urbana tenga éxito, es necesaria una planificación adecuada: sensibilizar a la población sobre el valor de los árboles presentes en las calles, plazas y jardines y, sobre todo, utilizar plantas de buena calidad (PAIVA; GONÇALVES, 2001).

Del Pozo (2018) comenta que la mayor parte de los proyectos de arborización plantan pequeños arbolitos de mala calidad, pudiendo deberse esto a la falta de financiamiento, de conocimiento o de fiscalización.

Los árboles realizan varias funciones importantes que garantizan una mejor calidad ambiental en las ciudades, tales como: mejorar la calidad del aire, reducir la temperatura, producir sombra, aportar al embellecimiento, reducir los efectos del cambio climático y las inundaciones en el medio ambiente urbano, entre otras funciones.

La producción en viveros de especies destinadas a la arborización urbana, debe cumplir ciertos criterios mínimos de calidad, que permitan que el árbol urbano que se plante en veredas o áreas verdes sobreviva al daño que los transeúntes le puedan infringir y a la falta de cuidados culturales, como el riego; y crezca generando una copa abundante y un tronco robusto (Del Pozo, 2018).

Según Puente, Sanchotene y Silva (2001), los árboles definen y estructuran el espacio urbano y, por lo tanto, plantar árboles es una tarea de gran responsabilidad. Las plantas producidas y plantadas correctamente darán como resultado individuos vigorosos capaces de prosperar en el entorno urbano. Producir plantas y realizar plantación de calidad, significa invertir en la

comodidad ambiental, y en consecuencia, en la calidad de vida de la población.

Para la plantación en áreas urbanas, especialmente en las calles, se prefieren árboles con buenas cualidades (YAMAZOE; VILAS BÔAS, 2003), debiendo producir plantas ideales para este ambiente. Yamazoe y Vilas Bôas (2003) mencionan que las plantas deben:

- Tener un crecimiento moderado.
- Ser menos propensas al vandalismo.
- Tener una copa densa para proporcionar una amplia sombra.
- Producir flores vistosas y duraderas; frutos atractivos para la fauna.
- Tener un porte de pequeñas dimensiones, para no provocar accidentes en su caída.
- Tener un sistema de raíces poco superficial, para no romper las aceras.

Es importante que las plantas posean ciertos aspectos, como un sistema radicular bien desarrollado y embalaje adecuado para la etapa de desarrollo de la planta, volumen del cepellón adecuado y libre de malezas, rusticidad, buen aspecto fitosanitario y nutricional, tallo recto, entre otros (PAIVA; GONÇALVES, 2001; GONÇALVES et al., 2004).

Sanchotene (2009) señala que la calidad de las plantas es decisiva en la condición fitosanitaria y en el desarrollo completo del árbol en el entorno urbano, ya que las plantas de alta calidad requieren menos tratamiento cultural a lo largo de su existencia, generando así ahorros en recursos para su mantenimiento.

Si se arboriza con plantas de mala calidad, lo más probable es que se esté replantando más de una vez, para quizás lograr el éxito en esa tarea. Desde el punto de vista del financiamiento público invertido en arborización, comprar plantas de mala calidad corresponde a un gasto que, en la mayoría de los casos, tendrá que volver a realizarse (Del Pozo, 2018).

Sanchotene (2009) menciona que ya en los

primeros años después de la plantación, las municipalidades recuperarían sus inversiones con la producción de plantas de alta calidad, principalmente, debido a la menor cantidad de poda necesaria para la conducción del árbol y a la menor susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Según Biondi, Leal y Cobalchini (2007), la preparación de plantas inapropiadas para las veredas puede conducir a problemas futuros, no solo con la estructura urbana, sino también con los propios árboles.

El estudio del comportamiento fenológico y la influencia de los factores climáticos en las especies arbóreas en áreas urbanas es relevante, de modo que se puede inferir acerca de las especies que mejor se adaptan y presentan un mayor vigor, con la posibilidad de obtener plantas de los futuros árboles portadores de semillas de la composición de paisajismo de la arborización en sí, lo que resulta en un efecto de paisajismo ecológico más apropiado y vigoroso de los especímenes, y garantiza la comodidad ambiental apropiada para la población, debido a los innumerables beneficios derivados de los individuos arbóreos en el entorno urbano.

Para obtener estas o la mayoría de estas cualidades reunidas en los componentes individuales de la arborización urbana, es necesario seleccionar constantemente muestras en el entorno urbano, a través de árboles matrices en estas áreas, para producir plantas genéticamente aptas para el entorno adverso, principalmente, resistencia a la contaminación atmosférica causada por el tráfico de vehículos automotores (BARBOSA et al., 2005).

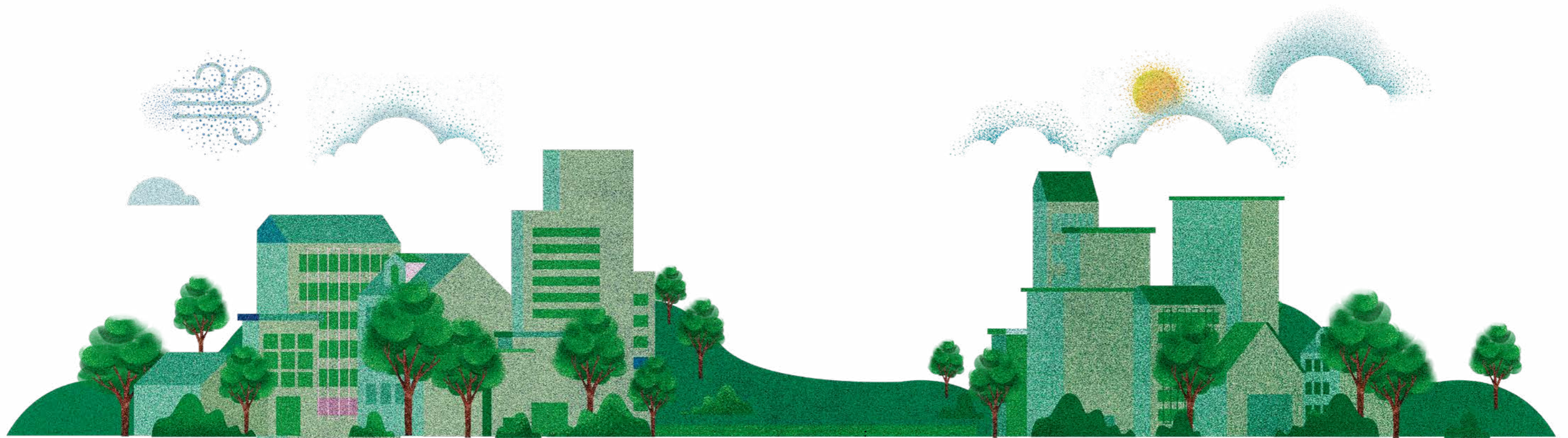
Además, esto trae ventajas adicionales, ya que las plantas producidas en las municipalidades presentan mejores condiciones de desarrollo, debido a su mayor adaptación al clima, y con semillas también recolectadas de los árboles progenitores locales. Esto trae ventajas en términos económicos, con una reducción en el costo

de las plantas y también para el medio ambiente, con un árbol futuro, con mayores porcentajes de adaptación a la ubicación y a las condiciones de plantación.



# REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE UN VIVERO FORESTAL URBANO

Oscar Manuel Vera Cabral



..... Vivero forestal urbano

## 1 Emplazamiento del vivero

El vivero debe localizarse próximo a la sede administrativa, donde el encargado podrá supervisar de forma permanente su funcionamiento, además de facilitar el resguardo de la seguridad de las instalaciones, herramientas y productos. Es importante contar con la disponibilidad de mano de obra dispuesta a actuar en este tipo de funciones (NAVALL, sf). La distancia a los centros donde se pueda obtener insumos y materiales también es clave.

La accesibilidad y proximidad del sitio para el personal, para la provisión de insumos y la entrega de productos, es de vital importancia, así como la cercanía del vivero a la zona donde se plantarán los árboles.

La zona de emplazamiento del vivero debe considerar, además, la posibilidad de contar con los servicios básicos, tales como energía eléctrica, red sanitaria, telefonía e internet.

## 2 Las condiciones ambientales del sitio para instalar el vivero

El sitio debe contar con las condiciones ambientales más representativas de la región a la cual serán destinadas las plantas producidas. Los factores ambientales, como temperatura, precipitación, humedad, luz y suelos, son los que regulan la vida de las plantas.

El viento y la sombra son aspectos del medio que deben considerarse a fin de emplazar la unidad, aunque estos requerirán, indefectiblemente, que se establezcan medidas de regulación o control, inclusive como medida de manejo de vivero (Ejemplo: la disposición de barreras contra viento y el uso de mallas media sombra).

Para los viveros urbanos, es fundamental que la luz del sol dé plenamente sobre el sitio, esto considerando la cercanía con edificios o árboles de gran porte.

La coincidencia de estos aspectos en relación a los requerimientos particulares de las plantas, exigirá al vivero menos instalaciones para regular las condiciones ambientales.

## 3 Suelo y topografía

Los suelos deben ser profundos, con un espesor mayor a los 60 cm, sin la napa freática próxima a la superficie. La textura de los suelos es un aspecto muy importante, considerando que debe ser capaz de drenar el agua con facilidad, sin producir encharcamiento y, además, debe permitir minimizar la erosión. Otro aspecto relacionado al tipo de suelo es el correcto soporte de las instalaciones con fundamento en la tierra.

Se recomiendan suelos leves de textura franco-arenosa a arenosa-limosa. El pH del suelo está muy relacionado con el contenido de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes necesarios para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial, las especies forestales; por lo tanto, se recomiendan suelos ligeramente ácidos (pH=5,5) a neutros (pH=7), y aquellos ligeramente alcalinos (hasta pH=7,5). En estos rangos, se tiende a regular la presencia de malezas e insectos terrestres, como las termitas y hormigas.

El lugar para la construcción del vivero debe tener una topografía suave y ser lo más plano posible. Los lugares con pendiente son factibles de ser utilizados, pero estos deben ser acondicionados mediante la realización de obras e instalaciones.

## 4 Abastecimiento de agua

La fuente de abastecimiento de agua, debe asegurar la calidad y cantidad de agua requerida para el funcionamiento del vivero. En cuanto al primer aspecto, el consumo de agua varía conforme a la escala de producción de plantas y la temporada del año caracterizada por los aspectos ambientales (lluvia, temperatura, viento). Como referencia, se podría indicar que según la época del año y el manejo de la sombra que se aplique, se podría requerir entre 350 ml a 1 litro de agua semanal por cada plantín en el vivero.

La calidad del agua, es un aspecto fundamental, ya que incide en la correcta nutrición de las plantas, su crecimiento y desarrollo. Como ejemplo: el contenido adecuado de Calcio y

Magnesio ayudan al suelo a tener buenas propiedades, como la estructura; en contrapartida, bajo su ausencia y con presencia de gran cantidad de Sodio, ofrecen problemas al suelo, como alta concentración, falta de estructura, permeabilidad y compactación. El Sodio, el Boro y los sólidos en suspensión en altas concentraciones, generan muchos problemas a las plantas que reciben el agua por riego. La fuente de agua más recomendable y apta para el abastecimiento de un vivero en la región del AMA, son los pozos artesianos; esto ante la dificultad de poder depender de los cursos de agua que podrían no abastecer la cantidad requerida y, sobre todo, ofrecer baja calidad de agua por la contaminación.

## 5 Demanda de plantas para el vivero

Para la instalación, es indispensable que la iniciativa y el proyecto sean impulsados por la necesidad de contar con un vivero. Con el conocimiento de este aspecto fundamental, pueden definirse las siguientes interrogantes que permitirán linear la planificación, y así, por ejemplo, se podrá saber: ¿qué tipo/s de especie/s?, ¿qué cantidades se necesita?, ¿cómo se requieren las plantas?, ¿en qué formato?, ¿cuál es la distribución temporal de la demanda?

## 6 Cumplimiento de la normativa que regula el funcionamiento del vivero

La consideración de la normativa legal es fundamental para el funcionamiento del vivero. En este caso, existen normas que incentivan el funcionamiento de forma directa, y otras establecen estrategias o políticas que apoyan de manera indirecta. Parte de la legislación también está abocada a la reglamentación o regulación del funcionamiento de los viveros. Se detallan las normativas y la legislación relacionada en la sección de temas especiales.

Existen normativas que deben ser atendidas al involucrar aspectos como: el trabajo de personas, el uso de defensivos químicos, las medidas de salud y seguridad laboral, entre otras.



## INSTALACIÓN, CONSTRUCCIÓN DE VIVEROS FORESTALES URBANOS

Oscar Manuel Vera Cabral  
Osvaldo Iván Herebía León



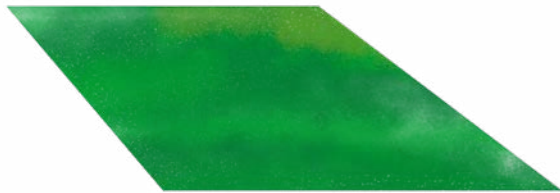


Figura 2. Delimitación del área para la construcción del vivero, considerando la forma, tamaño y orientación.

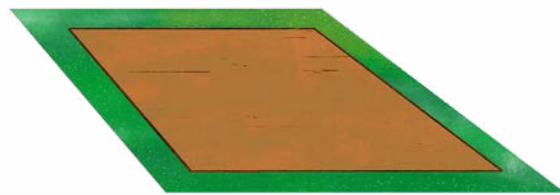


Figura 3. Preparación del área para la construcción del vivero.

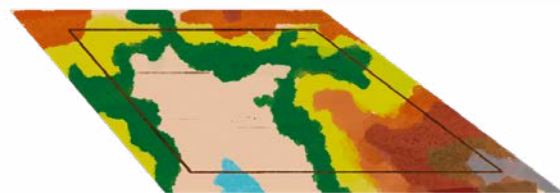


Figura 4. Caracterización del área para la construcción del vivero conforme la pendiente, forma, drenaje.

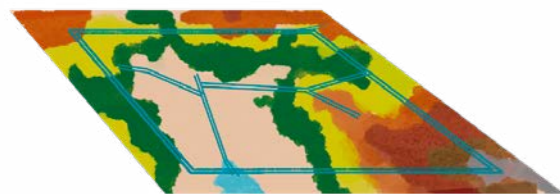


Figura 5. Construcción del sistema de drenaje para el área del vivero.

## 1 Tamaño, forma y orientación del vivero

El tamaño del vivero depende directamente de la capacidad de producción de la unidad, por lo tanto, es un aspecto fundamental a considerar cuando se conocen los requerimientos de la cuantía demandada. Es muy importante también conocer la duración del ciclo de producción de las plantas, así como el tiempo de permanencia de las mismas en el vivero, una vez estén terminadas o listas para su plantación.

La forma depende del esquema de manejo del vivero que establece una zonificación o el establecimiento de los sectores. Las formas más comunes son las áreas cuadradas y rectangulares, aunque un área circular ofrece menor perímetro para deslindar, en comparación a las anteriores. La selección de la forma está también muy relacionada con el uso eficiente del espacio.

En relación a la orientación, se debe considerar 2 aspectos principales: a.) la topografía y el drenaje que esta ofrece y b.) la exposición del área futura del vivero a la incidencia del viento predominante. Ambas cuestiones pueden remediarse, conforme sean empleadas las medidas de corrección que se explican en los siguientes ítems.

## 2 Preparación del lugar

Después de la selección y correcta delimitación, el siguiente paso es el control de la vegetación que cubre el área; esto puede realizarse por varios métodos, como el mecánico, el químico y el combinado que incluye a ambos. Los restos de esta actividad deben disponerse fuera del área, así como otros materiales que no son naturales del lugar.

En muchos casos, es necesaria la remoción del suelo a profundidades de entre 40 y 60 cm, esto a modo de descompactar el suelo, eliminar material no deseado y evitar vacíos en el suelo que deriven en hundimiento cuando funcione el vivero.

Es obligatoria la evaluación para la consideración estricta de la forma o topografía del terreno. Aquí se establecerán y realizarán obras para

adaptar esta condición a las exigencias de un área para vivero, aunque siempre será preferible la selección de terrenos con ligera pendiente de entre el 1 a 2%. En terrenos planos y con pendiente, es necesaria la instalación de un sistema de drenaje que podría estar conformado por una red de canales de varias categorías, conforme a su capacidad de recolección de agua. Siempre es recomendable contar con canales perimetrales que eviten derrames fuera del vivero.

La red de drenaje será dependiente de la forma del terreno y las modificaciones que se realicen a esta, como por ejemplo, la construcción de terrazas. Es importante considerar la pendiente del terreno y el tipo de suelo para reducir la erosión.

El drenaje incluye, además, los pasos a nivel, las tuberías, puentes y bocas de acopio.

En terrenos con pendiente pronunciada, es necesaria la construcción de terrazas que puedan permitir la división del terreno en explanadas, con el porcentaje de pendiente antes indicado. En este caso, también se deberá incluir el derrame del agua remanente en líneas de canales que deberán estar preparados y dispuestos para minimizar la erosión, y evitar el derrame en los cursos de agua.

## 3 Protección perimetral

La protección perimetral está destinada a separar el área del vivero de otras zonas, evitando así el acceso de animales y personas no autorizadas. La protección permitirá administrar de manera segura la producción.

El sistema de protección debe permitir la entrada y circulación de aire, así como no debe producir sombra, ni influir en la temperatura del medio. Los materiales a ser empleados dependerán del nivel de inversión en las instalaciones.

## 4 Protección contra el viento

Conforme la orientación del vivero en relación a la predominancia de los vientos en el sitio, (temperatura, humedad), produce daños mecánicos cuando ejerce su fuerza sobre las plantas, las instalaciones, entre otros.

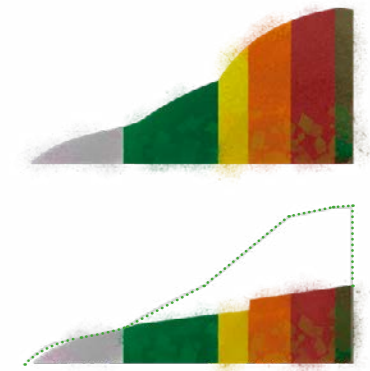


Figura 6. Construcción de terrazas en el área del vivero.

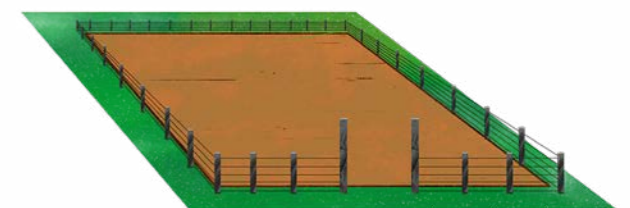


Figura 7. Protección perimetral del área del vivero.

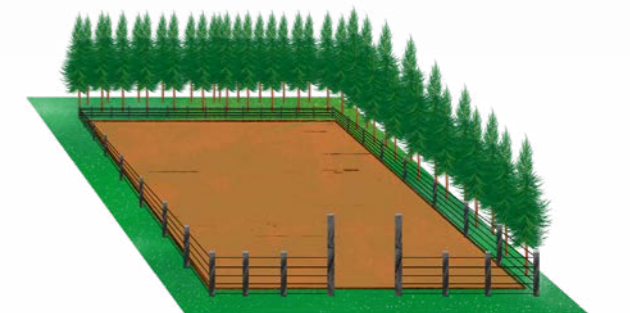
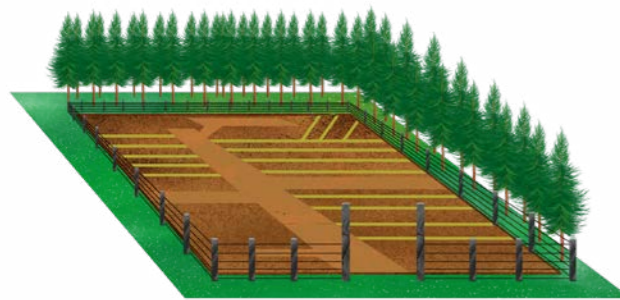


Figura 8. Protección contra el viento del área del vivero.



■ Calles  
■ Sendas

Figura 9. Disposición de calles y sendas en el vivero.

El tipo de barrera a emplear depende de la necesidad y la disponibilidad de recursos. Por lo general, las barreras vivas establecidas con plantas (árboles, arbustos y otros) son las más utilizadas. Para el empleo de este tipo de barreras, es muy importante considerar que estas no deben ofrecer desventajas, como por ejemplo: sombra no deseada, muchas exigencias de manejo, producción de hojas, flores y semillas que se depositan en el vivero, otros.

## 5 Calles y sendas o pasillos

Corresponden a la faja de terreno dejado como separación de las distintas instalaciones de un vivero. Pueden cumplir diferentes funciones, pero la principal, es el tránsito o la circulación de vehículos y personas dentro y hacia afuera del vivero.

Las calles son las franjas donde pueden transitar camiones, camionetas o tractores, siendo su ancho dependiente del tipo de vehículo y de la necesidad de circulación en ambas direcciones. Conforme lo anterior, la preparación de las calles dependerá de su función y sería necesaria la estabilización del suelo y hasta incluso su pavimentación, según sea requerida.

Las sendas o pasillos corresponden a aquellas vías que separan a los tablones u otra instalación por donde transitan las personas y los equipamientos. Su ancho dependerá del nivel de circulación y de la necesidad del paso de carretillas, carretas o maquinarias. Es recomendable que la superficie de los pasillos sea cubierta con piedra triturada, para evitar el encharcamiento por el riego y las lluvias. Esto también ayudará a disminuir la ocurrencia de enfermedades en el área.

## 6 Reservoirio de agua

Un vivero forestal debe contar con un reservorio de agua con capacidad suficiente de almacenamiento, la cual debe ser determinada de acuerdo a la capacidad de la fuente de provisión, al volumen de uso y, además, considerando algún margen de garantía en el caso de alguna dificultad. El volumen de agua empleada en el vivero está relacionado a la escala de producción

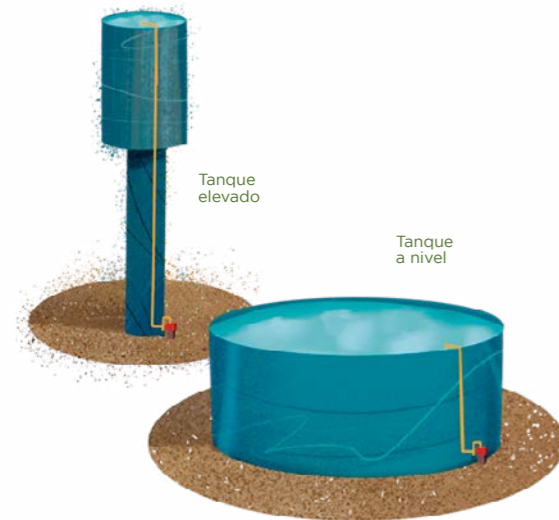


Figura 10. Tipos de reservorios de agua más comunes para el vivero

y a la época del año, sin embargo, debe considerarse a esta instalación como una de las más importantes.

Los reservorios de agua pueden ser estanques al aire libre, tanques a nivel o elevados, así como reservorios subterráneos tipo aljibes.

## 7 Sistema de riego

Unido al reservorio de agua, este sistema incluye todos los componentes, los dispositivos y la red de conducción, distribución y aplicación de riego. Su función es vital en el vivero.

El tipo de sistema de riego depende del volumen de producción y del nivel de inversión. Conforme se cuente con cierto tipo de sistema de riego, este ahorrará mano de obra debido a la automatización y, además, influenciará en la calidad de la producción debido a una aplicación correcta y precisa del riego, también optimizará la cantidad de agua empleada.

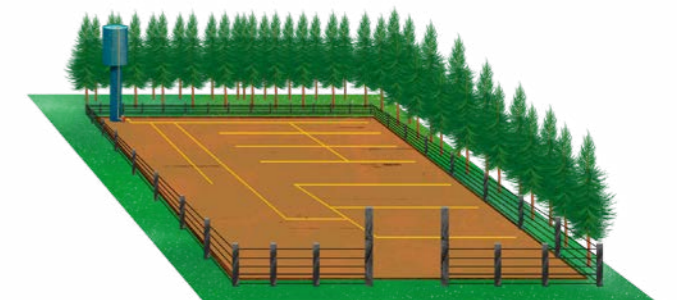
La planificación del sistema de riego durante la construcción del vivero, debe prever que sus componentes respondan a las necesidades de agua en los diferentes sectores del vivero, además de permitir que estos puedan ser acomodados correctamente en las distintas fases de construcción, como por ejemplo: la colocación de las cañerías o ductos subterráneos.

En los diferentes sectores del vivero, el sistema de riego por bajo de la media sombra, puede colocarse de las 2 maneras siguientes:

a) **Disposición elevada:** cuando las cañerías están colocadas sobre el área a regar. Aquí, los picos aspersores deben estar orientados paralelamente a los pasillos entre los canteros, para evitar el goteo constante sobre las plantas, después del riego.

b) **Disposición a nivel o subterránea (representada en la figura ilustrativa):** cuando las cañerías están colocadas sobre el suelo o enterradas. Aquí, los picos aspersores se deben instalar en medio de los canteros, para evitar ser obstáculos en las sendas o pasillos.

El sistema de riego más básico, incluye la colocación estratégica de canillas para la utilización de mangueras de riego. En pequeños espacios, el uso de manguera es el más eficiente y se ahorra mucha agua.



■ Cañerías



■ Aspersores

Figura 11. Instalación del sistema de riego.



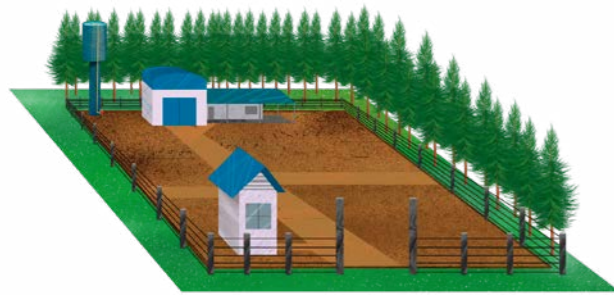


Figura 12. Instalaciones edilicias del vivero, incluyendo las dependencias administrativas, depósitos y áreas de servicios varios.

## 8 Instalaciones edilicias

Los edificios y otras obras de ingeniería dependen de las necesidades que refleja el tamaño del vivero, la escala de producción y los trabajadores que actúan en él. Las instalaciones básicas son aquellas destinadas a la administración y guarda del vivero, un depósito de insumos y un área de servicios que debería incluir: sanitarios, vestidores, áreas de descanso y alimentación. Las especificaciones técnicas son variadas para los edificios, pero se debe atender siempre a la adecuación para las funciones requeridas, la comodidad de los trabajadores y la seguridad ante riesgos laborales.

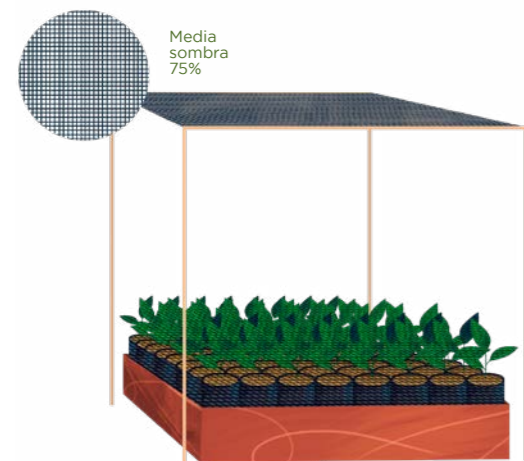
Las instalaciones secundarias podrían ser: la construcción de pistas de trabajo, galpones de resguardo para sombra, cobertores de equipos, canales y tomas de drenaje, puentes, pavimento, muros de nivelación, entre otros.

## 9 Cobertores de sol o sombráculos

Su finalidad es la regulación de los rayos del sol y la sombra de forma directa, e indirectamente, controla la temperatura y la humedad, hace eficiente el uso del agua reduciendo la evaporación y la transpiración, esto hace que su uso en el vivero pueda crear ambientes parcialmente controlados conforme se necesiten (ENRICCI, 2012). Administrar a estos aspectos también sirve para controlar la aparición de enfermedades en el vivero. Son útiles para dar protección a las plantas en fase de germinación y los primeros días de cría, aunque también se le asignan otras funciones, tales como: regular la temperatura del agua en el depósito y retener partículas de suciedad.

Esta infraestructura, regularmente conocida como "media sombra", está conformada por el sistema de soporte o sujeción y la malla media sombra. Este componente puede ser fijo o móvil, o simplemente se puede emplear la malla como manta o cobertor temporal para otras aplicaciones en el vivero.

La media sombra debe estar a 2,70 m de altura para facilitar la circulación de personas. Puede ser sostenido por postes o caños, espaciados en



un sistema cuadrangular de 4 x 4 m. Sobre la cabeza de estos pedestales se estiran alambres, formando un perímetro en los 4 lados que, además, deben ser cruzados diagonalmente para mejorar el sostén. La malla sólo se debe asegurar en los costados o postes laterales, para evitar el deshilado por el viento. La tensión debe ser ideal para evitar la retención de agua de lluvia en forma de bolsas, la cual puede precipitarse con fuerza sobre las plantas, causando daños.

La malla tradicional que se utiliza en la mayor parte del proceso de producción de plantas en el vivero es la de 50 % (50 % sombra y 50% luz), aunque existen otras graduaciones empleadas con menos frecuencia dependiendo del sector del vivero, y de manera gradual durante el proceso de rustificación.

un sistema cuadrangular de 4 x 4 m. Sobre la cabeza de estos pedestales se estiran alambres, formando un perímetro en los 4 lados que, además, deben ser cruzados diagonalmente para mejorar el sostén. La malla sólo se debe asegurar en los costados o postes laterales, para evitar el deshilado por el viento. La tensión debe ser ideal para evitar la retención de agua de lluvia en forma de bolsas, la cual puede precipitarse con fuerza sobre las plantas, causando daños.

La malla tradicional que se utiliza en la mayor parte del proceso de producción de plantas en el vivero es la de 50 % (50 % sombra y 50% luz), aunque existen otras graduaciones empleadas con menos frecuencia dependiendo del sector del vivero, y de manera gradual durante el proceso de rustificación.

## 10 Canteros, tablonés, platabandas o mesadas de cría

La construcción de los canteros, tablonés, platabandas o mesadas de cría, depende del envase o contenedor de las plantas, del aprovechamiento de la humedad y, además, de cuestiones ergonómicas que tratan de la comodidad del trabajador, que también pueden tener relación con la calidad de las plantas producidas.

Los canteros, tablonés o platabandas sirven para la disposición de macetas o tubos. Estos suelen ser del tipo terrestre, es decir, extendidos

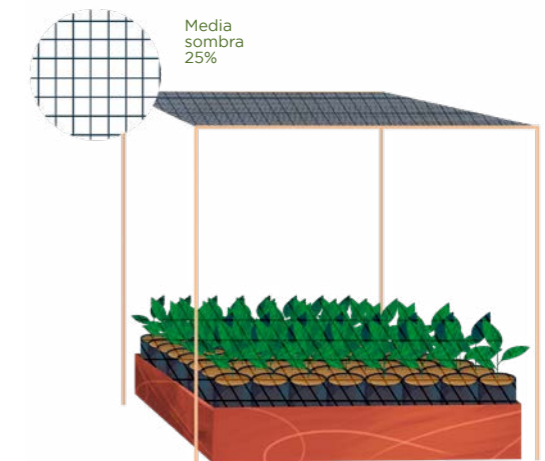
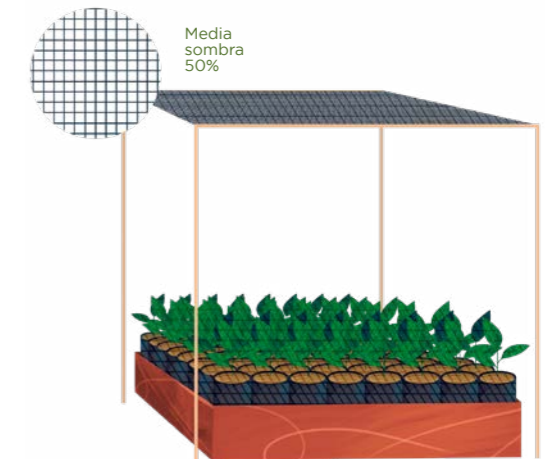


Figura 13. Mallas media sombra y sus graduaciones relacionadas al % de sol y sombra que administran.

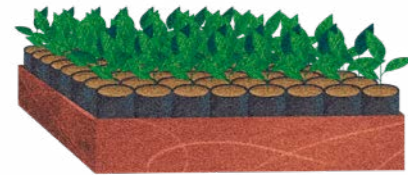


Figura 14. Cantero, tablón o platabanda para cría de plantas.

sobre el suelo. El ancho, por lo general, es de 1 m a fin de tener como referencia la cantidad de plantas que cabe en 1 m<sup>2</sup>, además, ayuda a que el operador pueda alcanzar y tomar las plantas del sitio, ubicándose de ambos lados del tablón. Para su construcción se pueden utilizar diferentes materiales, como: alambre, ladrillos o tablas de madera. Los más comunes son hechos del último material, donde se emplean piezas tipo alfajías de 1 x 3 pulgadas, que se colocan como bordes para recostar los envases, ofreciendo el espacio de ancho mencionado. El largo depende de la disposición, la forma del vivero y del volumen de producción, sin embargo, se recomienda que no superen los 10 m, por cuestiones prácticas.

El espaciamiento entre canteros y también de mesadas, debe ser de entre 40 a 50 cm, para funcionar como sendas o pasillos, cuyas funciones fueron descritas antes.

Para la colocación de tubetes, suele utilizarse una estructura del tipo mesada elevada, donde los recipientes se colocan en bandejas o independientemente en una malla de metal que las sostiene. La elevación de la mesada depende de la comodidad de los trabajadores, ya que estos trabajarán de pie, y además, de que la altura dispensada por la mesada sirve para la circulación de aire, lo que ayudará en el control del crecimiento radicular. Los tubetes también pueden colocarse sobre el suelo para la cría de plantas, cuando estos cuentan con bandejas o están unidos en grupos (Ver envases o contenedores de plantas).

Las mesadas requieren tener bases de metal, madera o mampostería, las cuales sostendrán la tapa portacontenedores, cuya construcción requiere de trabajos especializados de herrería para cortar, soldar y formar metales.

## 11 Almacigos o germinadores

Constituyen las instalaciones donde se siembran y germinan las semillas, y se cuidan las plántulas hasta una cierta postura, para que puedan ser trasladadas a los contenedores.

Los almacigos pueden ser básicamente de 2 tipos:

- Almacigos terrestres: son canteros o

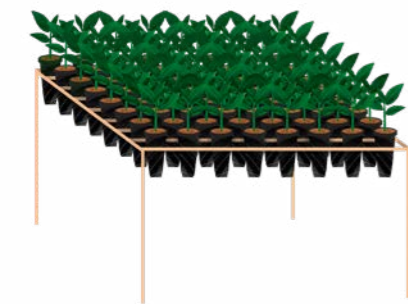


Figura 15. Mesada portatubetes para cría de plantas.

tablones dispuestos en el suelo directamente, utilizando como sustrato el mismo material. Estos pueden tener las siguientes dimensiones: 1 m de ancho por 10 cm de alto y varios metros de largo, conforme al volumen de producción.

- Almacigos en recipientes: son germinadores preparados con el sustrato dispuesto en un contenedor. El recipiente puede ser una caja de madera, bandeja de plástico u otro material comercial. Los almacigos en recipientes pueden ser colocados en el suelo o sobre mesadas.

- Almacigos elevados: son aquellos dados por una caja que contiene el sustrato para la germinación y que se coloca sobre pedestales en forma de mesada retirada del suelo, por lo general, a una altura adecuada al alcance de los trabajadores, entre 1 a 1,3 m de altura.

Para prever la construcción de los almacigos o germinadores, en general, se debe estimar una superficie de 0,5 m<sup>2</sup> de almacigo por cada 1.000 plantas a producir.

## 12 Equipamiento e instalaciones auxiliares

Pueden considerarse dentro de este grupo a todos aquellos equipos destinados a apoyar al trabajo en caso de imprevistos, tales como cortes de energía eléctrica, agua u otros insumos vitales para el correcto funcionamiento del vivero. Se destaca, por ejemplo, la disponibilidad de un generador de energía eléctrica para los viveros ubicados en lugares donde se suscitan muchos cortes de este servicio necesario para el accionamiento del sistema de bombeo, el almacenamiento de agua y la distribución del riego.



Figura 16. Diferentes tipos de almacigos.

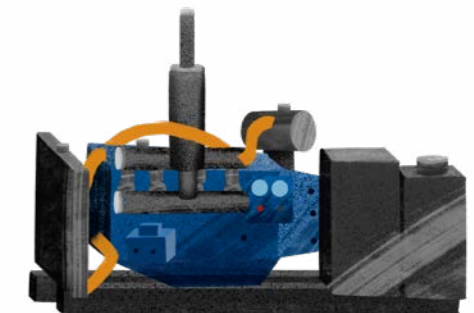
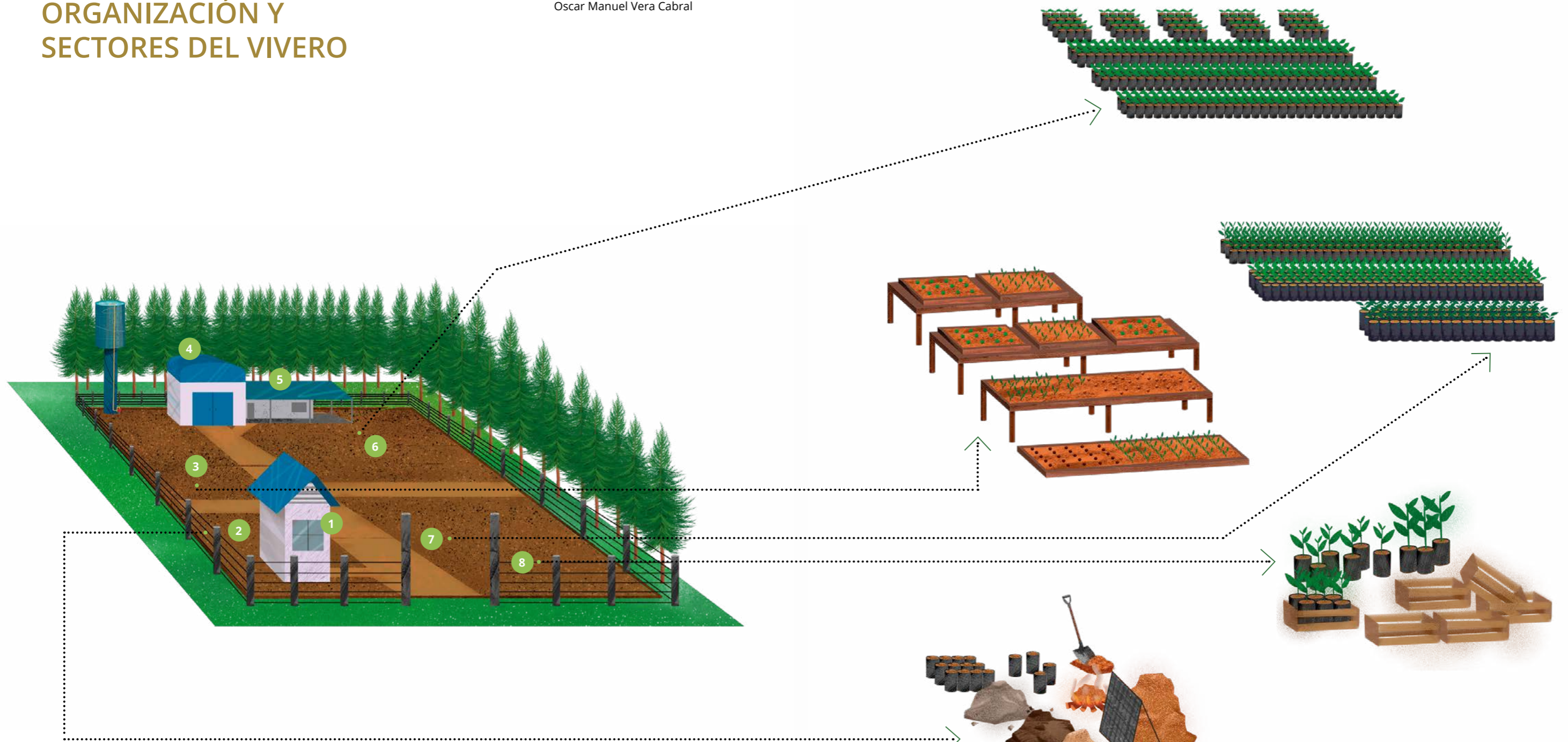


Figura 17. Generador de energía eléctrica. Equipamiento auxiliar de mucha importancia en el funcionamiento de un vivero.

# ORGANIZACIÓN Y SECTORES DEL VIVERO

Oscar Manuel Vera Cabral



- 1 Sector administrativo
- 2 Sector de preparación y carga de sustrato
- 3 Sector de germinación
- 4 Sector de almacenamiento de herramientas e insumos
- 5 Sector de servicios
- 6 Sector de cría o crecimiento de plantas
- 7 Sector de rustificación o endurecimiento de plantas
- 8 Sector de expedición de plantas



Figura 18. Representación gráfica del sector de preparación y carga de sustrato.

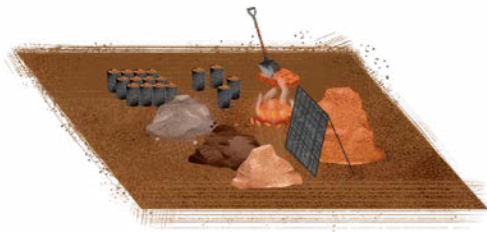


Figura 19. Representación gráfica del sector de germinación en el vivero forestal.

El vivero se conforma de varios sectores con funciones muy específicas y de mucha importancia para su movimiento y funcionamiento adecuado (MOLINA, 1998). La disposición de estas partes da lugar a un flujo en el proceso de producción de plantas, cuya eficiencia se basa en la correcta organización e instalación.

### 1 Sector administrativo

Está conformado por las oficinas, la recepción y las garitas de guardia. La función de este sector está relacionada a la gestión administrativa o gerencial, la recepción de visitas y el resguardo o cuidado de la unidad por guardias o celadores.

Las especificaciones de su construcción dependen del tamaño del vivero, las funciones requeridas y el personal que trabajará en el área.

### 2 Sector de preparación y carga de sustrato

- Se reciben y almacenan los materiales que conformarán el sustrato, así como el material listo para su uso.

- Se elabora el sustrato mediante la mezcla proporcional, el secado, el tratamiento o curado, otros.

- Se realiza la carga de los contenedores o recipientes de plantas, incluyendo aquellos a ser utilizados como germinadores.

### 3 Sector de germinación

Este sector está dado por el área de ubicación de los almácigos o germinadores, separados por sendas o pasillos. Siendo estas instalaciones especializadas para la germinación controlada de las semillas que luego serán trasplantadas en los envases o contenedores de plantas.

Aquí también se pueden practicar algunos tratamientos pregerminativos para las semillas que serán utilizadas, que incluyen por lo general algunos utensilios.

Este sector puede contar además con cámaras de germinación, que son equipos o instalaciones que permiten la regulación de varios factores, como luz, humedad y temperatura, que influyen en la emergencia de las plántulas.

### 4 Sector de almacenamiento de herramientas e insumos

Sector destinado al acopio, conservación, resguardo y administración de las herramientas e insumos. Conforme el tipo de vivero, este sector puede incluir varias dependencias que sirven para el funcionamiento correcto. Entre algunas pueden mencionarse, por ejemplo:

- El galpón de guarda de herramientas, máquinas e insumos materiales, tales como recipientes, defensivos, fertilizantes, entre otros.

- El depósito de agua, que puede ser un estanque o tanque.

- El almacén de conservación de semillas.
- El área de depósito de los ingredientes del sustrato.

- Puede incluir, además, un área de compostaje, que consiste en un dispositivo para el acopio de restos orgánicos para su descomposición controlada, esto con la finalidad de generar parte del sustrato a utilizar en el vivero.

La instalación y las dimensiones de este sector dependen de muchos factores, tales como la necesidad, el nivel de inversión y la escala de producción del vivero. De forma general, para que el sitio de depósito desempeñe una función en el vivero, debe cumplir con ciertas exigencias especiales, por ejemplo, el depósito de fertilizantes y defensivos debe tener una temperatura máxima de 25 °C, para permitir la conservación adecuada de estos insumos.

En ciertas ocasiones, las instalaciones de este sector, dadas por los galpones o áreas con techo, pueden servir para el resguardo de los trabajadores que realizan tareas varias durante días fríos o lluviosos.

### 5 Sector de servicios

Corresponde al sector destinado al uso del personal y su bienestar. Aquí pueden situarse los vestidores, los sanitarios, el resguardo de los encargados de la seguridad del local o el celador, y las instalaciones para la alimentación y el descanso. Las especificaciones dependen de la cantidad del personal, la necesidad y el nivel de inversión.

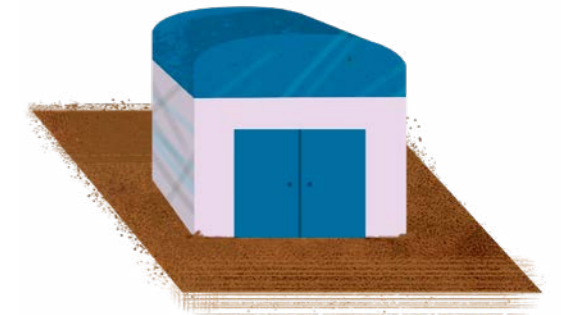


Figura 20. Representación gráfica de un depósito para herramientas e insumos.

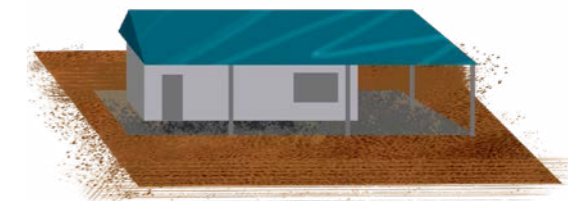


Figura 21. Representación gráfica del sector de servicios.

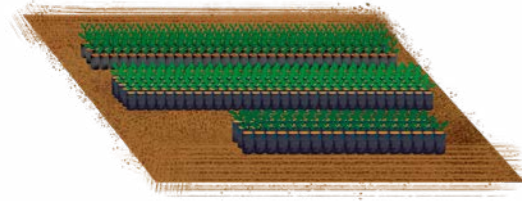


Figura 22. Representación gráfica del sector de cría de plantas en el vivero forestal.

## 6 Sector de cría o crecimiento de plantas

Conformada por el área donde se disponen las plantas para recibir las medidas de atención que permitan el crecimiento inicial de las plantas, por lo general, ocupando la mayor parte del área de un vivero. Son instalaciones preparadas para la disposición o soporte de los envases o contenedores de plantas, cuentan con riego, protección y regulación de la sombra, donde se busca nutrirlas, darles la cantidad exacta de agua y sombra, protegerlas contra malezas y enfermedades, entre otros. A este sector pasan las plantas que fueron repicadas en los envases desde el almácigo, o aquellas que fueron sometidas a siembra directa hasta que estén listas para el proceso de rustificación.

## 7 Sector de rustificación o endurecimiento de plantas

Corresponde al área donde las plantas pasan una parte de su proceso de crianza. Tiene la finalidad de prepararlas para las condiciones de campo en lo referente a la luz/sombra, el riego o algún nutriente.

El proceso de rustificación o endurecimiento es clave en la producción de plantines de calidad, dado que los mismos ya están totalmente preparados para las duras condiciones del campo, después de superar este proceso. El alto porcentaje de prendimiento y el éxito de la plantación de una especie arbórea, depende de su rusticidad y del proceso de selección al cual fue sometida antes de salir del vivero. Este sector está constituido por sombráculos de menor graduación y hasta un área a cielo completamente abierto, dotada de una extensión básica del sistema de riego. Su dimensión depende del tipo de contenedores utilizados y el volumen de producción.

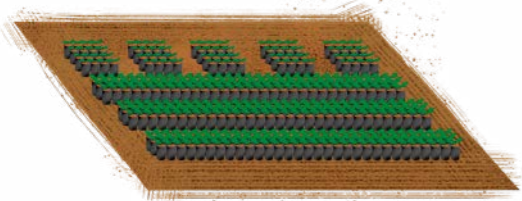


Figura 23. Representación gráfica del sector de rustificación de plantas.

## 8 Sector de expedición de plantas

Este sector corresponde al destinado a la preparación de las plantas para su despacho con destino al usuario, aspecto que permitirá que estas puedan llegar de la mejor manera posible a destino. Las actividades que pueden ser incluidas son: el último riego; la clasificación por calidad, tamaño, vigor; el conteo; el empaquetado y la carga al vehículo de transporte. Suele estar equipado con un espacio adecuado conforme a las actividades a realizar y la cantidad de trabajadores que podrían estar involucrados. Su disposición debe permitir el ingreso de vehículos de transporte, para la carga de las plantas.



Figura 24. Representación gráfica del sector de preparación y expedición de plantas en el vivero forestal.

## MATERIAL REPRODUCTIVO PARA LOS VIVEROS SEMILLAS FORESTALES

Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari\*



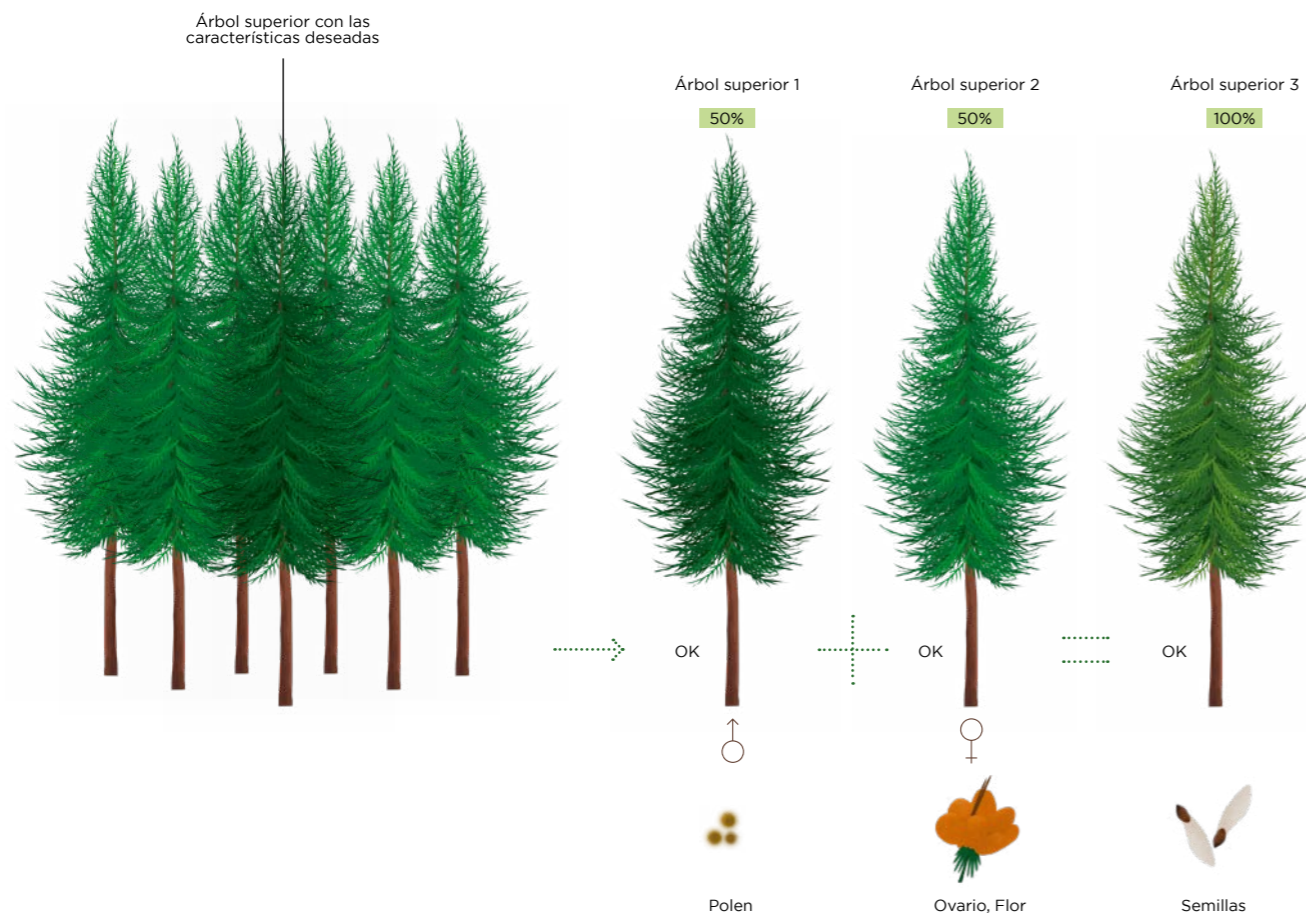
\* Profesora del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Los viveros son el punto de partida para la arborización urbana, sin embargo, las semillas constituyen el insumo principal de esta etapa. Mediante estas se asegura la calidad genética y fenotípica de los árboles que estarán viviendo y sirviendo en las ciudades. Contar con semillas de calidad y cantidad, asegura el funcionamiento de los viveros y les permite poder acompañar de forma eficiente la gestión del arbolado urbano.

Las plantas de especies forestales pueden reproducirse en el vivero mediante semillas y reproducción asexual. El segundo método se encuentra más difundido en circunstancias donde

se desea mantener las características deseables de los árboles, como en la fruticultura o la silvicultura con objetivos de producción. Para la arborización urbana, en nuestro medio está muy difundida la producción seminal, por varias razones; entre ellas, la garantía de la variabilidad genética para reducir la susceptibilidad a las plagas y las enfermedades. Por lo tanto, la mayoría de los viveros que producen principalmente especies nativas, utilizan semillas en el proceso, ya que están adaptados a las condiciones del suelo y al clima, además de servir como fuente de alimento para la fauna nativa.

## Reproducción sexual



## Reproducción asexual

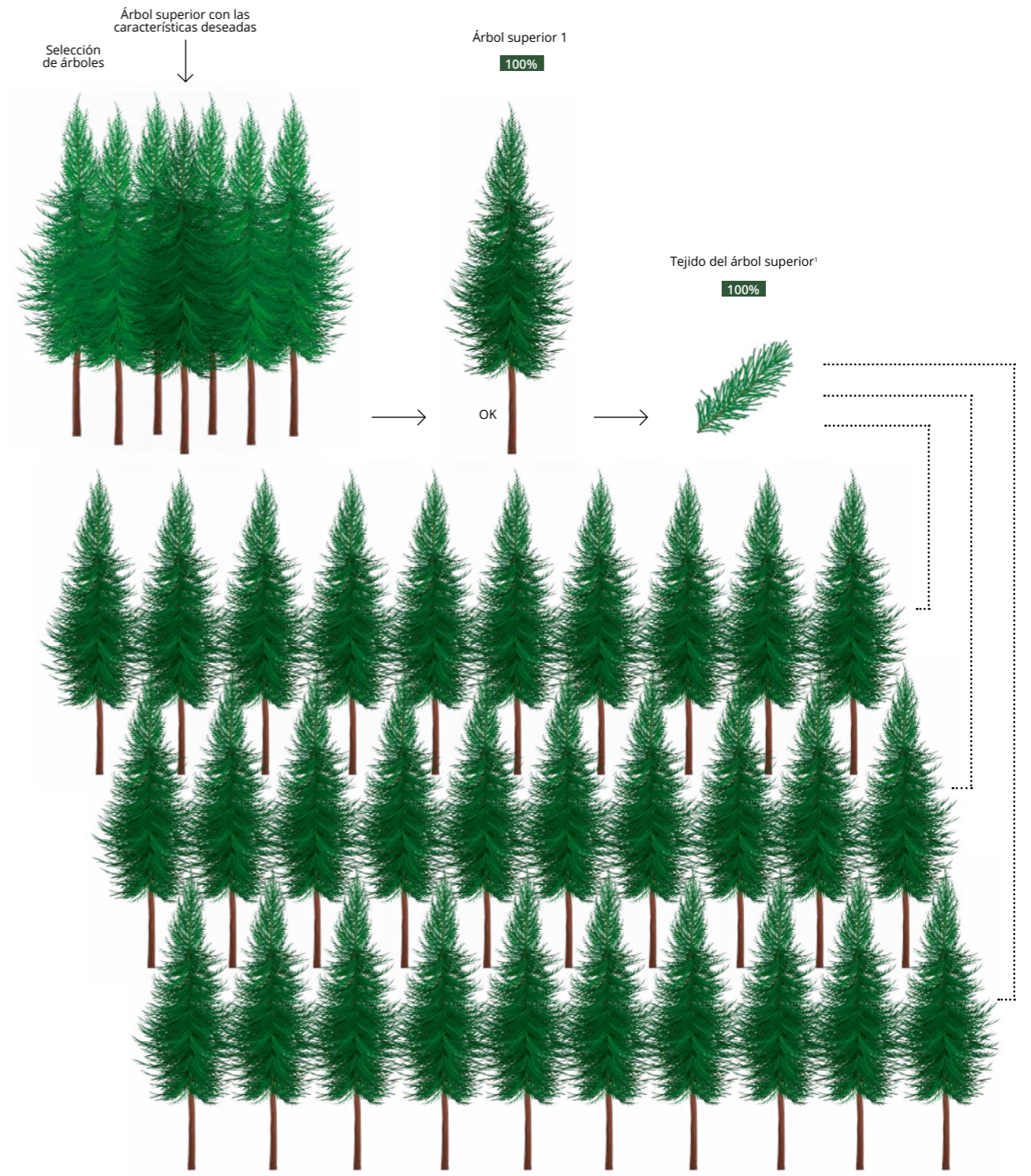


Figura 25. Tipos de reproducción en árboles.

La calidad de las semillas es un aspecto clave para su utilización, por lo tanto, existen mecanismos e instituciones que buscan asegurar este criterio, mediante la figura de la certificación y la promoción del uso de semillas de calidad.

## 1 Importancia de las semillas para la producción en vivero

La importancia de las semillas pone de relieve su calidad, que es dada por la cuidadosa recolección llevada a cabo mediante la selección de árboles adecuados. Así, para obtener semillas de calidad, es necesario considerar la procedencia, a través de la selección de árboles portadores de semillas. Estos árboles deben tener las mejores características estéticas y fitosanitarias, y pueden ser llamados árboles plus.

La procedencia, se refiere al árbol del cual fue obtenida la semilla, y esta depende de las características de la planta y el medio ambiente que reinó durante la floración, la fructificación, el desarrollo del fruto y la separación de este, para acceder a la semilla. En cuanto a las características del árbol, se debe considerar la edad, su desarrollo y crecimiento, su posición en la población, su estado sanitario, entre otras.

En cuanto a los factores del ambiente, se debe tener en cuenta la luz, la temperatura, la humedad, la lluvia, el viento, el suelo y la intervención de agentes polinizadores.

Considerando el árbol productor de las semillas, es importante atender la distribución natural de la especie y la ubicación particular del mismo individuo en consideración al sitio donde se van a destinar las plantas. Con esto se logrará aprovechar al máximo las adaptaciones a los sitios específicos, que ha impulsado el proceso de selección natural.

En los viveros de nuestro medio es muy común que la producción de plantas se realice en base a semillas de origen desconocido, o en caso contrario, semillas oriundas de árboles no adecuados (con características limitadas) o lugares remotos que no poseen las mismas características ambientales de los sitios donde se plantarán (ejemplo: la recolección de semillas de árboles sin atributos y las semillas de especies que provienen de otras regiones naturales).

## 2 Producción u obtención de semillas

La producción u obtención de semillas de manera ciertamente controlada, permite una mejora en la producción de plantas en el vivero. Aquí es posible obtener plantas de mejor calidad en cuanto a su morfología y fisiología, además de lograr asegurar la provisión, la posibilidad de planificación y una uniformidad en la producción, también se aseguran aspectos sanitarios, de adaptación, entre otros.

Este paso se puede realizar mediante la cosecha en árboles semilleros, los cuales pueden estar emplazados de manera aislada o en grupos de árboles con alta producción de semillas. La calidad de las semillas obtenidas por este método puede ser baja a mediana si no se obtienen a partir de árboles superiores. Por lo general, es muy común la selección de árboles de acuerdo a su disponibilidad en cuanto a la aparente copiosa producción de frutos o semillas, la facilidad de acceso a ellos, entre otros.

Para asegurar la calidad de este proceso, se debe realizar una criteriosa selección de los semilleros en base a características rigurosas dentro de cierta población, las cuales se presentan como referencia en la siguiente imagen.

En general, los árboles semilleros deben estar muy bien desarrollados: no deben ser individuos juveniles, ni tampoco sobremaduros, ya que estas etapas del ciclo biológico de la mayoría de las especies forestales, se caracteriza naturalmente por la baja calidad de sus semillas.

Las zonas de producción de semillas pueden ser áreas donde se implementan medidas para controlar la presencia de individuos inferiores que no tengan los atributos deseables para producir semillas. En zonas urbanas, este mecanismo podría ser implementado en las áreas verdes que permitan este tipo de actividades.

Los huertos semilleros corresponden a unidades instaladas específicamente a partir de poblaciones naturales o plantadas, para la producción de semillas y que fueron conducidas con medidas de regulación destinadas a ir seleccionando los mejores individuos superiores, que puedan producir entre sí semillas con cierto grado de

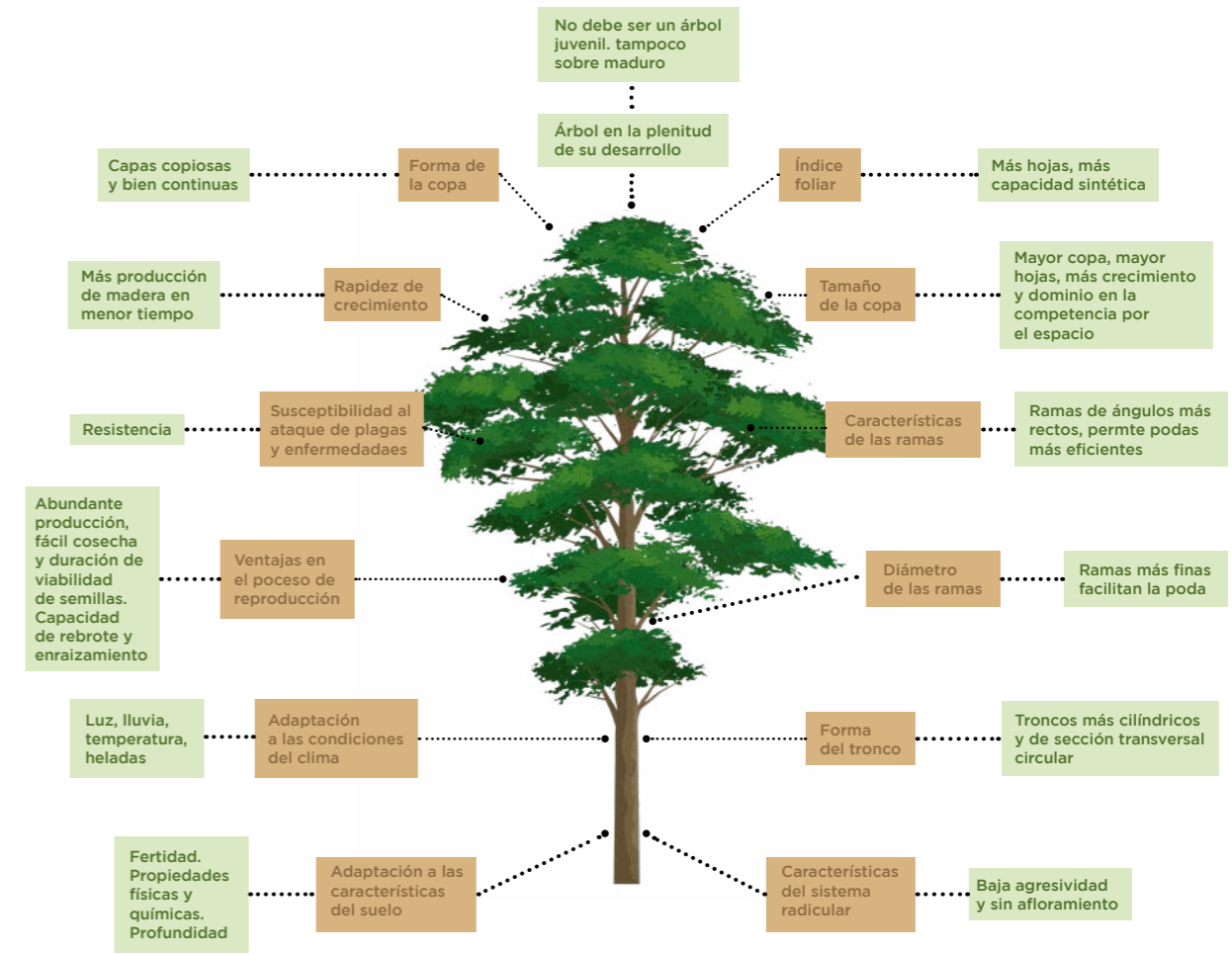


Figura 26. Características buscadas en los árboles semilleros.

mejoramiento, gracias a la selección de los árboles. La instalación de los huertos semilleros puede realizarse a partir de semillas o mediante la clonación de los árboles superiores plenamente identificados.

Cuando se recogen las semillas en los bosques, la selección debe hacerse con control de la progenie, considerando por lo menos 25 árboles a una distancia de 100 m entre ellos, para evitar la recolección de material inorgánico.

Cuando la recolección se realiza en la calle, la selección de los árboles debe hacerse en su ubicación, como por ejemplo: zonas residenciales, zonas comerciales, con presencia de tráfico

pesado o industriales. Así pues, los árboles con las mejores características en los lugares adecuados, pueden indicar tolerancia a las condiciones ambientales adversas. Como el origen de los árboles urbanos puede ser desconocido, se hace difícil definir la distancia entre ellos. Por lo tanto, en un intento de evitar la endogamia, se puede seleccionar un árbol de cada calle.

Cabe mencionar que las plántulas producidas por las semillas provenientes de los árboles semilleros no garantizan la similitud entre ellas. Después de todo, esto sólo es posible produciendo plántulas de manera asexual.



## 2.1 Métodos de recolección de semillas

Existen varios métodos para la colecta de semillas forestales. El empleo depende de varios factores, tales como: especie, tipo de fruto, tamaño, cantidad, emplazamiento del árbol y, además, altura y tamaño de la copa.

En general, la regla básica indica que se deben coleccionar los frutos con las semillas, antes que estos caigan al suelo o se dispersen, debido a que existe un momento oportuno para hacerlo, sin embargo, poner en práctica esto es muy difícil, por lo tanto, los métodos de colecta pueden ser agrupados en 2 tipos, conforme se describe en las siguientes imágenes.



Figura 27. Colecta de frutos y/o semillas directamente en el suelo.



Figura 28. Colecta de frutos y/o semillas directamente del árbol, desde el suelo con apoyo de herramientas con mango telescópico.



Figura 29. Colecta de frutos y/o semillas directamente del árbol, subiendo con escalera.



Figura 30. Colecta de frutos y/o semillas directamente del árbol, subiendo mediante técnicas de escalada y equipos especializados.

Al proceso de bajar los frutos y/o semillas del árbol, le debe acompañar actividades, como por ejemplo: la limpieza del área circundante,

despejando vegetación y materiales varios, e inclusive frutos y/o semillas cuyo origen generaría dudas.

El operador puede bajar los frutos con herramientas de corte o golpeándolos para que caigan. Los frutos caen o se colocan sobre una carpa extendida sobre el suelo en el área de trabajo. Para finalizar la colecta, lo recogido se debe colocar en bolsas de tejido grueso, a fin de que pueda haber aireación mientras se realiza el traslado y el depósito antes del procesamiento. Las bolsas coleccionadas deben ser identificadas mediante el etiquetado.

En la etapa de recolección de semillas de árboles en pie, es importante destacar el uso del equipo de protección personal recomendado para realizar la operación, como cinturón de seguridad, botas, casco, visera, guantes, etc.

## 2.2 Época para la recolección de semillas

La fase de recolección de semillas, es una información importante para los viveristas porque depende en gran medida de la fenología reproductiva de la especie, es decir, la duración y el tiempo de floración y fructificación de la especie que desean propagar, así como el tiempo, el grado de madurez de los frutos y las semillas, para una recolección adecuada.

La información sobre la fenología de la especie puede obtenerse de la literatura y, en su defecto, se debe realizar una investigación en la materia. Además, se debe tener en cuenta la cantidad de semillas por fruto, el tamaño y el peso de las semillas, a fin de planificar el volumen de recolección de frutos y seleccionar el recipiente apropiado para sembrar las semillas.

Cabe señalar que, aunque existe información en la literatura, hay que considerar los cambios que pueden producirse en la fenología de la especie en entornos urbanos, si se comparan con las condiciones naturales, debido al clima, las condiciones del suelo y la ubicación en zonas impermeables con presencia de aceras.

Las semillas forestales van adquiriendo todo lo necesario para germinar, algún tiempo antes de que los frutos estén maduros, sin embargo, van adquiriendo plenitud conforme esto suceda. Por esto, la calidad de las semillas se encuentra

directamente relacionada con la madurez del fruto que la contuvo, siendo este el principal indicador del momento de proceder, aunque suele ser casi imposible determinar el momento exacto de hacerlo.

Para evaluar el momento de realizar la cosecha conforme a la madurez del fruto, se puede proceder a la observación del color, tamaño, peso, inicio de la apertura, otros.

## 2.3 Procesamiento o beneficiamiento de semillas

Es el proceso que incluye todas las actividades que se realizan desde la cosecha de frutos y/o semillas, hasta que estas estén listas para su almacenamiento o utilización. De acuerdo a Willan (1991), por lo general, el procesamiento de las semillas incluye las siguientes actividades:

- Traslado de lo cosechado.
- Disposición en un lugar adecuado.
- La separación de impurezas.
- El secado de frutos.
- La extracción de semillas del fruto.
- La separación de impurezas de las semillas.
- Realización de pruebas y determinaciones, como: cantidad de semillas por kg, viabilidad, porcentaje de pureza, contenido de humedad, otras.
- Empaquetado y etiquetado.

## 2.4 Almacenamiento y conservación de semillas

Contar con un abastecimiento suficiente de semillas para un vivero urbano es todo un desafío, debido a que los árboles tienen una producción muy variable de semillas en cantidad y calidad, sumado al periodo de tiempo que se invierte en el proceso de colecta y beneficiamiento hasta poseer disponibilidad para la siembra. Por este motivo, se requiere del almacenamiento eficiente de las semillas.

Para el almacenamiento de las semillas, estas deben de ser correctamente procesadas en la etapa de beneficiamiento y estar adecuadas en cuanto a su pureza y contenido de humedad. De esta manera, para almacenar semillas por el

máximo plazo posible y manteniendo gradualmente su viabilidad, se debe manejar la temperatura, básicamente, para reducir la tasa de respiración y otros procesos metabólicos, sin dañar al embrión. Las semillas se clasifican de acuerdo a su longevidad, que consiste en su capacidad de mantenerse viable a lo largo del tiempo. Con el correcto almacenamiento de las semillas, se logra extender esta capacidad inclusive en aquellas de vida corta.

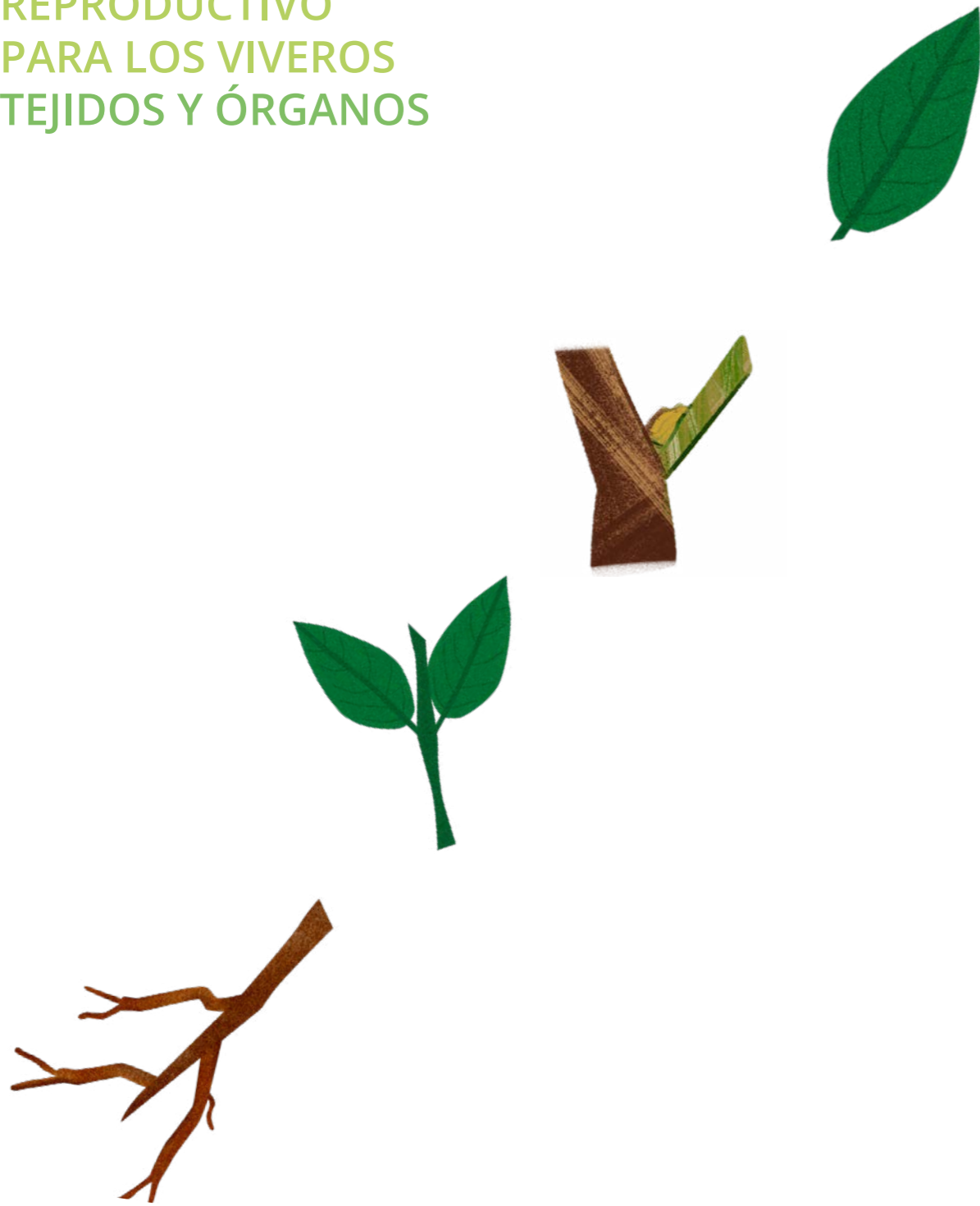
## 3 Tratamientos pregerminativos de semillas

Después de alcanzar la madurez fisiológica, las semillas pasan por un período de latencia. Esta capacidad de las semillas de retrasar su germinación hasta el momento y lugar adecuados, es un mecanismo importante para la supervivencia de las plantas.

Las especies forestales pueden mostrar dos tipos de latencia: 1) primaria, es decir, genética, que se produce en el momento de la maduración de la semilla e impide que germine mientras aún está unida a la planta madre, lo que tiene una duración relativamente breve; y 2) secundaria, cuando las semillas pierden su capacidad de germinar después de la recolección, lo que puede deberse a características: físicas, como la impermeabilización del tegumento al agua y a los gases; química, debido a la presencia de inhibidores en el pericarpio; mecánica, debido a la resistencia del tegumento al crecimiento del embrión; morfológica, debido a la inmadurez del embrión; y fisiológica, debido a los mecanismos fisiológicos de inhibición de la germinación. Existen diferentes métodos para superar la inactividad de las semillas, tales como: estratificación, exposición a la luz, escarificación mecánica, escarificación ácida, agua caliente, lavado en agua corriente, secado previo, preenfriamiento, temperaturas alternas e inoculación. Cada especie forestal puede presentar la necesidad de aplicar un método, siendo necesarias investigaciones para definir los procedimientos del vivero forestal.

## MATERIAL REPRODUCTIVO PARA LOS VIVEROS TEJIDOS Y ÓRGANOS

Alexandre Techy de Almeida Garrett\*  
Fabiana Schmidt Bandeira Peres\*\*



\* Becario del Programa Nacional de Postdoctorado, Programa de Posgraduación en Ciencias Forestales, Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO), Irati, Paraná, Brasil  
\*\*Profesor Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO), Irati, Paraná, Brasil

Además de la reproducción sexual de las plantas, lo cual ocurre con la formación de semillas, existe también la reproducción asexual, también llamada propagación vegetativa, que se realiza con una parte de la planta, desde una célula (tejidos) hasta otras partes mayores como gajos, hojas o brotes (órganos), dando origen a una nueva planta. Estas partes son llamadas "propágulos", y la gran capacidad de las células de las plantas de dividirse y formar diferentes tejidos para luego conformar órganos de las plantas, originando plantas enteras, es denominada "totipotencia celular".

Otra característica de la propagación vegetativa es que la planta originada de un brote apical, por ejemplo, tendrá la misma información genética de la planta madre, es decir, será un "clon" de la planta que proveyó el brote apical.

La producción de plantines por semillas puede ser limitada por: el período en que los árboles producen semillas, la disponibilidad de plantas adultas para la colecta, la calidad de las semillas, el tiempo de durabilidad de almacenamiento de las semillas para que ellas no pierdan la capacidad de germinar, además, algunas semillas necesitan de muchos tratamientos y trabajos manuales para que germinen. Por ello, la producción de plantines por propagación de tejidos y órganos, puede ser una alternativa para la producción rápida y con calidad de plantines, sin depender de la época de producción de semillas de las plantas. Además, la propagación por tejidos y órganos puede ser una alternativa para reducir costos en la compra de semillas, en el desplazamiento para la colecta, y en el beneficiamiento y el almacenamiento de las semillas.

Diversos son los propágulos de los árboles que pueden ser utilizados para la formación de los plantines por propagación vegetativa (ver figura siguiente), pudiendo seleccionar diferentes partes y órganos de las plantas capaces de generar una nueva planta completa en función de la técnica que será utilizada.

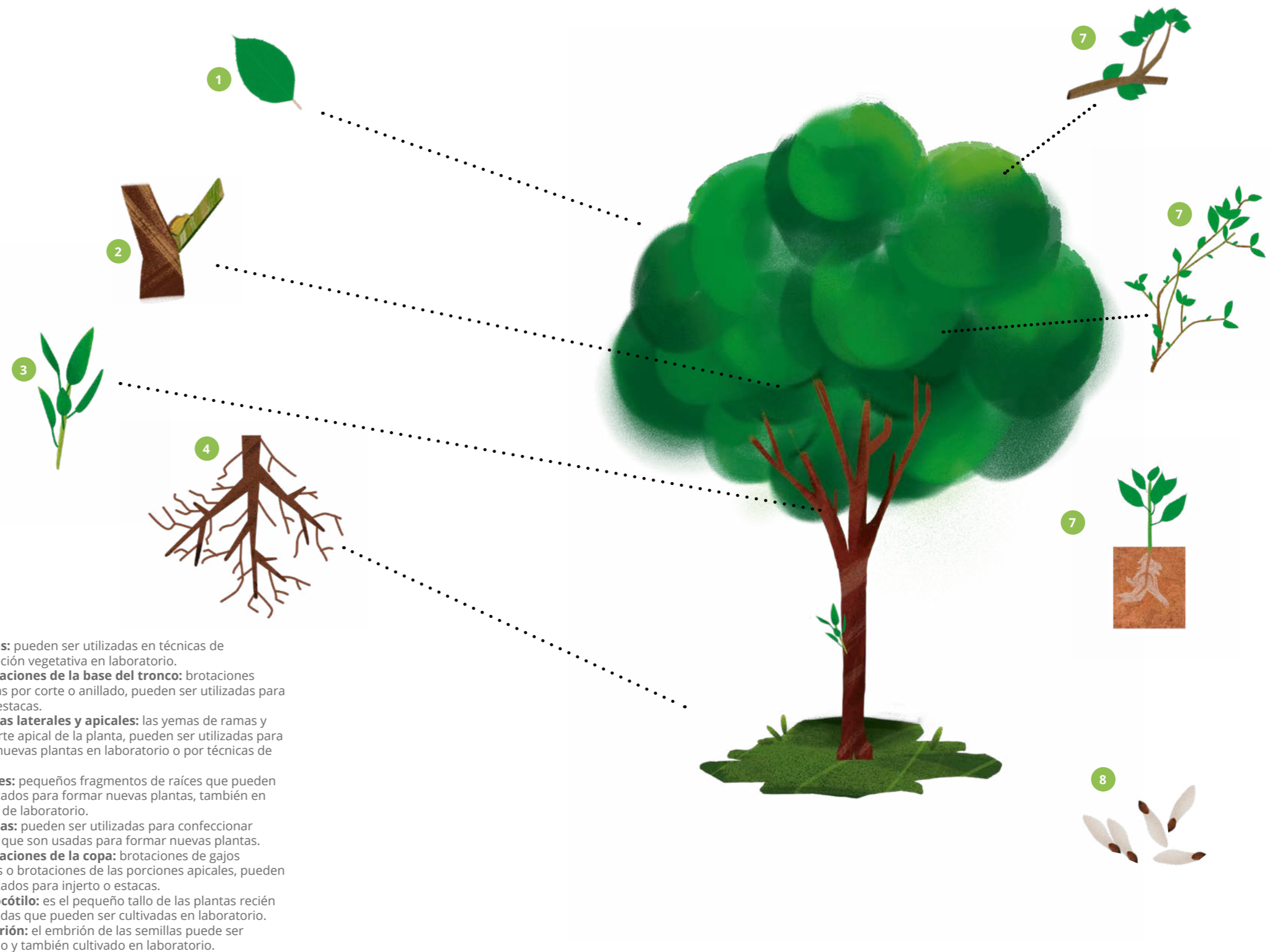


Figura 31. Principales tipos de propágulos utilizados en la propagación vegetativa de árboles.

La propagación vegetativa depende de diversos factores (tabla siguiente) y la observación del mejor método debe ser evaluada para cada especie, considerando la parte de la planta y las condiciones de producción de plantas en el vivero.

**Cuadro 2.** Factores que influyen en la propagación vegetativa de especies forestales.

<b>Especie de interés</b>	El éxito de la formación de plantines por propagación vegetativa puede variar entre especies, de forma que una técnica indicada para una especie, puede no ser efectiva para otra.
<b>Estación del año</b>	Diferentes épocas del año interfieren en la cantidad y calidad de las brotaciones, y en las concentraciones de hormonas en los tejidos de la planta. También tiene influencia en las tasas de enraizamiento y en el porcentaje de sobrevivencia en el vivero.
<b>Condiciones de la planta madre</b>	La planta madre debe ser saludable, sin enfermedades, no estar sufriendo estrés por falta de agua y, cuando fuera posible, debe tener fertilizaciones periódicas. Se debe observar características como la forma del tronco, la forma de la copa y otros atributos de interés.
<b>Tipos de propágulo</b>	La parte de la planta que interfiere en la capacidad de enraizamiento, en los cuidados con la colecta y el transporte. También tendrá influencia en la preparación para la producción de los plantines, la necesidad de estimulantes de enraizamiento, los materiales, los equipamientos y la estructura de la producción del vivero.
<b>Posición del propágulo</b>	Los propágulos de partes viejas de la planta son menos viables que las brotaciones y las yemas de las partes más jóvenes, como los brotes de la parte basal del tronco o de plantas producidas para proporcionar estacas.
<b>Condiciones de higiene</b>	Limpieza, desinfección y calidad de los propágulos, los equipos, los utensilios, los recipientes y del sustrato o suelo para la producción de plantas.
<b>Condiciones de producción de las plantas</b>	Los cuidados con el riego, la fertilización, el tipo de sustrato, la iluminación y temperatura, son factores muy importantes para la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas.

Las principales técnicas usadas para la propagación vegetativa son: el estaqueo, el injerto y el cultivo de tejidos en laboratorio. La selección de la técnica hecha por el productor, debe considerar los equipamientos, las herramientas y los costos que implica. También se debe recordar que cada especie tendrá un comportamiento y puede exigir más o menos riego, fertilizaciones, cantidad de estimulantes de enraizamiento. Por eso, probar las diferentes formas de producir las plantas puede hacer la diferencia en la sobrevivencia y la calidad de estacas e injertos.

La propagación vegetativa está asociada a la habilidad del trabajador viverista y al control de las condiciones de producción de plantines, que pueden variar de acuerdo a cada especie y a la época del año. Ambas serán adquiridas con el desarrollo de las actividades y la experiencia del trabajador que, además, debe ir adecuando las condiciones de formación y de producción de las plantas en el vivero.

Ya que la producción de plantines por propagación de tejidos y de órganos forma clones de la planta madre, el viverista puede seleccionar plantas madres que presenten algún aspecto de interés, como mayor resistencia a la sequía o a diferentes enfermedades. Esta técnica también permite el rescate de plantas de interés o plantas aisladas que no pueden tener reproducción sexual, en la cual ellas forman semillas. Por otro lado, el uso de la propagación vegetativa, o sea de clones, puede limitar la variabilidad genética entre árboles utilizados en la arborización urbana, lo que puede causar daños severos y extensos en caso de ataque de alguna enfermedad.



## SUSTRATOS DE PLANTAS, UTILIZADOS EN EL VIVERO FORESTAL

Carlos Leguizamón Rojas\*  
Saulo Boldrini Gonçalves\*\*  
Cristian Britos Benítez\*



## 1 Concepto y funciones de los sustratos

Un factor importante para la puesta en marcha de un vivero es la disponibilidad de sustrato para la producción de plantines.

El sustrato es todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ, que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por lo tanto, un papel de soporte para la planta (Terés 2001).

Conforme el autor anterior, se podría definir cuatro funciones del sustrato desde el punto de vista de crecimiento de las plantas:

- Proporcionar un anclaje y soporte a la planta.
- Retener agua en condiciones para la absorción por las raíces de la planta.
- Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.
- Servir de depósito para los nutrientes de la planta.

A fin de cumplir estas funciones, una primera

aproximación de algunas características que deben tener los sustratos son:

- Deben ser de peso liviano.
- Porosos.
- Con capacidad de retener agua pero que permita el drenaje del mismo y no quede encharcado.
- Ligeramente ácido y con capacidad de intercambio catiónico (CIC), que le permita retener nutrientes.
- Con volumen constante en estado húmedo o seco.
- Que permita su almacenamiento sin perder sus propiedades físicas y químicas.
- Que permita el fácil manipuleo y mezcla.

Las características deseables para un sustrato son difíciles de encontrar en un solo material, por lo que, normalmente, son producto de una mezcla de materiales. Cada material componente de la mezcla aporta su característica propia, que sumada a la característica de los otros componentes de la mezcla, proporcionan las características deseables para el crecimiento de los plantines.

Medio	Soporte	Intercambio de gases	Disponibilidad de agua	Disponibilidad de nutrientes
Agua	Malo	Malo	Bueno	Bueno
Suelo arcilloso	Bueno	Malo	Bueno	Bueno
Suelo arenoso	Bueno	Bueno	Malo	Malo
Material orgánico estabilizado	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Cuadro 3. Evaluación de las funciones requeridas en un sustrato en cuatro medios.

## 2 Clasificación de sustratos

Existen diferentes formas y criterios para clasificar los sustratos, pero básicamente se clasifican según el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades y su capacidad de degradación. Terés (2001), realizando una revisión de varios autores, presenta una clasificación con base en los componentes orgánicos e inorgánicos, de la forma siguiente:

### 2.1 Materiales Orgánicos

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica. El más empleado es la turba.
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, espuma de urea-formaldehído, poliestireno expandido, etc.).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, ganaderas, industriales, urbanas, etc. Muchos materiales de este grupo deberán someterse a un proceso de compostaje para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, estiércoles, cortezas de árboles, aserrín, virutas de madera, residuos de fibra de coco, residuos del corcho, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

### 2.2 Materiales Inorgánicos (Minerales)

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- Transformados o tratados industrialmente. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos y, a veces, también químicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características iniciales de los materiales de partida (arcilla expandida, lana de roca, perlita, vermiculita, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprenden los materiales residuales

procedentes de distintas actividades industriales (escorias de alto horno, estériles del carbón, ladrillo molido, etc.).

### 2.3 Características deseables en un sustrato

Las propiedades físicas de los sustratos son de gran importancia para el normal desarrollo de la planta, pues determinan la disponibilidad de oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad para la penetración de la raíz (Quiroz et al. 2009).

Las propiedades físicas de un sustrato incluyen: la porosidad, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, la estabilidad estructural, entre otras. El sustrato, es necesario que tenga buena porosidad para permitir que la raíz de la plántula tenga suficiente oxígeno; un contenido de oxígeno por debajo del 12% en un sustrato, puede obstruir el crecimiento de nuevas raíces (Landis et al. 1990).

La relación aire-agua en el sustrato es consecuencia directa de la distribución del tamaño del poro. Así, la forma, el tamaño y la distribución de los poros condiciona las propiedades hídricas del sustrato y, por lo tanto, el manejo del agua de riego (Terés 2001). Si la disponibilidad de agua es baja, la planta no puede absorber la cantidad adecuada de agua y, consecuentemente, de nutrientes, afectando su desarrollo. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo, los valores de esta propiedad se prefieren bajos (700 - 100 kg m<sup>-3</sup>) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

Cuadro 4. Algunas propiedades físicas de los materiales utilizados como sustratos en la producción de plantines forestales, principalmente en tubetes.

Características físicas	Compost orgánico 1	Humus de lombriz 1	Cáscara de eucalipto descompuesta 1	Vermiculita 1	Cáscara de arroz carbonizada1	Ceniza de biomasa1
Densidad aparente (kg m-3)	500	450	400	120	250	250
Densidad real (kg m-3)	1.900	1.800	1.300	1.200	1.400	1.400
Porosidad total (%)	74	75	69	90	82	82
Macroporosidad (%)	13	7	39	44	44	44
Microporosidad (%)	61	68	30	46	38	38
Capac. Max. Retención agua (ml/50 cm3)	30,5	34	15	23	19	19
Capac. Max. Retención agua (ml g-1)	1,3	1,6	0,8	3,9	1,6	1,6

Fuente: Valeri y Corradini (2005)

Las propiedades químicas son importantes porque influyen en la disponibilidad de nutrientes, humedad u otros compuestos para la plántula (Quiroz et al. 2009). Entre las características químicas de los sustratos se destacan: Capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, capacidad tampón, relación C/N, disponibilidad de nutrientes. Los nutrientes requeridos en mayor cantidad por los plantines son: nitrógeno, fósforo y potasio. La CIC es uno de los atributos importantes y se define como la capacidad del sustrato para adsorber iones cargados positivamente (cationes) (Quiroz et al. 2009). Otra propiedad importante

es el pH, atendiendo que el mismo afecta a la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Para la producción de plántulas en viveros y en contenedores, se recomienda mantener el pH en un intervalo de 5,5 (ligeramente ácido) a 6,5 (Landis et al. 1990); cuando el sustrato es muy ácido (pH <5,0) o alcalino (pH >7,5) pueden aparecer síntomas de deficiencia de nutrientes, debido al paso de los nutrientes a formas químicas no disponibles para la planta (Valenzuela y Gallardo 2005).

En el cuadro siguiente se presentan resultados de análisis de algunos materiales utilizados como sustratos, principalmente, en tubetes.

Cuadro 5. Algunas propiedades químicas de los materiales utilizados como sustratos en la producción de plantines forestales, principalmente, en tubetes.

Características químicas	Compost orgánico 1	Humus de lombriz 1	Cáscara de eucalipto descompuesta 1	Vermiculita 1	Cáscara de arroz carbonizada1	Ceniza de caldera biomasa1
Materia orgánica (MO)1 (g kg-1)	205	194	552	-	510	796
MO compostable (g kg-1) 1	164	136	480	-	248	296
MO resistente (g kg-1)1	41	58	11	-	262	500
C orgánico total (g kg-1) 1	114	108	270	-	284	426
N total (g kg-1) 1	11	8,4	10	-	6,5	3
Relación C total/ N total1	10	13	27	-	44	128
pH en CaCl2 0,01 M1	6	6,4	6,1	5,9	6,5	8,8
P total (g kg-1) 1	4	4	0,2	-	1	5
K total (g kg-1) 1	3	2	1	-	3	12
Ca total (g kg-1) 1	8	10	26	-	1	49
Mg total (g kg-1) 1	4	4	1	-	1	7
P resina (disponible) (mg dm-3) 2	780	1216	120	23	135	59
K intercambiable (cmolc dm-3) 2	11,7	3,8	2,2	0,18	2,8	2,7
Ca intercambiable (cmolc dm-3) 2	14,4	18,8	27,3	3,7	2,8	0,3
Mg intercambiable (cmolc dm-3) 2	5,4	18,3	6,4	6,9	1,0	0,3
Al intercambiable (cmolc dm-3) 2	0,6	1,4	0,3	0,1	0,3	0
Capacidad intercambio Catiónico (cmolc dm-3)2	32,1	42,3	36,2	10,9	6,9	3,3

Fuente: Valeri y Corradini (2005)

Las propiedades biológicas del sustrato están determinadas por los componentes orgánicos que lo constituyen y, en general, son muy poco abordadas. Los aspectos que están relacionados con esta propiedad, son la presencia de componentes que pueden actuar como estimuladores o inhibidores del crecimiento vegetal y la velocidad de descomposición del material, siendo responsable la población microbiana de este proceso (Teres 2001).

FAO (2002) propone como referencia las siguientes grandezas para las propiedades de un sustrato ideal. En cuanto a propiedades físicas: densidad aparente 220 kgm<sup>-3</sup>, densidad real 1.440 kgm<sup>-3</sup>, porosidad total 85%, fase sólida 10-15%, agua fácilmente disponible 20-30%, fase gaseosa 20-30%, agua de reserva 6-10%. En relación a propiedades químicas propone: pH 5,5-6,5, CIC 10-30 cmolc kg<sup>-1</sup> de sustrato seco, contenido de sales solubles 200 mg kg<sup>-1</sup> (2mS cm<sup>-1</sup>).

### 3 Tipo de sustrato conforme al contenedor de la planta

En el punto 2 se presentó una forma de realizar la clasificación de sustratos. En este punto se aborda los tipos de sustratos, considerando los recipientes más utilizados para la producción de plantines forestales, las macetas de polietileno y los tubetes de polipropileno (PVC).

### 3.1 Sustrato para tubetes

Los tubetes, por su propia conformación (en general de un volumen de 50 cm<sup>3</sup>), precisan de un sustrato a base de material orgánico, mezclado con materiales que eleven su porosidad y capacidad de drenaje.

Los materiales orgánicos que frecuentemente se utilizan son: estiércol bovino descompuesto, humus de lombriz, cáscaras de Eucalyptus y Pinus descompuestos, bagazo de caña de azúcar descompuesto. Estos componentes principales son mezclados con paja de arroz carbonizada, vermiculita y tierra arenosa de subsuelo; con el propósito de mejorar las condiciones de drenaje. Por otro lado, se destaca el menor uso creciente de las turbas, por cuestión del impacto ecológico negativo generado en los lugares de extracción.

Algunas composiciones de sustratos, mencionadas en Gonçalves et al. (1996) son:

- 80% de compuesto orgánico descompuesto o humus de lombriz y 20% de cáscara de arroz carbonizada;
- 60% de compuesto orgánico descompuesto o humus de lombriz, 20% de cáscara de arroz carbonizada y 20% de tierra arenosa de subsuelo;
- 40% de cáscara de arroz carbonizada, 33% de vermiculita, 20% de Plantmax y 7% de arena.

En el cuadro siguiente, se presenta un análisis de algunos materiales utilizados para sustratos de plantines forestales, principalmente, en tubetes; siendo algunos utilizados también en macetas de polietileno (Gonçalves y Poggiani 1996).

Cuadro 6. Ventajas y desventajas de algunos materiales utilizados como sustratos, principalmente, en tubetes.

Clase	Materiales	Ventajas	Desventajas
A	Estiércol bovino, cáscara de Eucalyptus, cáscara de Pinus, bagazo de caña de azúcar. Humus de lombriz	-Materiales obtenidos de procesos naturales. -Media a alta porosidad (relativo buen drenaje). -Media a alta retención de nutrientes y agua. -Relativa fácil obtención y procesamiento. -Favorece el buen desarrollo de raíces. -De bajo costo.	-Necesita fertilización balanceada, principalmente, de N y S para evitar deficiencias, por presentar elevada actividad de microorganismos. -Pueden contener semillas de malezas, nematodos, inóculos de enfermedades, insectos; que pueden requerir esterilización. -Pueden requerir incremento en la macroporosidad.
B	Cáscara de arroz carbonizada, ceniza de biomasa de caldera, bagazo de caña de azúcar carbonizada	-Alta porosidad (>80%) con predominio de macroporos. -Homogeneidad en el tamaño de partículas. -Relativa fácil obtención y procesamiento. -Prácticamente sin inóculo de enfermedades, malezas e insectos. -De bajo costo.	-Reduce la capacidad de retención de agua. -Posee pH elevados (>6,5) que pueden reducir la disponibilidad de micronutrientes. -Baja concentración de N y S. -En relación con los compuestos orgánicos, menor capacidad de intercambio catiónico efectiva (CIC efectiva) (<10 cmolc dm <sup>-3</sup> ). -Alta relación C/N.
C	Vermiculita comercial	-De baja densidad aparente, posee partículas grandes, elevada aireación y drenaje. -De elevada porosidad (>90%), con equilibrio entre macro y microporos. -Bien estandarizadas en cuanto a las características físicas y químicas. -Prácticamente sin inóculo de enfermedades, malezas e insectos.	-Reduce retención de agua, -Promueve el desarrollo de raíces poco adherido al sustrato, pudiendo dañarse las mismas en el manejo. -Se contraen con el uso y los ciclos de humidificación y secado. -Presentan media CIC efectiva (10 a 15 cmolc dm <sup>-3</sup> ). -Posee bajas concentraciones de N, P, K, Ca, S, Fe, Zn y B. -Costo de obtención más elevado.

Fuente: Gonçalves y Poggiani 1996.



En el siguiente cuadro, se presenta una propuesta de interpretación de las características físicas y químicas de sustratos, principalmente, para tubetes.

**Cuadro 7.** Interpretación de propiedades físicas y químicas de sustratos<sup>1</sup> para la producción de plantines forestales en tubetes.

Propiedades	Nivel			
	Bajo	Medio	Alto	Adecuado
..... Propiedades físicas .....				
Densidad aparente (kg m <sup>-3</sup> )	<250	250-500	<500	450-500
Porosidad total (%)	<55	55-75	<75	75-85
Macroporosidad (%)	<25	20-40	<40	35-45
Microporosidad (%)	<20	25-50	<50	45-55
Capacidad Máxima de Retención agua (mL/50 cm <sup>3</sup> )	<15	15-25	<25	20-30
..... Propiedades químicas .....				
C total/N total <sup>2</sup>	8 a 12/1	12 a 18/1	>18/1	8 a 12/1
pH en CaCl <sub>2</sub> 0,01M <sup>2</sup>	<5-0	5,0-6,0	>6,0	5,5-6,5
P resina (disponible) (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	<20	20-40	<40	40-80
K intercambiable (cmol. dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	<0,15	0,15-0,3	>0,3	0,3-1,0
Ca intercambiable (cmol. dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	<1,0	1,0-1,5	>1,5	1,0-2,0
Mg intercambiable (cmol. dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	<0,5	0,5-1,0	>1,0	0,5-1,0
Capacidad de intercambio Catiónico efectiva (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	<1,0	1,0-2,0	>2,0	>2,0

<sup>1</sup>Sustratos constituidos básicamente por compuestos orgánicos, con o sin otros componentes;

<sup>2</sup>Determinación según metodología presentada por Raij et al. (1987).

Fuente: Gonçalves y Poggiani 1996.

### 3.2 Sustrato para macetas de polietileno

El suelo es, por naturaleza, el principal medio de crecimiento de las plantas; su utilización en vivero es muy común debido a su disponibilidad, aunque no siempre cumple con condiciones óptimas para su utilización. Cabe resaltar que los problemas de drenaje y aireación son acentuados cuando el suelo es colocado en un recipiente, lo cual requiere especial atención.

Las características deseables en un sustrato dispuesto en un contenedor (maceta de plástico), en general, se obtienen en suelos con 50-60% de arena, 12-20% de limo, 10-15% de arcilla y 6-8% de materia orgánica (FAO 2002). Los suelos de textura franco arenosos o francos son más adecuados para realizar las mezclas y elaborar un sustrato adecuado, en relación a los de textura franco limosos o arcillosos. Los francos y franco arenosos tienen las características físicas deseables de las arcillas y las arenas; sin mostrar las propiedades indeseables de soltura extrema, baja fertilidad y baja retención de humedad de la granulometría arenosa; y la adherencia, compactación, drenaje y movimiento lento del aire, de la arcilla.

En la conformación del sustrato, los suelos con estas granulometrías y del subsuelo, preferentemente, son mezclados con material orgánico bien descompuesto. Estos componentes son sugeridos para tener un sustrato con buen drenaje y estructuración (que permita resistencia al manejo) (Gonçalves et al. 1996).

Otro material utilizado es la arena de río, el cual normalmente es de fácil obtención y económico (Landis et al. 1990). Su granulometría más adecuada oscila entre las partículas con 0,5 y 2 mm de diámetro. Su capacidad de retención del agua es media (20% del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente. Prácticamente no contiene nutrientes, capacidad amortiguadora y la CIC es baja. Se emplea en mezcla con materiales orgánicos bien descompuestos y es común encontrar en la literatura su mezcla con turba.

Entre los materiales de origen orgánico podemos mencionar los estiércoles de animales, los residuos domiciliarios, los lodos urbanos, los restos de poda de plantas, etc. En general, en estos materiales se recomienda su compostaje, para tener materiales bien descompuestos, estables, sin olores, y con menor posibilidad de tener patógenos. Este proceso también puede ser favorecido con la actividad de lombrices, obteniéndose el lombricompost.

En las ciudades deben elaborarse políticas y estrategias para el reciclaje de los residuos orgánicos, siendo aprovechados la energía y los nutrientes almacenados en los mismos. Esto permitirá, además, una disminución de la contaminación, principalmente, de los cursos hídricos. Por otro lado, se debe evitar el uso de materiales que generan impacto ambiental, como el uso de turbas.

### 4 El compost como alternativa para la preparación de sustratos para viveros forestales

El compost es un producto natural utilizado como sustrato para la producción de plantas, se obtiene de la descomposición de residuos orgánicos, bajo condiciones controladas. Puede producirse a partir de los residuos, existentes o producidos en la finca del sector rural o en las áreas urbanas, reunidos y preparados con el fin de realizar una descomposición dirigida.

En la actualidad, es una buena opción para reducir los residuos generados en los hogares, tanto en la cocina como en los jardines, y los restos de la poda de árboles que, generalmente, se queman o se añaden a los rellenos sanitarios y vertederos públicos.

Algunas ventajas de realizar el compostaje son: la producción de abono rico en nutrientes y a bajo costo, la disminución del desperdicio de desecho de los hogares y, por ende, la contaminación del ambiente, incluso, las familias pueden producir su propio abono de calidad.

Los materiales que se pueden utilizar para armar una compostera son: cajas de madera, postes, tejido de alambre. Por otro lado, los materiales a compostar: restos de vegetales (frutas

y verduras), restos de comida, cáscaras de huevo, paja seca, hojarasca, restos de poda, hojas secas, aserrín, ramitas, cenizas de carbón, fósforos usados.

Por otro lado, se debe seleccionar un lugar plano y bien aireado.

Entre los pasos para elaborar un compost, se puede mencionar:

- Preparar un cuadro de madera u otro material disponible en el lugar elegido, ajustando las esquinas de modo a que sea resistente, es necesario que permita una buena aireación. Colocar un poste o caño en el medio donde se irán acumulando las diferentes capas de materiales, y retirarlo al alcanzar la altura deseada; el hueco dejado actuará como una chimenea de aireación, asegurando la descomposición.

- Amontonar los diferentes materiales en capas de 15 cm, intercalando restos de vegetales, de poda, de comida, paja, con capas de 5 cm de estiércol, ceniza y tierra, humedeciendo cada capa.

- Repetir el procedimiento hasta alcanzar una altura deseada (no debería sobrepasar los 1,5 m, a fin de facilitar el manejo).

- Regar con abundante agua el montículo formado y protegerlo con plástico o paja para evitar la pérdida excesiva de humedad y asegurar una buena fermentación, y evitar la acción de la lluvia.

- No se debe exponer la compostera a temperaturas elevadas ni al rayo directo del sol durante un tiempo prolongado, porque se puede reducir la disponibilidad de oxígeno, matando a las lombrices y dañando el proceso de compostaje. Este material debe ser removido para favorecer un compostaje homogéneo.

Por lo general, el compost estará en condiciones de ser utilizado a los 3 a 5 meses, dependiendo del material utilizado, de la forma de preparación y de la época del año. El compost está listo cuando el producto presenta un color negro, una textura esponjosa, de olor y temperatura agradable.

## 5 Fertilización de plantines forestales

Una fertilización adecuada propicia el buen crecimiento y la calidad de los plantines, incluso, a través de la fertilización se puede retrasar o adelantar el crecimiento de las plantas en el vivero.

### 5.1 Fertilización de plantines producidos en tubetes

La fertilización de plantines producidos en tubetes, se recomienda realizar en forma parcelada.

En la fertilización de base (condicionamiento del sustrato antes de cargar los tubetes) adicionar 150 g de nitrógeno, 300 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 g de K<sub>2</sub>O y micronutrientes (Ej.: 150 g de fritas BR-12, silicato fundido que contiene micronutrientes) para cada 1 m<sup>3</sup> de sustrato. Esta cantidad de sustrato puede ser suficiente para 20.000 tubetes con capacidad de 50 cm<sup>3</sup> cada uno. Generalmente, como se vio anteriormente, el pH y los niveles de calcio y magnesio en los sustratos utilizados para tubetes son elevados, por lo que no se sugiere la aplicación de cal agrícola (Gonçalves et al. 1997). En el caso de utilizar materiales con pH ácido o con niveles bajos de calcio y magnesio intercambiable, se deberá utilizar cal agrícola en el proceso de preparación.

En relación a la fertilización de cobertura, debido a la gran permeabilidad del sustrato que facilita la lixiviación de nutrientes, y al pequeño espacio destinado a cada muda, son requeridas fertilizaciones de cobertura frecuentes.

Se recomienda disolver 1 kg de sulfato de amonio y 300 g de cloruro de potasio en 100 litros de agua; esta solución, aplicar a 10.000 tubetes, en intervalos de 7 a 10 días, hasta que las mudas alcancen el tamaño deseado (Gonçalves et al. 1997).

La alternancia en la aplicación de potasio y las demás recomendaciones sugeridas para la fertilización de cobertura en las macetas de plásticos, también deben ser consideradas.

### 5.2 Fertilización de plantines producidos en macetas de polietileno

La fertilización de plantines producidos en sacos plásticos debe realizarse en forma parcelada. El 50% de las dosis de nitrógeno y potasio, y el 100% del fósforo y micronutrientes, son mezclados con el sustrato a base de suelo, antes de cargar las macetas de polietileno (fertilización de base). El restante de los fertilizantes es aplicado en la cobertura, preferentemente, en forma de soluciones o suspensiones acuosas (Gonçalves et al. 1997).

Para la fertilización de base puede sugerirse 150 g de nitrógeno (N), 700 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fósforo), 100 g de K<sub>2</sub>O (potasio) y micronutrientes (Ejemplo 200 g de fritas BR-12, silicato fundido que contiene micronutrientes), por cada 1 m<sup>3</sup> de sustrato, a base de suelo adecuado de subsuelo. También se recomienda la incorporación de 500 g de cal agrícola dolomítica, para elevar los niveles de calcio y magnesio. Con 1 m<sup>3</sup> del sustrato es posible cargar aproximadamente 4.800 macetas de polietileno de 250 g de capacidad (Gonçalves et al. 1997).

Como fertilización de cobertura, aplicar 100 g de N y 100 g de K<sub>2</sub>O, en tres o cuatro aplicaciones, para el número de macetas arriba mencionado. Se sugiere utilizar como fertilizante el sulfato de amonio y el cloruro de potasio, siendo oportuno aplicar el potasio en forma alternada, en una aplicación el N y el potasio en forma conjunta, y en la siguiente solo el nitrógeno (Gonçalves et al. 1997).

La fertilización de cobertura puede ser realizada en intervalos de 7 a 10 días, siendo la primera; 15 a 30 días después de la germinación de las plantas. Para ir aplicando, acompañar el crecimiento y/o aparición de síntomas de amarillamiento en Pinus o enrojecimiento en Eucalyptus (Gonçalves et al. 1997).

Las aplicaciones de cobertura, preferentemente, realizar al final de la tarde o en las primeras horas de la mañana, seguidas de un leve riego, para diluir o remover los residuos de fertilizantes depositados sobre las hojas.

Cuando las plantas están listas para ser plantadas a campo, se sugiere realizar la rustificación,

para disminuir el estrés que sufrirán en el campo. En la rustificación, que dura entre 15 a 30 días, se reduce el riego y se suspende la fertilización de cobertura. Al inicio de la misma, puede realizarse una aplicación de potasio, que ayudará a regular las pérdidas de humedad y favorecerá el engrosamiento de las ramas, factores que a su vez favorecerán la adaptación de las mudas a las condiciones adversas del campo.



## CONTENEDOR DE PLANTAS

Oscar Manuel de Jesús Vera Cabral



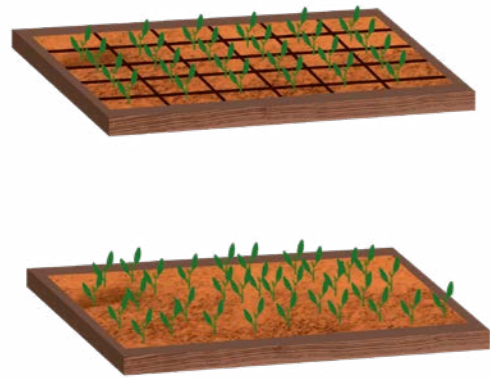


Figura 32. Tipos de bandejas utilizadas como almácigos o germinadores. Arriba bandeja dividida en cavidades, abajo bandeja entera.

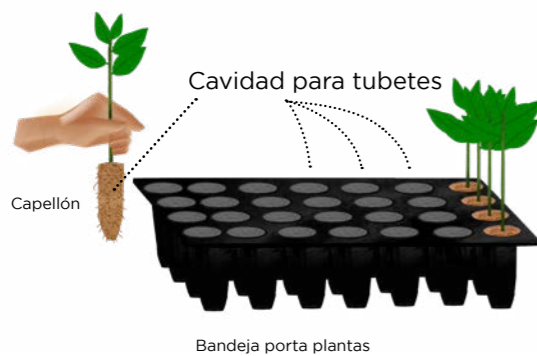
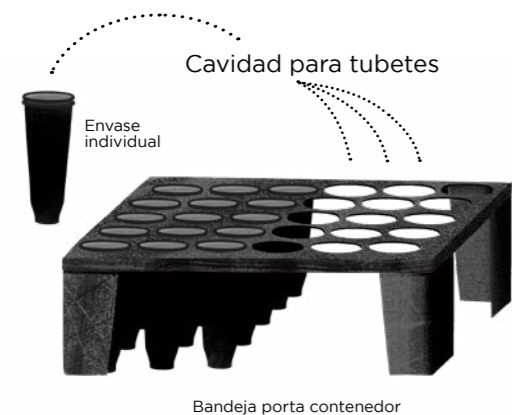


Figura 33. Envases individuales tipo tubetes y la bandeja portatubetes.

El tipo de contenedor de planta a utilizar es un aspecto fundamental que debe considerarse cuando se establecerá un vivero forestal, debido a que en parte define el esquema del proceso de producción; de ello depende el tipo de sustrato, las características de las instalaciones (mesadas, tablonés) y los procedimientos a emplear, el transporte y luego la plantación (LANDIS, 1990). Esta consideración también debe atender al destino de la planta y al objetivo del vivero, como en este caso, que consiste en proveer material para la arborización urbana, por lo que se debe prestar atención a los aspectos biológicos y a las características relacionadas al tiempo de permanencia de la planta en el vivero, que será mayor cuando el flujo de consumo y producción no sean acelerados.

## 1 Clasificación

Existe una gran variedad de recipientes de plantas utilizados en el vivero, de manera general, pueden reconocerse 2 grandes grupos: los germinadores y los envases de cría.

El primer grupo corresponde a los empleados como almácigos. Aquí las plantas sólo permanecen durante la etapa inicial de crecimiento y desarrollo. Pueden ser del tipo bandeja dividida en cavidades o entera. El uso de los tipos de germinadores depende de las semillas a emplear y el método de siembra. Las cavidades hacen más difícil la siembra y el riego, sin embargo, permiten controlar físicamente el ataque de hongos en el almácigo.

El siguiente conjunto corresponde a los recipientes donde las plantas son criadas, en ellos terminan su proceso en el vivero, e inclusive acompañan a las plantas hasta el lugar definitivo de plantación. Existen casos en donde la semilla es colocada para germinar ya en estos recipientes, por cuestiones prácticas (ver siembra directa en el contenedor).

Existen muchos tipos de envases para cría de plantas, estos pueden clasificarse conforme a:

- El material del cual están fabricados: así se cuenta, por ejemplo, con recipientes de barro cocido o crudo, madera o tacuara, plástico PVC, polietileno, papel y cartón.

- Según las veces que pueden utilizarse: existen recipientes que se emplean una sola vez, después de la cual estas se desechan; en contrapartida, otro grupo puede emplearse repetidas veces.
- Según requiera ser retirado de la planta para su plantación: la mayoría de los recipientes deben ser separados, aunque en la actualidad puede hallarse un innovador producto que puede plantarse con la planta, debido a que se degrada en el suelo.
- Su separación: existen contenedores separados individualmente y algunos unidos en bloques o bandejas.

## 2 Especificaciones técnicas de los contenedores

El volumen del recipiente determinará el tamaño que podrá alcanzar la planta en el mismo, el tiempo que tardará para hacerlo y cuál podrá permanecer en el vivero, hasta poder ir al lugar definitivo. La dimensión adecuada del volumen depende de la especie a producir y el tamaño deseado de planta. El volumen está limitado por cuestiones de costo; esto debido a que a mayor dimensión, ocupan más espacio, el vivero produce menos plantas y se utilizan más insumos (ej.: más sustrato, la misma cantidad de agua para igual número de plantas), con lo que se vuelve más costoso el transporte y la plantación.

La profundidad tiene influencia directa sobre el largo del sistema radicular, aspecto fundamental en el anclaje y la absorción de agua y nutrientes. Una raíz larga ofrece a un árbol urbano una mejor posibilidad de anclarse al suelo, de no exponer sus raíces y poder vencer mejor las dificultades de alcanzar capas más profundas para la nutrición. Cuando los contenedores son profundos, el agua de riego puede utilizarse de mejor manera, ya que ella viajará a través del sustrato, haciendo un mayor recorrido impulsada por la gravedad y, además, ofrecerá una porción mayor de sustrato no saturado por el agua residual que se drena hacia afuera del recipiente.

El diámetro del contenedor permite a la planta poder acopiar el agua de riego con mayor eficiencia, esto es más perceptible cuando se producen



Figura 34. Características de los tubetes, relacionados a su tamaño.



Figura 35. Partes de los tubetes.



Figura 36. Algunas formas o siluetas de los contenedores de plantas.

plantas con hojas grandes o copa copiosa, que desviarían cierta porción de este caudal, como es el caso de muchas especies nativas.

La orientación de las raíces, la inhibición de su crecimiento y la poda, constituyen mecanismos reguladores que pueden ofrecer los contenedores, tal es el caso de las estrías internas de algunos envases y los orificios. En el caso de estos últimos, también cumplen la función de regular la pérdida del agua de riego que se infiltró en el sustrato y que no fue aprovechada por la planta.

En cuanto a su forma, los envases han evolucionado a lo largo del tiempo, adoptando siluetas que se ajustan a los tipos de raíces de los árboles a producir y que además permitan la orientación de las mismas durante su crecimiento.

### 3 Los sustratos conforme a los contenedores de plantas







Según los contenedores de planta a utilizar en el vivero, estos deberán llenarse con un determinado tipo de sustrato, cuyas propiedades estén acordes al recipiente.

La plasticidad del sustrato es una característica deseada para el llenado de macetas de polietileno, debido a que sus paredes son flexibles y permitirían que el material se resquebraje por efecto de la manipulación y se separe o suelte las raicillas de la planta. Esta característica es exigida para rellenar los tubos de polietileno, ya que estos no tienen fondo y el sustrato debe tener estructura y cohesión para no escapar de su interior.

En el caso de los tubetes, el sustrato debe permitir que todos sus componentes puedan ser alcanzados por el sistema radicular, hecho que permitirá la formación de un cepellón (bloque conformado por las raíces y el sustrato) relativamente compacto o estructurado.

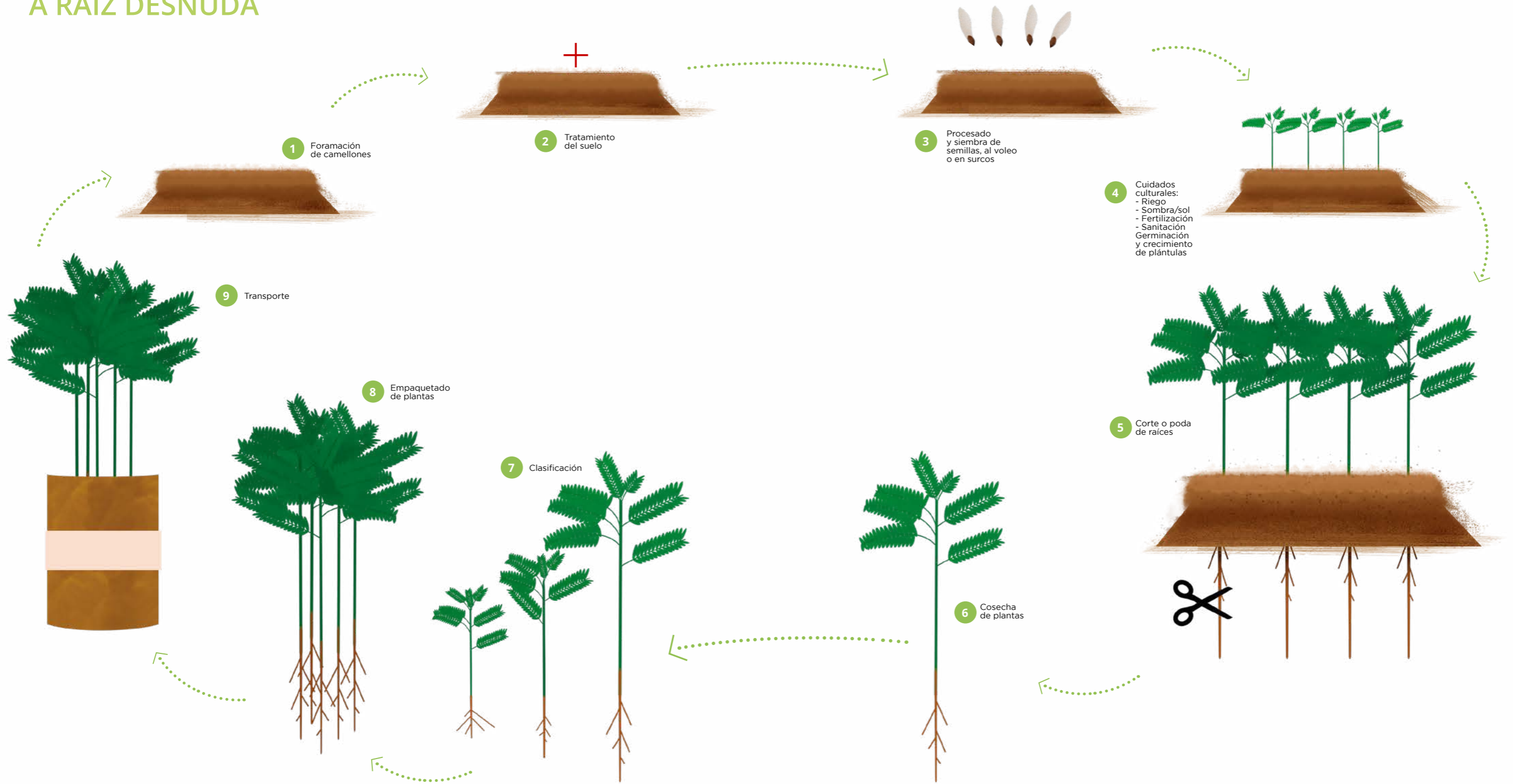
En el siguiente cuadro, se presenta una breve clasificación y descripción de los envases de plantas más empleados en nuestro medio, conforme a sus principales características.

Cuadro 8. Clasificación y descripción de los principales contenedores de plantas empleados en viveros de nuestro medio.

Contenedor o recipiente	Material de fabricación	Utilización	Retiro de la planta para plantar	Separación	Mecanismo de regulación de raíces		Drenaje de agua residual
					Direccionamiento	Poda o inhibición del crecimiento	
 Macetas o bolsas	Polietileno	Única	Si	Individual	No cuenta	No cuenta	No cuenta con este mecanismo. El viverista debe producir perforaciones
 Tubos	Polietileno	Única	Si	Individual	No cuenta	No cuenta	Recipiente sin fondo
 Tubos	Papel	Única	Si	Individual	Porosidad de las paredes, microperforado lateral	Fondo libre que contacta a la raíz con el aire	Recipiente sin fondo y microperforado lateral
 Tubos Paper Pop	Papel	Única	No	Unido en bloques	No cuenta	No cuenta	Recipiente sin fondo
 Tubetes	PVC	Varias veces	Si	Individual	Forma del tubete y las estrías internas en las paredes	Orificio extremo que contacta a la raíz con el aire	Orificio extremo
 Bandejas	PVC	Varias veces	Si	Unido en bloques o bandejas	Forma de la cavidad y las estrías internas en las paredes	Orificio extremo que contacta a la raíz con el aire	Orificio extremo

# PRODUCCIÓN DE PLANTINES A RAÍZ DESNUDA

Oswaldo Iván Herebía León



La producción de plantas a raíz desnuda constituye uno de los sistemas más simples y menos costosos. Consiste en una forma masiva para producir plantas a gran escala y sin mucho requerimiento de instalaciones, máquinas y equipos.

El uso de este sistema de producción está más indicado para climas no tan calurosos, donde el crecimiento de las plantas puede ser menos acelerado, siendo una cuestión clave el tiempo de permanencia de la planta en el vivero, el cual es muy reducido, debido a que casi no se regulan las condiciones del suelo/sustrato y los factores del ambiente, por lo tanto, las plantas ya deben tener un destino asegurado, al cual deberán ser llevadas en el momento oportuno (cuando estas alcancen las medidas morfológicas adecuadas), sin posibilidad de esperar.

Aquí, la calidad de las plantas suele cuestionarse, sin embargo, la gran escala de producción permite una cierta selección, una vez finalizada la preparación en el vivero; por ejemplo, si se cuenta con 10.000 plantas en un tablón de cría, de estas se tendrá la oportunidad de seleccionar de manera acabada cierto porcentaje de ellas, debiendo ser eliminadas como residuo aquellas que no cumplen con el patrón de calidad.

En los viveros urbanos de pequeña escala es muy común observar que un almácigo, que no fue aprovechado para el trasplante, termine convirtiéndose en un tablón de plantas, para producir las bajo este método. Su aplicación para la arborización urbana es reducida cuando la escala de la producción es grande.

El vivero, en este caso, es una unidad muy parecida a un huerto hortícola, pero destinado a la producción de plántulas de árboles, las cuales salen de esta para ir al lugar definitivo de plantación sin el cepellón, y con la raíz libre de sustrato.

## 1 Formación de camellones, tabloneros o platabandas de siembra y cría

Se inicia con el control de la vegetación que cubre el área. La importancia de esto radica en que la posibilidad de competencia con malezas será alta. Para ello, se pueden emplear métodos manuales y químicos con el uso de herbicidas de pre y post emergencia, requiriendo un lapso de

tiempo anticipado antes de la siembra de la semilla de los árboles.

El sitio para la siembra de semillas es formado mediante la labranza y la remoción de suelo para la formación de tabloneros que emergen del nivel a aproximadamente 15 a 20 cm, con ancho máximo recomendado de 1 m y largo conforme el sitio. Cada uno de los tabloneros estará separado por sendas de circulación de entre 40 a 50 cm, muy parecidos a los empleados para la producción de hortalizas.

El suelo de los tabloneros debe mullirse al máximo, sin ser compactado, asegurando las condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo.

## 2 Tratamiento de siembra y cría

Pueden realizarse tratamientos físicos o químicos. El primer grupo, puede incluir el uso de agua caliente o cobertores tipo manta y, el segundo, la aplicación de defensivos, como insecticidas, fungicidas, bactericidas y herbicidas.

Es importante aclarar que el tratamiento del suelo para evitar la aparición de enfermedades de almácigo en este sistema de producción, por lo general, no suele tener mucha efectividad, ya que se trata de un volumen importante de material dispuesto y en contacto con la superficie.

Para ofrecer mejores condiciones de crecimiento se puede apelar al uso de correcciones o enmiendas de suelo empleadas en la agricultura, tales como: la aplicación de fertilizantes de base o correctores de pH.

## 3 Siembra de semillas

Las semillas deben sembrarse después de recibir el correspondiente tratamiento pregerminativo, si fuera necesario. La siembra puede realizarse en surcos o al voleo, aquí es clave la densidad de distribución de las semillas, debido a que las mismas estarán en este sitio desde su germinación hasta culminar su preparación en el vivero. La alta densidad de semillas y, posteriormente plántulas, generará alta competencia desde el inicio, degradando la calidad de las plantas, conforme se prolongue el tiempo de permanencia en el vivero.

Conforme el grano de las semillas sembradas, el riego inicial debe proveerse con gotas de pequeño porte, hasta la emergencia y crecimiento de las plántulas. Se deben usar cobertores en los tabloneros mientras sucede la germinación, estos pueden ser mallas media sombra, hojas de palmas, paja u otros materiales disponibles, que permitan cierta aireación y la recepción del riego.

## 4 Cuidados culturales

El riego debe ser abundante y periódico. La distribución puede realizarse con sistemas de riego simples y manuales o con aquellos bien preparados con aspersores y otros dispositivos, siendo vedado casi el fertirriego. La aplicación de fertilizantes en el suelo puede ser limitada o casi impracticable, por lo tanto, la provisión de fertilizantes recomendada puede ser la del tipo foliar.

El manejo y la provisión de sombra se realizan con medias sombras móviles, aunque en este sistema se acostumbra a exponer completamente a la producción a merced de las condiciones ambientales reinantes, que se encargarán de una acabada selección y muy sólida rusticación.

Las medidas sanitarias se limitan al control de insectos y otras enfermedades fáciles de controlar.

## 5 Poda de raíces

Esta práctica es necesaria en este sistema para regular el crecimiento de las raíces, permitir mantener por más tiempo a la planta en el vivero y facilitar su cosecha. La poda se realiza cortando el montículo de suelo al ras de la tierra, separando la porción de las raíces que han penetrado en el suelo, esto se realiza de forma mecánica.

Este tratamiento constituye una de las principales fuentes de degradación de la calidad de las plantas, debido a que se altera la raíz pivotante y se propicia la entrada de hongos mediante las heridas producidas.

## 6 Cosecha, clasificación empaquetado y transporte

La cosecha consiste en retirar la planta del tablón de cría, esto se debe realizar con pala,

después de humedecer el suelo con riego. Durante la operación se debe evitar producir heridas en las raíces y alterar su constitución.

La clasificación se debe realizar conforme a los patrones descritos con detalle en el ítem "Calidad de plantas", pero con más énfasis en el tamaño (agrupar los equivalentes); desechar los árboles con signos de enfermedad, daños mecánicos, mala formación, tallos doble flecha y con una deficiente relación del tamaño de la parte aérea y el sistema radicular.

Las plantas son agrupadas en paquetes, con cantidades fáciles de manejar y transportar. Las raíces pueden ser cubiertas con alguna cantidad de suelo, paño o papel húmedo. El hidrogel es un producto muy empleado para esta finalidad.

Para el transporte, es necesario considerar la exposición de los paquetes de plantas al sol y al viento, como agentes desecantes y, además, por los daños mecánicos a la parte aérea.



# PRODUCCIÓN DE PLANTINES EN CONTENEDORES

Oswaldo Iván Herebia León

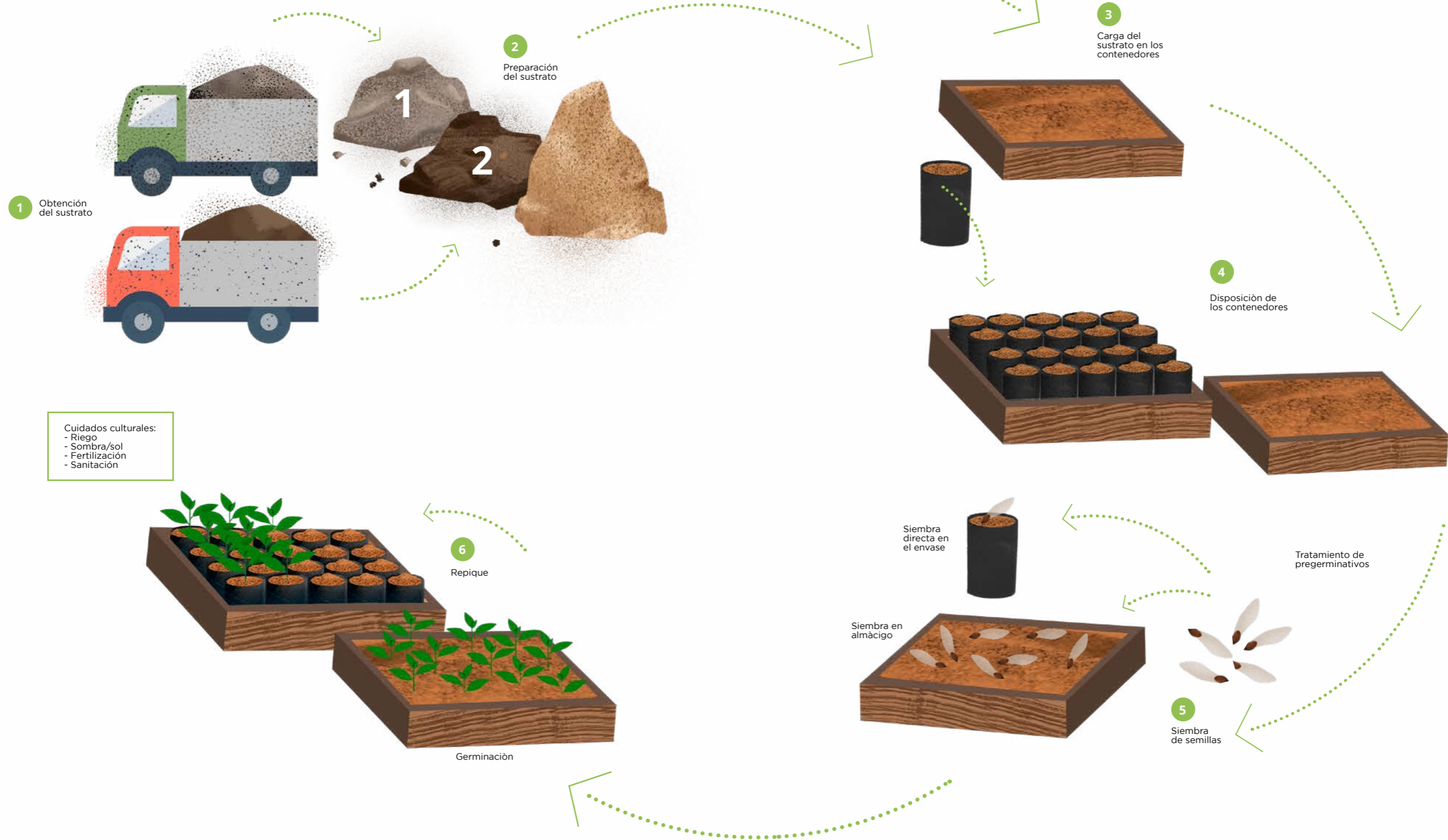






Figura 37. Plantines producidos en macetas

## 1 Plantines en envases tipo macetas

Las macetas de polietileno son los recipientes tradicionales más utilizados en la producción de plantas para arborización urbana, principalmente, en los viveros del AMA. Se considera a las macetas como un recipiente tradicional, debido a la vasta experiencia que ha generado su utilización. Se caracterizan por ofrecer ventajas de bajo costo, accesibilidad para adquirirlas, y el sustrato que se empleará es muy corriente y fácil de preparar, aunque se emplea en gran volumen (comparado a otros recipientes), aspecto que podría encarecer la producción. La principal diferencia en el uso de las macetas de plástico es que el vivero debe estar construido y equipado de manera básica para trabajar con este sistema de producción.

En los viveros de nuestro medio, la mayoría de las especies nativas nacionales son producidas en este tipo de recipiente, incluso luego de no encontrar buenos resultados al probar con los tubetes y otros tipos de envases de volumen pequeño (generalmente diseñados para la producción de plantines de especies de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*, empleados en plantaciones forestales comerciales). Siendo muy necesario el análisis del volumen ideal que deberán tener los tubetes que se deberán utilizar para producir de manera sostenible plantines para arborización urbana.

La calidad de las plantas producidas en macetas ha sido cuestionada en varias circunstancias y estamentos técnicos, debido a la alta posibilidad de que suceda la curvatura o el doblado de la raíz pivotante en el momento del repique y el espirado de todo el sistema radicular; característica que se mantendrá a lo largo de la vida del árbol, influyendo en su anclaje, nutrición y potenciales problemas de mortandad, esta es una cuestión clave a considerar en la Silvicultura Urbana.

### 1.1 Preparación de sustratos para la producción de plantas en macetas

En este flujo de producción se emplean 2 tipos de sustratos, que son: el sustrato para la germinación y el sustrato para la cría o terminación de

la planta. El primero debe ser del tipo "Sustrato inerte" caracterizado por su alto grado de asepsia y su poca carga de nutrientes para evitar la aparición de hongos y bacterias, sabiendo que las semillas ya cuentan con cierta cantidad de nutrientes para su desenvolvimiento inmediato a la germinación.

El sustrato para la crianza de la planta, será aquel depositado en los contenedores, en este caso, se tratará de macetas de plástico.

Estas tareas se realizan en el sector de preparación y carga de sustrato del vivero.

El sustrato que se utilizará en estos recipientes es básicamente suelo, el cual debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Atender las necesidades nutricionales de la planta para crecer y desarrollarse durante su permanencia en el vivero.
- Ser capaz de absorber y mantener el agua de riego.
- No contener agentes patógenos que produzcan enfermedades.
- No debe tener contaminación química.
- Debe tener propiedades, tales como plasticidad y bajo peso.
- Debe estar compuesto por ingredientes de bajo costo, abundantes y disponibles en la zona.
- Es necesario que el sustrato tenga propiedades similares al suelo de donde la planta es oriunda (Ejemplo: especies del Chaco).

Cuando el suelo no cumple con estas condiciones, se procede a emplear una mezcla de ingredientes tratando de enriquecerlo, mejorarlo y lograr que pueda cumplir con los requerimientos mencionados. Como regla general, es importante destacar que no existe una receta universal para el sustrato de las macetas. El viverista debe aplicar una mezcla cuyas proporciones le resulten la más adecuada posible y sean fáciles de preparar. En el siguiente cuadro se presenta una guía de preparación de algunos sustratos de uso común en la región del AMA, conforme a los ingredientes y sus proporciones.

Cuadro 9. Detalles de los ingredientes de algunos sustratos empleados en la región del AMA.

Sustrato	Ingredientes	Proporciones
1	Tierra colorada + estiércol vacuno	3:1
2	Tierra colorada + cascarilla de coco + Estiércol vacuno	3:1:1
3	Tierra colorada + Gallinaza	3:2

\* En la región del AMA, la tierra colorada es aquella adquirida para uso en construcción civil, conocida comercialmente como "tierra o arena gorda".



Figura 38. Disposición y traslado de los componentes del sustrato en el sector de preparación.



Figura 39. Mezcla y zarandeo de los componentes del sustrato.

La preparación sigue el siguiente proceso:

- Paso 1: se procede a seleccionar los ingredientes conforme a sus propiedades y estado. El suelo debe tener una textura adecuada y debe provenir de un sitio cercano, donde el mismo no haya sufrido aún significativas alteraciones no naturales. Para determinar de forma rápida la textura, es posible aplicar la prueba rápida de campo.

En el caso de los componentes biológicos, como el estiércol, la cáscara de frutas o semillas y el compost, estos deben estar bien descompuestos, aspecto que puede ser calificado cuando ya no es posible percibir los materiales originarios (hojas, madera, corteza, otros).

El contenido de humedad de los componentes determinará el peso, regulará el volumen de transporte y el costo. Para el siguiente paso, los materiales deben ser transportados y dispuestos en el sector de preparación de sustrato.

- Paso 2: se procede a tamizar cada componente con la finalidad de separar todos los elementos extraños (rocas, raíces, tallos, restos de residuos urbanos, semillas, otros) de tamaño grosero y, además, destruir la estructura del material que puede estar conformada por grumos o bloques.

Esta actividad se realiza pasando el material por una zaranda, que puede ser una simple malla metálica alimentada de forma manual con pala.

- Paso 3: se procede a la mezcla de los ingredientes, integrándolos conforme a las proporciones correctas, resultando una mezcla lo más homogénea posible. Esta tarea, por lo general, se asocia al tamizado, el cual se realiza al mismo tiempo.

- Paso 4: consiste en el curado o desinfección del sustrato, conforme exista la necesidad, como el caso de la presencia de agentes potencialmente dañinos para las plantas; sin embargo, resulta no apropiado cuando se eliminan organismos benéficos, tales como los hongos y las bacterias que conforman una simbiosis con las raíces.

Los procedimientos para esto pueden ser:

Tratamiento físico: el uso de agua caliente, el calentamiento del sustrato y el corte del flujo de aire tapando el material con algún cobertor durante aproximadamente 15 días.

Tratamiento químico: aplicación de defensivos, tales como insecticidas, fungicidas, bactericidas y herbicidas.

El curado del sustrato también puede estar enfocado a reducir o eliminar semillas de malezas, las cuales germinarían en el recipiente compitiendo con la planta.

Al finalizar la preparación, puede evaluarse nuevamente el sustrato producido, aplicando la prueba recomendada en la figura siguiente.

### 1.2 Tipos de macetas y su acondicionamiento

Las medidas de macetas de polietileno de utilización más común en nuestro medio son: de 8cm×15cm×40micras; de 10cm×15cm×40 micras, y 12 cm×15cm×40 micras. Estas dimensiones son de amplia difusión, debido a que son más económicas para adquirirlas, porque el volumen de sustrato para rellenarlas resulta de bajo costo, el espacio ocupado es menor, el tiempo de permanencia de la planta en el vivero es relativamente prolongado y, además, su manejo para la remoción y traslado son fáciles.

Antes de la carga, se debe verificar que las macetas tengan las perforaciones para el drenaje del agua residual de riego.

### 1.3 Carga de macetas y su disposición en el área de cría de plantas

Las macetas se cargan a mano y constituye una actividad artesanal muy exigente en trabajo y atención. Se presentan algunas consideraciones en esta tarea:

- El llenado de la maceta no debe ser completo, debe sobrar un remanente del borde para recibir y acumular el agua de riego. Este borde sobrante, es muchas veces utilizado para agarrar la planta. En algunos casos, el viverista considera doblar el remanente para aumentar la resistencia y duración.

- Cuando el sustrato es leve, suelto o desgregado, se puede proceder al llenado total de la maceta, previendo la compactación del mismo, después de riegos sucesivos.



Figura 40. Prueba rápida de campo para determinar la textura del suelo y el sustrato a emplear en las macetas.



Figura 41. Carga de macetas en el tablón o platabanda de cría.



Figura 42. Siembra al voleo de semillas en el almácigo. cría.



Figura 43. Siembra al voleo de frutos enteros en el almácigo. cría.



Figura 44. Germinación de semillas sembradas en el almácigo al voleo.

- La carga de la maceta debe tener una compactación adecuada. El exceso puede impedir la infiltración de agua y el crecimiento de las raíces, una compactación insuficiente puede contener bolsas de aire entre el sustrato.

La carga de macetas se puede realizar en el sector de preparación del sustrato, para luego trasladarlas al sector de cría de plantas. Las macetas cargadas se caracterizan por presentar cierta dificultad para manipularlas y transportarlas con facilidad, por lo cual la carga también puede realizarse en el mismo sector de cría, siendo esto, por lo general, más conveniente para evitar el manipuleo excesivo.

#### 1.4 Siembra y germinación de semillas

Esta tarea se realiza en el sector de germinación, cuando se usa el almácigo o directamente en el contenedor localizado en el sector de cría.

El uso de estas técnicas depende básicamente del tipo de semilla, por lo general, el almácigo se emplea para germinar semillas de granulometría muy fina. Es posible realizar la siembra directa en los contenedores cuando se cuenta con las herramientas adecuadas como los distribuidores de semillas, o si las semillas son fáciles de manipular.

El proceso se inicia cuando la semilla está lista para la siembra con o sin tratamiento pregerminativo. De esta manera, las semillas se colocan o disponen en el almácigo sobre el sustrato para su germinación, conforme las siguientes modalidades de siembra:

- **Siembra al voleo:** se esparcen las semillas por toda la superficie del almácigo. Esto es ideal para semillas diminutas como las del *Eucalyptus* spp y semillas aladas como el Lapacho (*Handroanthus* spp.), Cedro (*Cedrela* spp.), Jacarandá (*Jacaranda* sp.), Petereby (*Cordia* spp.), Incienso (*Myrcarpus* sp.), etc. Luego, las semillas son cubiertas con una capa delgada de arena lavada. La arena es ideal porque es liviana, no se compacta, retiene la humedad en combinación con el sustrato del almácigo, da calor a las semillas y facilita la emergencia de las mismas sin ofrecer resistencia.

- **Siembra en surcos:** para esto, se trazan surcos transversales separados aproximadamente

por unos 10 cm entre surcos y con profundidad de entre 1 a 5 cm, dependiendo del tamaño de la semilla a sembrar. Este tipo de siembra es especial para semillas maleables o de fácil manejo, tales como el Kurupa'y kuru (*Anadenanthera colubrina*), Kupa'y (*Copaifera langsdorfii*), el Yvyra Pytä (*Peltophorum dubium*), etc. También se pueden sembrar de esta manera las semillas aladas de las especies mencionadas en el punto anterior.

El tiempo de germinación de las semillas y emergencia de las plántulas es variable debido a muchos factores: la especie, la semilla, el trato para romper la latencia, los factores ambientales, los agentes bióticos que puedan regular, entre otros. En la siguiente figura, puede observarse la emergencia de semillas en el almácigo.



Figura 45. Germinación de semillas sembradas en el almácigo en surcos.

#### 1.5 Trasplante de plántulas a las macetas

El traslado de las plántulas desde el almácigo hasta el contenedor, denominado "repique", se realiza cuando la plántula tiene 2 a 3 hojas verdaderas, y una vez perdidos los cotiledones. El tiempo depende de la especie y los factores que regulan este proceso.

La actividad inicia con la separación de la plántula del almácigo, aquí no deben producirse daños mecánicos a las raíces principales. Estas deben mantenerse en condiciones adecuadas de hidratación, para lo cual son colocadas en un recipiente con agua mientras son trasladadas al área de repique y clavadas en el sustrato del contenedor.

El sustrato en el contenedor debe ser perforado en el mismo centro, con ayuda de un punzón fabricado con forma. El diámetro debe ser suficiente para ingresar al pozo la raíz, y la profundidad debe ser superior al largo de la raíz primaria. La plántula debe colocarse con el cuidado de no doblar la raíz y tampoco enterrar el cuello (línea divisoria entre el tallo y la raíz de la planta). El repique concluye con una presión adecuada del sustrato del entorno de la plántula.

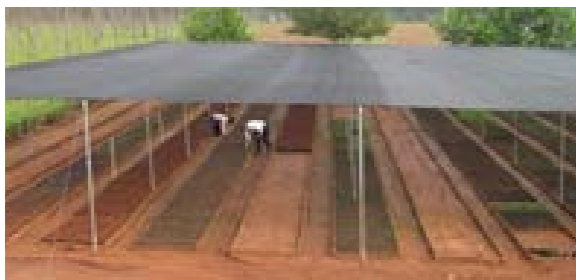
Posterior al repique los cuidados inmediatos son el riego y la cobertura con malla media sombra. La primera actividad debe ser realizada mediante el rociado de agua con gotas muy finas, y



Figura 46. Germinación y emergencia de plántulas en el almácigo.



Figura 47. Germinación y emergencia de plántulas sembradas directamente en los contenedores.



**Figura 48.** Trabajos de repique en el sector de cría de plantas. Los contenedores se encuentran dispuestos en los tablonés de cría y estos a la vez cubiertos por media sombra.



**Figura 49.** Rociado de agua a plántulas recién repicadas en los contenedores.

por su parte, la protección buscará la posibilidad de evitar la desecación del sustrato y la planta.

El repique es recomendable realizar a partir de la media tarde, en días nublados o después de una buena lluvia, para lograr el buen prendimiento de las plántulas y evitar pérdidas.

Las plantas repicadas deben estar bajo la protección de la media sombra, conforme el requerimiento.

### 1.6 Cría y cuidados culturales

En el sector de cría, las plantas deben recibir exclusivamente sombra y riego en cantidades conforme a la temperatura de la época, hasta que las mismas enraícen o prendan.

Sigue, opcionalmente, la adición de un fertilizante rico en fósforo por 2 a 3 semanas aproximadamente. Posterior a esto, se debe aplicar una fórmula completa de fertilización conforme el tipo y las propiedades del sustrato.

La aplicación de abono foliar puede realizarse 1 a 2 veces a la semana, para proveer los nutrientes necesarios (Macro y micronutrientes). Esta aplicación se realiza mediante pulverización. Esta actividad se debe realizar en las horas de menos calor (al amanecer o a la tardecita). En caso de apurar el crecimiento, las aplicaciones pueden ser diarias, pero con el debido cuidado de no intoxicar a las plantas, por lo cual, luego de la fertilización se debe regar abundantemente para eliminar las sales de los fertilizantes de las hojas.

La protección debe atender de forma preventiva la aparición de plagas y enfermedades. El monitoreo debe ser diario, el cual debe buscar y detectar de forma temprana la presencia de insectos dañinos para las plantas (orugas, chinches, pulgones, moscas, hormigas y otros). Para el control de estas plagas se utilizan diferentes insecticidas, que pueden ser de contacto (cipermetrina, fipronil) o sistémico (imidacloprid). La fumigación de las plantas con insecticida puede realizarse cada semana o cuando se detecte la presencia de alguna plaga.

Cuando hay mucha humedad y calor puede ocurrir la aparición de hongos en las plantas,

los cuales pueden causar la muerte masiva de las mismas, si no se controla. Para el control de hongos se utilizan diferentes tipos de funguicidas (principios activos y denominaciones comerciales).

El control de malezas en los contenedores, los camineros y otros espacios debe ser permanente. Conforme a la localización y la intensidad de aparición, se puede optar por el control mecánico, el manual y el químico.

Cada cierto tiempo, las plantas deben removerse de su sitio en el tablón de cría para:

- Evitar el traspaso de las raíces que emergen del recipiente al suelo, en el caso de que la platabanda no tenga sistema de aislamiento.
- Girar la planta sobre su propio eje para evitar deformaciones de la parte aérea y la raíz.
- Clasificar las plantas conforme su tamaño, estado sanitario, otros.
- Retirar los contenedores en los cuales no han prendido las plántulas.
- Aumentar, si es requerida, la separación entre plantas.
- Reordenar las plantas para seguir el proceso de crecimiento.

La oportunidad y periodicidad de la remoción de plantas en los tablonés del sector de cría, depende del crecimiento de las plantas y el tiempo de permanencia de ellas. Es muy importante la reducción de la cantidad de remociones y consiguiente manipuleo de plantas, debido a que es una actividad muy trabajosa.

### Rustificación de las plantas

- 1.7** El proceso de rustificación puede realizarse en el propio sector de cría de plantas, dependiendo de las instalaciones del vivero (media sombra y riego), sin embargo, también pueden trasladarse las plantas a una zona especializada para esto (ver tópico específico de Rustificación o endurecimiento de plantas).



**Figura 50.** Sector de cría de plantas en proceso de prendimiento y crecimiento.



**Figura 51.** Remoción de plantas en el tablón o platabanda de cría.



Figura 52. Sector de rustificación de plantas, donde estas reciben las condiciones naturales del medio como una forma de adaptación.



## 1.8 Empaquetado y transporte

La preparación de las plantas para su empaquetado se realiza regando hasta que el sustrato se encuentre hidratado, hasta su capacidad de campo. Le debe seguir una remoción para clasificarlas conforme a tamaño y calidad.

Los plantines producidos en macetas, por lo general, deben transportarse de forma erguida a fin de poder recibir riego durante el transporte, y para esto se embalan en cajas de madera o plástico. Para apilar las cajas de plantines, estas deben tener la profundidad necesaria para cubrir la parte aérea y, además, protegerlas del viento.

El traslado de las macetas con plantas a granel (sin cajas), ofrece una reducción del costo de transporte, pero ocasiona muchas pérdidas de plantas por muerte o daños mecánicos, además de requerir mucha manipulación de ellas en la carga, descarga y traslado al lugar definitivo.

En el caso de tener que transportar las plantas de forma horizontal y expuestas al viento, el follaje debe disponerse en posición contraria a este.

## 2 Plantines en envases tipo Tubetes

Los tubetes son los contenedores más empleados después de las macetas en nuestro país, aunque no están muy difundidos para la producción de especies nativas. Los tubetes fueron introducidos como un mecanismo para hacer frente al problema de curvatura, doblado y espiralado de las raíces (mediante la forma o la silueta del recipiente y las estrías interiores), y además, ofrecer un mecanismo de regulación del crecimiento radicular para evitar la emergencia de las raíces del recipiente (mediante el orificio inferior).

Cuando el sistema de producción de plantas emplea tubetes, el nivel de inversión del vivero es más alto y exigente. Empezando con los recipientes de PVC, estos tienen mayor costo y más limitada la accesibilidad. Todas sus instalaciones deben estar acordes a este recipiente, las mesas deben considerar sus dimensiones, el sustrato debe ser diferente al utilizado en las macetas

(ingredientes y componentes diferentes), entre otros.

## 2.1 Preparación de sustratos para producción de plantines en tubetes

En este sistema de producción, también se emplea el sustrato para germinación y el sustrato para la cría o terminación de la planta (ver descripción en el tópico 1.1), aunque de forma general, en los tubetes se procede a la siembra directa en el contenedor, sin pasar por el almácigo y sin realizar repique. La elaboración de este material se realiza en el sector de preparación y carga de sustrato del vivero.

El sustrato que se utilizará en estos recipientes es una mezcla especial o mix de varios ingredientes, la cual debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Soporte físico de la planta.
- Atender las necesidades nutricionales de la planta para crecer y desarrollarse durante su permanencia en el vivero.
- Ser capaz de absorber y mantener el agua de riego, incluso más que el sustrato utilizado en las macetas.
- No contener agentes patógenos que produzcan enfermedades.
- No debe tener contaminación química.
- Tener buena relación volumen y peso (densidad) para la correcta aireación.
- Debe ser capaz de ser integrado por el sistema radicular, formando un cepellón sólido que permita el retiro del contenedor, para su expedición al lugar definitivo.
- Debe tener propiedades, tales como estructura y bajo peso.
- Su estructura y grano deben evitar el desagote del sustrato por el orificio inferior del recipiente.

No existe una receta universal para el sustrato de los tubetes, esta debe ser elaborada, por lo general, por el viverista, conforme a los ingredientes disponibles y más accesibles, mezclándolos en proporciones que le otorguen las mejores propiedades posibles. Los ingredientes se clasifican en 2 grupos, conforme intervengan o no en la nutrición de la planta, así tenemos los:



Figura 53. Proceso de empaquetado y acondicionamiento de las plantas para su expedición.



Figura 54. Plantines producidos en tubetes. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal.



Figura 55. Estrías internas, orificios inferiores y silueta de un tubete. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal.



Figura 56. Cepellón de un plantín producido en tubete con sustrato comercial. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal.

- Componentes químicamente inertes, son aquellos que actúan únicamente como soporte de la planta, dando volumen al sustrato. Se tiene, por ejemplo: perlita, leca, lana de vidrio e ingredientes de origen biológico, inorgánicos (carbón, cáscara de frutas y cereales carbonizados) y otros.

- Componentes químicamente activos, son aquellos que intervienen, además, en procesos de adsorción y fijación de nutrientes. Como la corteza de árboles, vermiculita, turba, compost, fibra de coco, cáscara de cereales (arroz).

La base para la elaboración es utilizar aproximadamente el 75 % de componentes químicamente activos y el 25 % de componentes químicamente inertes, por supuesto, esto variará conforme a las propiedades de los ingredientes.

La preparación se puede resumir en los siguientes pasos:

**Paso 1:** se seleccionan los ingredientes. En el caso de los componentes biológicos que serán químicamente activos, estos deben estar bien descompuestos o compostados. El contenido de humedad de los componentes determinará el peso, regulará el volumen de transporte y el costo. Para el siguiente paso, los materiales deben ser transportados y dispuestos en el sector de preparación de sustrato.

- **Paso 2:** los ingredientes, conforme a su origen, puede curarse o tratarse mediante procesos físicos o químicos, principalmente, aquellos de origen biológico.

- **Paso 3:** se procede a tamizar los componentes que lo requieran, principalmente los de origen natural que no están preprocesados.

- **Paso 4:** se procede a la mezcla de los ingredientes, integrándolos conforme a las proporciones correctas, resultando una mezcla lo más homogénea posible. El zarandeo y el tamizado pueden realizarse de forma manual, sin embargo, hoy en día se cuenta con muchos equipamientos para estas operaciones, que pueden facilitar todos los pasos.

La tendencia en la actualidad es la utilización de sustratos comerciales, que permiten trabajar con un material estándar de buena calidad, sin complicaciones relacionadas a la preparación.

## 2.2 Preparación de tubetes y carga de tubetes

Los tubetes son recipientes reutilizables; debido a esto, en los viveros que los utilizan proceden a lavarlos antes de repetir su uso. Los tubetes independientes se colocan en un portatubetes donde forman bloques de varias unidades, así como las bandejas de cavidades. Ambos tipos de bloques pueden ser cargados de forma manual, con pala y un repaso con las manos, para asegurar el llenado, revisar la compactación adecuada, redistribuir y retirar el exceso de material. Esta operación puede repetirse una vez que se haya aplicado el primer riego, con el cual se asentaría el sustrato y mostraría la necesidad de relleno. En el caso de tubetes pequeños, esta práctica será más reiterada.

La carga de sustrato en tubetes puede realizarse de manera mecanizada, para esto existen gran cantidad de máquinas y equipos innovadores. Al finalizar la carga, los contenedores llenos localizados en el sector de cría de las plantas ya pueden recibir la siembra o el repique.

## 2.3 Siembra, germinación de semillas y traslado a los contenedores

La siembra de semillas en almácigo sigue básicamente el mismo proceso que aquellas que serán repicadas en macetas (descrito anteriormente), aunque el repique en los tubetes es una tarea más complicada según cuanto menos diámetro tienen los envases. La siembra directa en los tubetes se acostumbra practicar inclusive con semillas de grano muy fino. Para asegurar la colocación de 1 planta por recipiente, se distribuye más de 1 semilla, y cuando estén en condiciones, se procede al raleo, trasladando las plantas sobrantes a otros tubetes que no registraron germinación.

## 2.4 Cría y cuidados culturales

En el sector de cría, las plantas deben recibir exclusivamente sombra y riego en cantidades conforme a la temperatura de la época, hasta que ellas enraícen y prendan. Las plantas en tubetes se caracterizan por ser más livianas



Figura 57. Bandeja portatubetes. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal.



**Figura 58.** Plantines producidas en tubetes, dispuestas en el sector de cría. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal.



y dóciles para manejarlas, principalmente, considerando que las mismas están colocadas en mesadas elevadas, por lo tanto, también la aplicación de sombra puede realizarse moviéndolas bajo diferentes porcentajes de mallas. El riego, por lo general, es aplicado mediante un sistema más eficiente, con un nivel de preparación mayor al empleado cuando se producen en macetas, diferenciándose por una red de distribución y aspersión, con reguladores de caudal, tamaño de gota, entre otros.

Durante las primeras semanas, la fertilización debe proveer básicamente de fósforo, para luego distribuir una fertilización completa con NPK (nitrógeno, fósforo y potasio). La distribución de fertilizantes puede realizarse con medios manuales o automatizados. En el último caso, el vivero puede contar con un sistema combinado de fertirriego, lo que requiere una mejor preparación de las instalaciones (el sistema de preparación o mezcla, distribución, aplicación, drenaje y recuperación, entre otros). Las medidas de protección deben atender de forma preventiva la aparición de plagas y enfermedades, al igual que el control de malezas, aunque estas últimas suelen ser más escasas en los sustratos más elaborados.

Los tubetes cuentan con sistemas de manejo del crecimiento radicular (el orificio inferior del recipiente) y estos deben estar posicionados para tener la circulación de aire necesaria para completar esta tarea. En el caso de las especies que no responden a este mecanismo, es necesaria la aplicación de cobre, para asegurar este requisito. La oportuna y periódica remoción de la posición de la planta en la mesada necesaria, está condicionada por el crecimiento y el tiempo de permanencia de esta en este sector.

La remoción de plantas en tubetes es más sencilla y menos costosa en esfuerzo y tiempo. Tal es así, que se pueden producir plantas de mejor calidad, debido a que es más factible aplicar este tratamiento al:

- Girar la planta sobre su propio eje para evitar deformaciones de la parte aérea por la exposición a la luz o el sol.
- Clasificar las plantas conforme a su tamaño, estado sanitario, otros.
- Retirar los contenedores en los cuales no

han prendido las plántulas.

- Aumentar, si es requerida, la separación entre plantas.
- Reordenar las plantas para seguir el proceso de crecimiento.
- Asegurar que las plantas reciban la misma cantidad de agua de riego, fertilizantes y defensivos, cambiándolas de lugar y/o posición.

## 2.6 Rustificación de las plantas

Este proceso puede realizarse en el propio sector de cría de plantas, dependiendo de las instalaciones del vivero (media sombra y riego), sin embargo, también pueden trasladarse las plantas a una zona especializada para esto. En el caso de los tubetes, estos se caracterizan por ofrecer mayor posibilidad para su desplazamiento (ver tópico específico de Rustificación o endurecimiento de plantas).

## 2.7 Empaquetado y transporte

Para su expedición, las plantas en tubetes suelen ser preparadas con más atención en la etapa de rustificación, esto debido a que es más intenso el control sobre las condiciones del sustrato y, además, porque es más factible aplicar complementos de nutrición para poder alistarlas.

Se realiza una remoción de las plantas para clasificarlas conforme a tamaño y calidad, seguido y acompañado por el riego. El riego es la medida inicial del proceso de empaquetado, esto para proceder a retirar el contenedor de la planta, dejando el cepellón al descubierto. La separación se logra aplicando golpes a las paredes laterales del tubete o presionando el sustrato desde el orificio inferior. Por las características de firmeza, es factible transportar la planta hasta el lugar definitivo con su cepellón libre. Para reducir el riesgo de desecado se aplican los hidrogeles, los cuales consisten en polímeros que se superhidratan y permiten la humedad y provisión de agua durante el transporte. Una técnica muy común es empaquetar las plantas envolviendo los cepellones con papel o plástico, formando paquetes de varias plantas, ayudando así al conteo, traslado, riego durante el transporte e incluso facilitando la distribución de las plantas en el lugar de plantación. Las plantas pueden permanecer empaquetadas bajo este método por un lapso suficiente, para llegar adecuadamente a su destino.



**Figura 59.** Plantas producidas en tubetes expuestas al proceso de rustificación. Fotos de CG Emprendimientos, Matriz Forestal.

## PRODUCCIÓN DE PLANTAS MEDIANTE PROPAGACIÓN VEGETATIVA

Alexandre Techy de Almeida Garrett\*  
Fabiana Schmidt Bandeira Peres\*\*



\* Becario del Programa Nacional de Postdoctorado, Programa de Posgraduación en Ciencias Forestales, Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO), Irati, Paraná, Brasil

\*\*Profesor, Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO), Irati, Paraná, Brasil



## 1 Producción mediante propagación vegetativa

La producción vegetativa fue descrita en el capítulo sobre el material reproductivo para los viveros.

Tejidos y Órganos; es una técnica que utiliza las partes de tejidos y órganos de la planta para generar una nueva planta. La primera etapa es la selección de la planta que proveerá los propágulos. La selección se debe basar en características de interés, como por ejemplo: la forma del tronco y la copa, la floración, la ausencia de enfermedades y plagas, y sobre todo, la viabilidad para el uso en la arborización urbana.

Después de la selección, se debe escoger el propágulo más adecuado y más joven posible, ya que existe variación en la juventud conforme las partes de una planta. Lo ideal es retirar s, ya sea partes de las plantas producidas por semillas específicas para este fin o brotaciones de la base del árbol luego, generalmente, presentes después de su corte o apeo (conforme la figura siguiente), sin embargo, este procedimiento puede no estar permitido para algunas especies nativas. Por eso pueden ser tomados o inducidos unos brotes de las ramas después de una poda, o las brotaciones de la parte apical o, además, inducir la brotación con anillado parcial de la base del árbol. Entre estas alternativas, la mejor forma para el éxito de la propagación vegetativa es la colecta de brotaciones de la base, que serán como plantas jóvenes en comparación con los brotes de ramas, ya que por ejemplo: cargan informaciones de una planta adulta, lo que no representa una buena capacidad para la formación y el crecimiento de nuevas raíces y de toda la planta. Por eso el viverista debe buscar alternativas, como la cosecha de brotes de la base o de ramas de árboles que fueron podados, afectados por daños o tormentas, incendios o que, por algún motivo, precisan ser cortados en áreas urbanas, plazas o parques, o en zonas rurales, con las debidas autorizaciones de los órganos administrativos competentes.

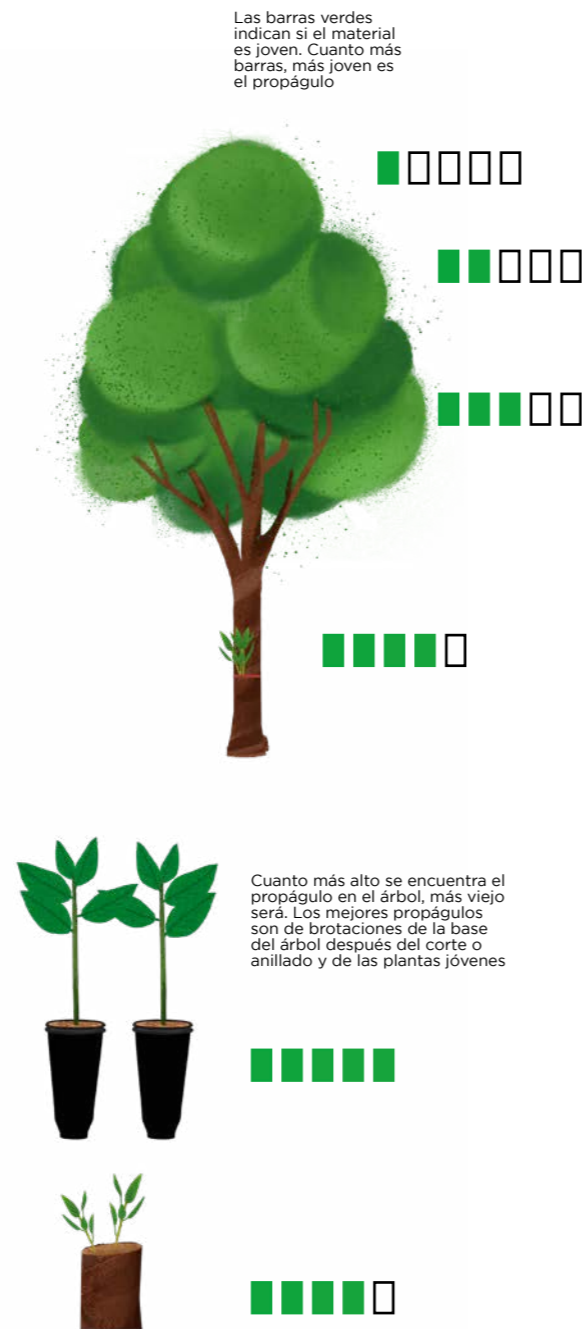


Figura 60. Grado de juventud en diferentes partes de la planta, brotaciones y plantines.

La colecta de brotes de plantas jóvenes o de la base del árbol garantiza mayor facilidad de trabajo y de éxito en la formación de plantines por propagación vegetativa. Ello ocurre porque estos propágulos tienen mayor capacidad de enraizamiento debido a la morfología celular y la fisiología, lo que facilita el desarrollo de tejidos radiculares, formando una nueva planta. La mejor época para la formación y colecta de brotaciones es durante la primavera, cuando la aparición de estos y su vigor, son mayores.

## 2 Macro y micropropagación

La macropropagación es la principal forma de propagación vegetativa de especies arbóreas, principalmente, por su accesibilidad y facilidad de ejecución; esta técnica consiste en obtener propágulos de mayores dimensiones para la producción de plantines, como estacas e injertos producidos a partir de ramas, del caule o tallo, o de brotaciones. Su ventaja es la facilidad de ejecución y la accesibilidad económica, sin embargo, esta técnica puede no ser eficiente para algunas especies.

La micropropagación, en contrapartida, utiliza pequeñas porciones de los tejidos y órganos de las plantas (yemas, embriones o hipocótilos) y es una técnica compleja que depende de mayor inversión en insumos y equipamientos para el montaje de la estructura de laboratorio. La micropropagación es también llamada "cultivo in vitro", por realizarse en condiciones asépticas y controladas en laboratorio. La micropropagación tiene mayor efectividad en las tasas de enraizamiento, hasta para las plantas de enraizamiento muy limitado. Esta técnica también es utilizada para plantas de gran interés, como de importancia histórica y genética o en las que no es posible realizar el anillado o corte para la obtención de brotaciones.

La mayor tasa de enraizamiento en la propagación in vitro es posible debido a las condiciones controladas de un laboratorio, que favorecen la división de las células de los tejidos de las plantas, y además de eso, en la micropropagación, el uso de hormonas y otros compuestos que favorecen el crecimiento y el enraizamiento, son

mejor empleados. En este tipo de propagación vegetativa, el tiempo de producción de plantines puede ser reducido y los propágulos pueden ser mantenidos viables por un largo periodo de tiempo, proveyendo explantes para la formación de nuevas plantas. Por otro lado, puede haber dificultad de aclimatación de los plantines en condiciones externas, siendo esta una desventaja del método.

Las dos técnicas están basadas en la capacidad de desdiferenciación de las células de las plantas, que es la capacidad del tejido vegetal de formar nuevas células que, inicialmente, no tenían una función específica, y que serán entonces direccionadas para la formación de nuevas raíces para la nutrición e hidratación de la planta.

Uno de los principales compuestos que interfieren en la capacidad de enraizamiento es la presencia de hormonas vegetales en la planta y cómo ellas responden a la aplicación de los fitorreguladores, que son la forma sintética de las hormonas de las plantas. Según Hartmann et al. (1997), las plantas pueden ser clasificadas en 3 categorías cuando consideramos el enraizamiento:

- Plantas que en ambientes adecuados son capaces de formar las raíces en función de las hormonas y compuestos presentes en los tejidos de la planta.
- Plantas que cuentan con las hormonas y compuestos responsables en la formación de raíces, excepto la auxina, pero responden bien a la aplicación de fitorreguladores.
- Plantas que presentan pocas hormonas y compuestos responsables por la formación de raíces y que incluso con la aplicación de fitorreguladores, no tienen aumento de su tasa de enraizamiento.

Las principales hormonas que inducen el enraizamiento son la auxina y la citocinina, la primera estimula la formación de raíces y la segunda la formación de células de la planta. Estas pueden ser encontradas en forma de fitorreguladores.

## 3 Estacas e injerto

La forma más accesible y utilizada en cuanto a propagación vegetativa de especies forestales se da por medio de la macropropagación, utilizando

estacas e injertos, que son técnicas de bajo costo y pueden garantizar un buen rendimiento en la producción de plantines. Por lo tanto, estas técnicas exigen cuidado con el riego y el sombreado de las plantas, lo que puede variar de especie en especie.

### 3.1 Estacas

El estaqueo es una técnica que busca el enraizamiento de diferentes partes de una planta, principalmente, ramas, raíces y hojas. Esta técnica ofrece una mayor viabilidad económica para la producción de plantines clonales en escala comercial para muchas especies, sin embargo, algunas especies pueden no responder de la forma deseada, limitando su uso para este tipo de producción.

En el estaqueo, la formación de raíces se da a partir del proceso de división y diferenciación de células, en el cual a través de los tejidos conductores de agua y los nutrientes de la planta y la división de células, serán formadas nuevas células que irán a formar las raíces. La selección de la especie, el tipo de propágulo, las informaciones genéticas y la juventud del propágulo, influenciarán en el éxito o no del proceso de enraizamiento.

Lo ideal para el estaqueo es la obtención de ramas jóvenes del árbol, brotes de la región de la base del tronco de los árboles o de plantines producidos específicamente para proveer los brotes para las estacas, llamadas cepas.

En el estaqueo a partir de ramas de árboles, son colectados los gajos más jóvenes del último ciclo de crecimiento del árbol, con un largo de 10 a 20 cm y que contengan por lo menos dos o más yemas. El diámetro de estas estacas puede ser menor de 1 cm, hasta algunos cm de grosor.

Las estacas pueden ser brotaciones inducidas en la base del árbol por anillado o corte del mismo (tocón), de ramas podadas o de cepas, donde las brotaciones son formadas después de sucesivas podas en una o más plantas. Después de la inducción de las brotaciones, estas son colectadas, preferencialmente, en días frescos y en el período de la mañana, y deben ser mantenidas en agua hasta el momento que serán plantadas en los recipientes de cría de plantas. Este procedimiento es necesario para evitar que la parte colectada de la planta no pierda humedad por deshidratación de sus células y para que no ocurran

alteraciones hormonales que puedan dificultar el enraizamiento. El transporte de los materiales puede ser en caja de isopor (conservadora) u otro tipo de recipiente que pueda ser cerrado. En todas las etapas, los propágulos no pueden ser machucados o manoseados, pues eso promueve el ataque de enfermedades, reduciendo la tasa de sobrevivencia y enraizamiento en el vivero.

Para la colecta de brotaciones de cepas, que son producidas para proveer las brotaciones, son realizadas sucesivas podas, en intervalos de algunos días o semanas, para que ocurra el rebrote y la formación de nuevas brotaciones periódicas, para el proceso de estaqueo. Cada cepa puede proveer varias brotaciones en cosechas sucesivas, garantizando la producción de plantines en mayor escala. Estas cepas, generalmente, son producidas en recipientes en el vivero o estructuras mayores con varias cepas, en sustratos de arena que se conoce como "jardín clonal". Pueden ser utilizados otros sustratos y el manejo de la fertilización es el principal factor para mantener el vigor y la calidad de las brotaciones. Sin embargo, para especies nativas, el rebrote puede ser lento o muy bajo, por lo tanto, en esos casos la alternativa más viable puede ser la colecta de gajos para estaqueo o para injerto.

El proceso de estaqueo en los diferentes sectores del vivero, ya preparados, sigue las siguientes etapas:

- Las brotaciones o estacas son cosechadas del gajo podado (hasta 1 m de largo, pudiendo ser dividido en más partes), del tocón del árbol o de la cepa, con una tijera de podar, que se encuentre limpia, desinfectada con líquido sanitizante, siempre manteniendo los propágulos en agua.

- A continuación, son formadas las estacas: de 3 a 6 cm de largo para estacas de cepas con 1 o 2 pares de hojas, y de 10 a 20 cm para estacas de ramas conteniendo yemas. Las estacas deben ser mantenidas en agua hasta su estaqueo o colocación en el sustrato.

- Antes del estaqueo, generalmente, el limbo de los pares de hojas es cortado por la mitad.

- Cuando es necesario o deseado, es aplicado algún fitorregulador en la base de la estaca.

- Siempre se debe mantener la base de la estaca volteada hacia abajo, es decir, la parte de abajo de la rama o de la estaca debe ser introducida en el sustrato para que ocurra el enraizamiento, ya

que desde la región basal de la estaca es donde emergerán las raíces. Para diferenciar la orientación de los propágulos, es recomendado que se realice un corte diagonal en la parte superior de los propágulos o estacas.

- Las estacas son colocadas, entonces, de manera individual en los recipientes de cría para el enraizamiento. En algunos casos, es posible colocar más de una estaca por envase, lo que demandará una etapa más, la cual consiste en el repique de las plantas enraizadas a otro recipiente.

- Las estacas deben quedar en ambientes controlados (invernaderos) con temperaturas de aproximadamente 25°C y con humedad constante, por un periodo de 20 a 45 días para el enraizamiento; dependiendo esto, por supuesto, de la especie, el tipo de propágulo y la época del año. En esta etapa, es preciso tener el máximo cuidado con la aparición de enfermedades.

- Posterior a esta fase, las estacas enraizadas deben ser colocadas en ambientes abiertos con sombra, manteniendo los cuidados con riego y fertilización.

- La próxima etapa es la rustificación o aclimatación de las plantas en ambiente abierto sin regulación de la sombra y la reducción gradual del riego.

La reducción de las hojas por la mitad es realizada con el objetivo de reducir la pérdida de agua por la transpiración del propágulo. Para el corte de los brotes, estacas y hojas es importante que la tijera de poda u otro utensilio utilizado, sean siempre lavados y desinfectados con sanitizante. Además, el tratamiento de las estacas con fitorreguladores puede aumentar el número de estacas enraizadas, bien como su crecimiento y calidad, contribuyendo para una mayor uniformidad de producción. Los fitorreguladores pueden ser encontrados en formato líquido o polvo. La selección del tipo de fitorregulador depende de la disponibilidad, el costo, la facilidad de trabajo y los resultados de enraizamiento observado por el viverista.

El cuidado con el riego es muy importante después de la producción y la colocación de las estacas en el sustrato; la correcta provisión de agua es muy importante para que las estacas no se deshidraten, pero así también se debe evitar el exceso de agua, ya que puede perjudicar la formación de raíces y favorecer el ataque de enfermedades producidas por hongos y bacterias.

Este equilibrio del riego puede variar para cada especie y debe ser cuidado y registrado con atención por el viverista, para que en los trabajos siguientes, de acuerdo a su experiencia adquirida, se pueda tener una mayor tasa de enraizamiento, sobrevivencia y calidad de las plantas producidas.

En la fase de enraizamiento, la incidencia directa de la luz del sol también debe ser regulada, generalmente, reduciéndola a la mitad. En ese periodo también es precisa mucha atención con las estacas muertas o que fueron atacadas por enfermedades, que obligatoriamente pueden ser retiradas del sector de cría.

Las enfermedades pueden ser controladas con fungicidas o bactericidas caseros para reducir los costos y, principalmente, para evitar posibilidad de contaminación de los trabajadores en áreas urbanas.

El enraizamiento puede ser realizado en diferentes tipos de recipientes y con diferentes tipos de sustratos para el crecimiento de las raíces (ver cuadro siguiente), siempre cuidando la presencia de hongos, insectos y otros contaminantes en el sustrato.

**Cuadro 10.** Tipos de medios para la producción de plantines por estacas.

Hidroponía	Puede ser utilizada cuando se dispone de acceso a esta herramienta; puede facilitar el control de la fertilización, pero depende del sistema de aireación del agua y una mayor inversión.
Arena	La arena precisa de tener granulometría media, para que tenga capacidad de retener el agua sin exceso. La arena puede ser lavada y desinfectada antes de su uso.
Suelo	El suelo también precisa tener características de retención de agua adecuada, sin encharcamiento excesivo, como lo ofrece un suelo de textura arcillosa.
Cascarilla de coco, corteza de Pinus u otro sustrato	Constituyen alternativas para el aprovechamiento de residuos de cultivos, en general, deben ser de fácil acceso y bajo costo.
Otros	Otros materiales disponibles en la región cercana al vivero, por ejemplo, residuos agrícolas o industriales, y domiciliarios, que pueden ser utilizados para el enraizamiento de las plantas, por supuesto, cuidando de que no existan contaminantes y restos que puedan limitar el crecimiento y, además, afectar a los trabajadores.

La posición en el brote de la estaca formada, también tiene influencia en la capacidad de enraizamiento y sobrevivencia. De esa forma, el viverista puede separar las estacas que son del tercio apical de las brotaciones, de aquellas del tercio central y del tercio basal de las brotaciones.

Puede ser interesante producirlas en grupos en el vivero, para evaluar cuál porción de las brotaciones favorece el enraizamiento y la sobrevivencia de los propágulos de cada especie.

El tiempo de enraizamiento es semejante para la mayoría de las especies, ocurriendo esto en cerca de 30 días en promedio, sin embargo, el tiempo necesario de cría para la expedición de los plantines variará y dependerá del tipo y tamaño del recipiente en el cual la planta es producida, además, el tamaño de la planta para su expedición también es un factor que determinará el tiempo de permanencia de la planta en el vivero.

Los cuidados con el riego, la fertilización y la regulación de la sombra hasta la fase de rustificación y expedición de los plantines con las medidas deseadas, es muy importante.

### 3.2 Injerto

El injerto es una técnica que une dos o más partes de otras plantas para dar origen a una única planta. Pueden ser unidas partes de plantas de la misma especie, del mismo género o de familias próximas, siendo que generalmente son utilizadas partes leñosas de los árboles para el injerto, sin embargo, es posible que se usen yemas o la unión de ramas en esta técnica. Existen diferentes métodos de injertos de especies arbóreas, pero en este capítulo será presentado solo aquel que sea más apropiado para la producción de plantines de árboles para la arborización urbana, principalmente, debido a la forma del tronco. Entre otros métodos, el principal utilizado para las especies arbóreas es el "acuchillado".

El injerto es formado por la unión de dos partes, el injerto (epibioto o caballero) y el portainjerto (hipobioto o comúnmente caballo). El caballero dará origen a la parte aérea del árbol, formando las ramas y la copa. Debe poseer algunas yemas durmientes a lo largo de su extensión para que eso suceda. El caballero será unido al caballo, que es un tronco reducido con el sistema de raíces ya formado. Debido a que el portainjerto ya posee raíces, el injerto puede ser una alternativa para especies que no enraízan por el método de estaqueo o que no producen adecuadas brotaciones.

La planta que proveerá la base y las raíces para el injerto, generalmente, es producida con anticipación a partir de semillas. El injerto de la

planta de interés, generalmente, es cosechado de plantas ya desarrolladas, sin embargo, también puede ser obtenido por plantines producidos a partir de semillas, cuando se desea unir una planta con un mejor sistema radicular a una planta con una copa favorable para la arborización urbana, o el uso de portainjertos resistentes a una condición adversa o algún organismo fitopatógeno.

En esta técnica es necesario prestar atención al tamaño del injerto y que la base tenga el mismo tamaño o lo más próximo posible. Por eso, como el material utilizado para el injerto, generalmente, viene de plantas adultas, las plantas que serán utilizadas para recibir el injerto deben ser producidas en recipientes de tamaño mayor, para que el portainjerto tenga un mayor diámetro.



Figura 61. Proceso y partes de la técnica del injerto.

La unión entre el injerto y el portainjerto ocurrirá por la unión de los vasos que conducen agua y nutrientes en la planta. Este aspecto es fundamental para el éxito de esta técnica, pues a partir de la unión de los vasos de conducción de las partes colocadas en contacto, sucederá la formación de callos, que es la división de células responsables de la unión de los vasos y de la cicatrización en el punto de injerto y la unión de ambos componentes, promoviendo el crecimiento y desarrollo de la planta.

El injerto debe realizarse, preferencialmente, de uno a dos meses antes de la aparición de brotaciones de hojas nuevas, es decir, antes de la estación lluviosa o inicio de la primavera, después del invierno, lo que facilita la presencia de hormonas favorables para el injerto.

Para que la unión entre el injerto y el portainjerto ocurra, es necesario que ambas partes sean compatibles, es decir, de una misma especie o de especies próximas. Otro aspecto es el de mantener el tejido de las plantas lo más fresco posible y con buena disponibilidad de agua, con

el objetivo de mantener la capacidad de formación de tejidos de la planta. Para ello, el injerto debe ser siempre mantenido en agua, y ser injertado lo más rápido posible en el portainjerto, después del corte. El portainjerto debe ser preferentemente preparado solo en el momento en el cual recibirá el injerto; el cuidado con la higiene de los materiales de corte también es importante, lavarlos y desinfectarlos con sanitizantes ayuda a evitar los problemas causados por las enfermedades.

El proceso de injerto por "acuchillado" para la producción de plantines, sigue las siguientes etapas:

- El injerto es obtenido de un árbol matriz adulto, generalmente, una rama o de una planta producida por semillas, generalmente, del caule o tallo, con tijera de podar o un alicate para injertos limpio y desinfectado con sanitizantes, y siempre manteniendo los injertos en agua. El tamaño puede ser variable de modo a que el injerto posea dos a cuatro yemas en su extensión y que el diámetro sea compatible con el portainjerto.

- El portainjerto es preparado cortándose la parte aérea de la planta, manteniéndose un tocón con algunos centímetros de altura arriba del sustrato.

- A continuación, son preparados los cortes para la unión del injerto y el portainjerto. Los cortes pueden ser realizados con tijera de podar, navaja o alicate de injerto. El corte en el portainjerto puede ser en forma de cuña (en forma de "V" o "V invertida") o en diagonal, haciendo lo mismo en el injerto para la unión de las partes.

- Después de la formación de los cortes, es realizada la unión del injerto con el portainjerto, procurando para que los planos de corte se toquen de modo a que exista intercambio entre los vasos conductores de las plantas.

- En el injerto se debe siempre mantener la base de la estaca, volteada para abajo, es decir, la parte de abajo de la rama o del caule debe ser unida con el portainjerto, para mantener el flujo correcto de los nutrientes y el agua. Para diferenciar la orientación de los propágulos, es recomendado que se haga un corte en diagonal en la parte superior del injerto.

- Después de la unión correcta del injerto y el portainjerto, debe realizarse la fijación de las partes con cinta de injerto, generalmente, fabricada de plástico.

- Las plantas unidas son entonces mantenidas en un ambiente controlado con sombra del 50%, temperatura de aproximadamente 25°C y con humedad constante. Los injertos quedan en estas condiciones hasta la adherencia, es decir,

cuando aparecen las primeras brotaciones en la planta unida al portainjerto, y cuando es posible el retiro de la cinta para injerto.

- Después de la unión del injerto, las plantas pueden ser colocadas en un ambiente abierto con sombra, manteniendo los cuidados con riego y fertilización.

- La próxima etapa, es la aclimatación de las plantas en un ambiente abierto, sin sombra y la respectiva reducción gradual del riego.

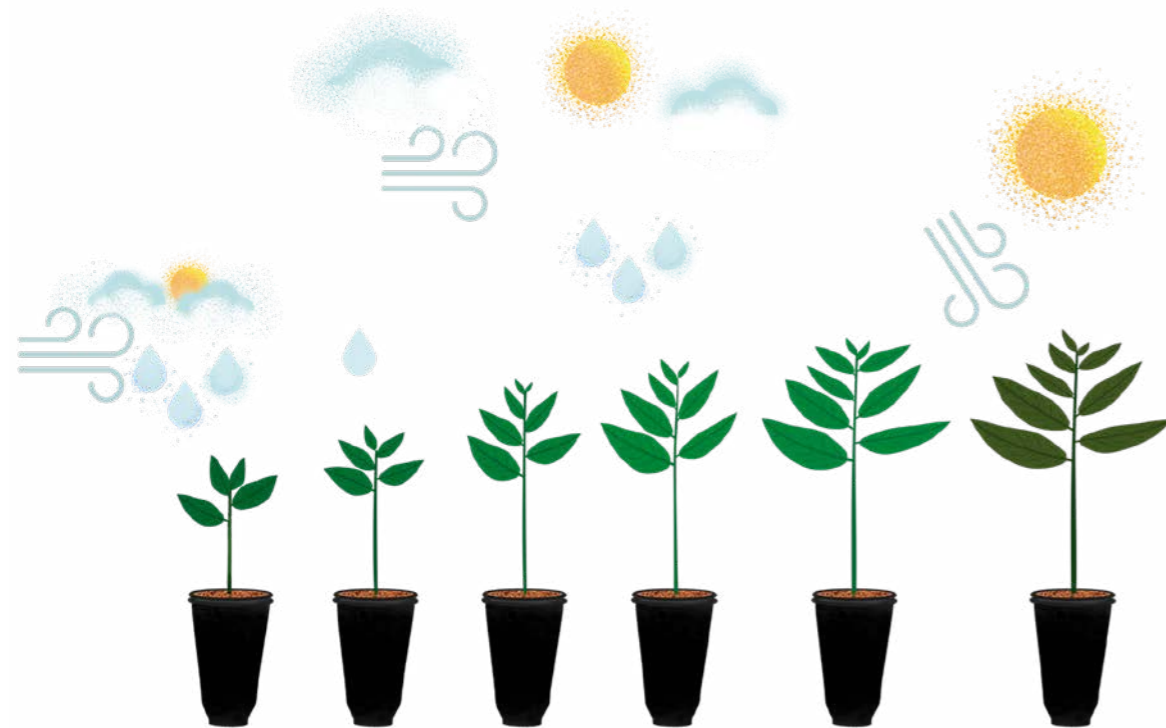
Después de la unión del injerto al portainjerto, la protección recomendada con cintas o láminas de plástico y, si fuera necesario, con cuerdas, es con la finalidad de evitar el resecaimiento y la desunión de las partes. En el área de producción de las plantas, para evitar el desecamiento de las células es importante que se mantenga la humedad y una temperatura fresca, hasta que ocurra la cicatrización, la unión de los tejidos y el inicio de las brotaciones.

Existe, además, otra opción de la técnica, que envuelve un segundo injerto, además del tradicional injerto (caballero) y el portainjerto (caballo). Este segundo injerto es llamado "interinjerto" que será la pieza que hará la unión del injerto y el portainjerto tradicional. Esta técnica puede ser utilizada cuando se observa incompatibilidad entre el caballero y el caballo, de forma a que el interinjerto sea compatible con ambas partes, garantizando la unión y la cicatrización de los puntos de unión de las plantas.

La técnica de injerto depende de la experiencia del viverista, principalmente, para la realización de los cortes en el injerto y los portainjertos, para que exista una unión adecuada de los tejidos de las plantas. Para identificar injertos que han fallado por diversos factores, como incompatibilidad de especie y falta de contacto entre los tejidos conductores, sólo es necesario observar la falta de formación de callos, la muerte del injerto (caballero) o una baja tasa de unión entre las partes de diversas plantas producidas con el mismo material. A pesar de eso, la unión inicialmente puede parecer completa, sin embargo, con el pasar del tiempo esa unión no se mantendrá o soportará el desarrollo de la planta. Este factor puede ser un problema para la arborización urbana, llevando a la muerte o la caída de árboles en la vía pública. Los injertos también pueden ser susceptibles a quiebre causado por el viento, por eso la calidad de las plantas es muy importante, y su utilización siempre debe ser evaluada para ser utilizada en la arborización urbana.

## RUSTIFICACIÓN O ENDURECIMIENTO DE PLANTAS

Oscar Manuel Vera Cabral



### 1 Importancia de la rustificación

Constituye el periodo terminal de la producción del vivero. Las plantas llegan a este punto después de pasar por las anteriores estaciones del proceso, mantenidas bajo un régimen de provisión óptima de agua, nutrientes, cantidad de sol y de sombra, y además, una protección contra el viento, que les produce cierto acostumbramiento (NAVALL, sf). En este paso, las plantas deben ser privadas de estas provisiones para conseguir la capacidad de poder establecerse y

prosperar exitosamente luego de ser plantadas en el lugar definitivo. Por esto también se denomina a este paso como: acondicionamiento, aclimatación o endurecimiento.

### 2 Objetivo de la rustificación

Los objetivos de esta etapa son mejorar las posibilidades de sobrevivencia, el crecimiento y desarrollo después de la plantación. En el caso de los árboles urbanos, esto facilitará el éxito del uso de un plantín, debido a que requerirá poca

atención y menor intensidad de los cuidados inmediatos a la plantación.

En la rustificación se influye sobre la morfología de las plantas (forma, proporción de parte aérea y raíz) y se les provee de capacidad de resistencia al estrés, acostumbrándolas a las condiciones ambientales del lugar donde vivirán y crecerán el resto de sus vidas. Esto se logra mediante la promoción de los mecanismos de resistencia de las plantas ante los factores, como el agua, la luz, la temperatura, los nutrientes y los agentes mecánicos (QUIÑONES, 2015). El proceso se realiza regulando el riego, la exposición a la sombra o al sol y la fertilización, reduciendo o limitando su provisión a niveles extremos (inclusive casi letales). De esta manera, se crea cierta resistencia a las situaciones normales de campo.

La rustificación permite una selección acabada de las plantas que merecerán salir del vivero, debido a que les confiere un aspecto cualitativo casi inexpugnable, principalmente, para las plantas que serán empleadas en arborización urbana.

### 3 ¿Cómo se realiza el proceso de la rustificación?

Este proceso puede durar entre 30 a 40 días, durante los cuales la planta desacelera su crecimiento en altura, refuerza el crecimiento del grosor del tallo y fortalece el sistema radicular. En pocas palabras, se van endureciendo los tejidos, lignificando los tallos y las raíces.

Para rustificar por medio de la regulación del riego, se debe imitar una situación de sequía, activando los mecanismos de resistencia de la planta al déficit hídrico. Se realiza limitando la cantidad del agua, aminorando las repeticiones del riego, para propiciar la desecación del sustrato y la planta hasta cierto punto determinado, para luego regarla hasta su saturación (NUÑEZ, 1993).

El control de esta actividad puede realizarse monitoreando el drenaje del agua residual y el peso del sustrato. Se recomienda realizar un muestreo aleatorio de algunas plantas, midiendo estos aspectos mediante el pesaje. La apariencia del inicio de la marchitez, es un indicador muy fiable para deducir el punto preciso de desecación, aunque cada especie puede verse afectada por diferentes niveles de sequía.

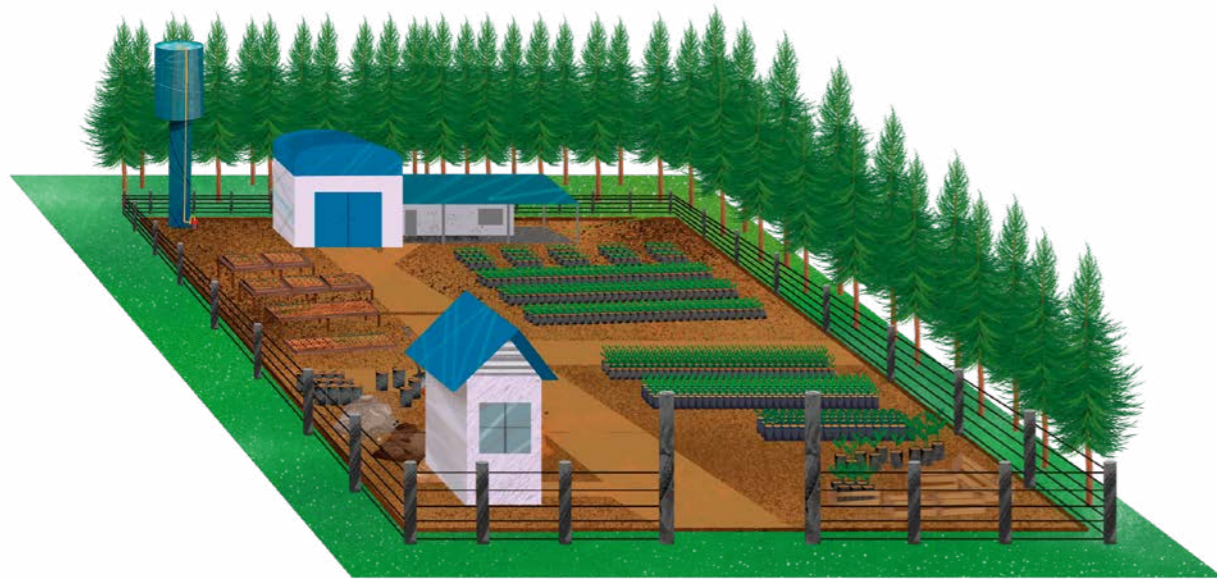
Es importante considerar que la desecación lenta del sustrato ante la pérdida brusca de humedad y los periodos largos de la sequía propiciada, producen mejores efectos para la rustificación, aunque con estos aspectos se puede llegar a límites no tolerables para la resistencia de las plantas. Cuando se realiza este tratamiento, es muy importante la recuperación inmediata de las condiciones de humedad de la planta para evitar daños irreversibles.

La reducción de la fertilización y los cambios en el balance de los nutrientes es otra estrategia para propiciar el proceso de rustificación. Aquí, las recomendaciones son variar la proporción entre nitrógeno (N) y potasio (P), donde se debe reducir la cantidad del primer elemento y aumentar la provisión del segundo. Esta práctica sólo se puede realizar cuando existe la posibilidad de poder manejar la nutrición con toda propiedad en las instalaciones más tecnificadas con fertirriego u otros mecanismos para realizar esta tarea.

La exposición gradual de la planta a la intemperie permite ir sometiéndola a cada vez mayores intensidades de luz solar, hasta que llegue a una exposición plena, propia de las condiciones de campo. Con esta práctica, también se expone a la planta al efecto mecánico y desecante del viento, que también tiene influencia con la humedad disponible.

## ADMINISTRACIÓN DE UN VIVERO

Oscar Manuel Vera Cabral  
Ángel Benítez



\* Becario del Programa Nacional de Postdoctorado, Programa de Posgraduación en Ciencias Forestales, Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO), Irati, Paraná, Brasil

\*\*Profesor, Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO), Irati, Paraná, Brasil

### 1 La gestión administrativa de un vivero forestal urbano

Es el conjunto de acciones y mecanismos que permiten el empleo eficaz y eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros, para alcanzar el objetivo de lograr una eficiente provisión de plantas en calidad y cantidad.

Se basa en principios que incluyen: el orden, la disciplina, la unidad de mando, el fomento y la valoración de la iniciativa de las personas que trabajan en el lugar.

La importancia de la gestión administrativa radica en la conformación de las bases sobre las cuales se realizarán las tareas del grupo de trabajo, el cual es responsable de llegar al cumplimiento de los objetivos.

La gestión administrativa se basa en un proceso que incluye: la planificación de la producción, la organización del vivero y el trabajo; la dirección del funcionamiento y el control de la organización y el trabajo.

Entre las tareas adicionales que, además, incluyen las diferentes fases de este proceso, se podrían mencionar:

La selección, la asignación, y/o la contratación del personal, el cual deberá ser el adecuado y estar acorde a su capacidad, formación y experiencia en las diferentes tareas del vivero. Conforme Nuño (2012), el capital humano es el patrimonio de cabecera y el factor que genera la mayor riqueza en una organización, por lo tanto, para mantener y fortalecerlo en cuanto a la motivación y dedicación, se considera el aspecto de la remuneración.

- La protección y conservación del patrimonio o los activos del vivero y la institución, que implican todas aquellas medidas tomadas para impedir su uso indebido mediante la optimización, racionalización, ahorro y evitar la pérdida o daño causado por mal uso, robo o algún siniestro, como el ataque de plagas, incendio o contaminación.

- Las relaciones públicas que implica el establecimiento de un nexo de comunicación estrecho entre todos los miembros asociados al vivero, el consumidor y la sociedad en general, a fin de que la misma entienda el rol e importancia

de esta unidad. Además de entablar una dinámica comunicacional con otras instituciones que puedan apoyar el trabajo o realizan acciones equivalentes.

- Establecer las secuencias o rutinas de trabajo en el vivero que permitan el flujo eficiente de la gestión, mediante procedimientos estándares en las diferentes tareas del vivero.

- Compra o adquisición de activos fijos destinados a las diferentes actividades del vivero, y adecuados a las especificaciones correctas a fin de poder lograr la mayor eficiencia y rendimiento. Ahorrando, además, en gastos superfluos.

### 2 Pasos del proceso de gestión administrativa en el vivero

La planificación es el primer paso de este proceso. Aquí se sientan las bases de las demás etapas. Para realizar esta actividad, se deben tener objetivos y metas muy claras, sin esto, es casi imposible la planificación.

El encargado sería el responsable de llevar a cabo esta tarea, no sin antes saber, a través de los canales pertinentes de la organización, cuáles serán los objetivos a alcanzar. Por ejemplo, un objetivo puede ser: "proveer todas las plantas para cubrir las necesidades de cierto municipio".

Para que este objetivo sea claro, se debe conocer la cantidad de plantines demandados y las implicancias de poder alcanzar esta producción. Entonces se deberá prever lo siguiente:

- ¿Bajo qué condiciones se realizará el trabajo?: tiempo para la provisión, cantidad total o escalonada de plantas a entregar, qué especies son requeridas, calidad, otros.

- Se deben identificar las tareas necesarias: obtención de semillas, preparación de almácigos, actividades de germinación, repique, cuidados culturales...

- Se debe determinar los insumos y su cantidad: semillas, contenedores, sustrato, fertilizantes, agua, mano de obra, energía eléctrica, combustibles, mallas media sombra.

- Se debe asignar las responsabilidades a los miembros del equipo de trabajo para las diferentes actividades (siembra, germinación, preparación de sustrato, repique, otros).

- Se debe establecer un plan de logros,

conforme a metas intermedias. Ejemplo: entrega de "n" cantidad de plantas cada 90 días.

- Determinar los métodos y procedimientos requeridos para realizar el trabajo, considerando la escala, el tiempo y los insumos disponibles.

- Establecer mecanismos de supervisión periódica por parte de cada responsable de las actividades o los pasos del proceso de producción de plantas, que permitan anticipar acciones ante problemas potenciales (ejemplo: escasez de semillas, bajo poder germinativo, ataque de plagas y enfermedades).

- Se debe actualizar con base en las revisiones o evaluaciones, la planificación de la producción.

La organización del vivero consiste en la coordinación o conjugación del uso de los recursos administrados (recursos humanos, materiales y financieros) con base en un conjunto de reglas y asignaciones de tareas y roles que se deben seguir rigurosamente. Lo anterior, puede involucrar las siguientes actividades:

- La división del trabajo de acuerdo a cada trabajador. Esto a fin de generar líneas de trabajo que hagan más eficiente el flujo de producción de plantas.

- Agrupar tareas conforme el tipo de puesto de trabajo. Ejemplo: los tratamientos pregerminativos de las semillas, pueden estar a cargo del trabajador que las sembrará en el almácigo.

- Estructurar las unidades operativas, que puede ser un trabajador o un grupo de ellos con base en la facilidad de manejo y afinidad del trabajo en cada actividad, o el conjunto de ellas, conforme el sector del vivero.

- Asignar el personal a determinados puestos de trabajo, conforme a su formación, aptitud y capacidad.

- Ajustar las actividades con base en el control permanente de ellas.

La dirección o ejecución, consiste en la materialización de las acciones que inicien e impulsen la consecución de las estrategias que fueron establecidas en la planificación (por ejemplo: ver el caso de un determinado número de plantas a producir).

Tratándose de la administración del trabajo en el vivero, la dirección de la actividad debe realizarse de tal manera que la misma logre un

máximo de eficacia y eficiencia. Esto, por ejemplo, se puede lograr mediante:

- El incentivo para el avance hacia el objetivo (por ejemplo, cuando se logró una cierta cantidad de producción).

- Establecer una comunicación directa, abierta y transparente entre los miembros del equipo de trabajo, considerando al encargado y a los viveristas.

- Desarrollar el potencial de cada miembro del equipo de trabajo.

- Incentivos a la productividad, logro de metas, creatividad, liderazgo.

- Implementar una evaluación constante del proceso de producción de plantas, a fin de tomar nuevas medidas de corrección.

El control es la fase que permite la comprobación del avance o desarrollo de lo planificado u organizado y que está en proceso de realización, todo lo anterior, para medir los progresos hacia el logro de los objetivos. El control permitirá la sustitución de las actividades en el proceso de producción que permitan optimizarlo o mejorarlo, mediante algunas de las siguientes acciones:

- Comparar los resultados con los establecidos en el plan.

- Evaluar los productos en cantidad y calidad.

- Difundir entre los miembros del equipo de trabajo, los mecanismos de medición, los resultados y los alcances.

- Generar y extender las medidas propuestas para implementar las correcciones.

### 3 Planificación de la producción

#### 3.1 Costos de la producción en vivero

Los costos para la instalación y funcionamiento de un vivero, pueden variar en función de varios factores, como por ejemplo: el tipo de plantas, el sistema de producción, las actividades que deben realizarse en la fase de instalación y durante el trabajo.

La utilización de planillas es una de las herramientas más empleadas para el control de costos a lo largo del proceso de producción de plantas en el vivero, considerando el movimiento de recursos conforme la planificación.

## CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DEL VIVERO

Oscar Manuel Vera Cabral  
Hugo Armando Barúa Acosta



### 1 Calidad de las plantas

La gestión sostenible de la arborización urbana es un proceso que incluye pasos fundamentales que no pueden ser flanqueados. Para concretar la plantación de un árbol, se debió pasar por la correcta selección de la especie para un determinado sitio y objetivo, luego se tuvo que preparar con mucha atención el lugar de plantación. Sin embargo, antes de todo esto, se debió cumplir con una tarea obligatoria que suele ser el punto de partida de muchos problemas que nacen y se reflejan a lo largo de la vida y servicio del árbol plantado. Esta actividad consiste en la selección adecuada del material a plantar conforme su calidad. Aquí, la tarea del vivero urbano es fundamental, ya que este es el responsable de la provisión de material con las características cualitativas adecuadas, que se deben totalmente a cómo fueron producidas bajo cierto manejo dentro del mismo (QUIROZ et al., 2009).

Conforme Mexal (2012), la calidad del plántula de una especie forestal es la suma de sus atributos que le permiten sobrevivir después de ser llevado al lugar definitivo, crecer y desarrollarse cumpliendo con la finalidad de su plantación en el menor tiempo posible (LANDIS et al., 1998). Carneiro (1995), adiciona que estos atributos deben permitir, además, la disminución de los costos culturales de mantenimiento, que redundan en menos atención y costo. Entonces, los estándares de calidad de plántulas para la arborización urbana, incluyen criterios muy particulares que deben ser cumplidos por los viveros, y deben ser requeridos por el público plantador y los gestores de este recurso.

### 2 Atributos que determinan la calidad de las plantas producidas en el vivero

Muchos autores coinciden en que los atributos que marcan la calidad de las plantas, se agrupan en: atributos morfológicos (forma externa), atributos fisiológicos (estado nutricional) y atributos químicos (composición química de las plantas). Estos parámetros tienen una estrecha relación e influencia entre sí. Los viveristas deben saber que existe esta relación entre las características externas de la planta con su estado nutricional

y su composición química, para poder incidir en estas propiedades durante el manejo de ellas en la etapa de vivero, sin embargo, la determinación de las 2 últimas, es un tanto compleja.

Como herramienta para determinar la calidad de las plantas en vivero, de manera práctica, puede utilizarse el aspecto externo o la morfología de las plantas. Aquí, es importante contemplar las partes de un plántula producido en envase, la cual se muestra en la siguiente figura.

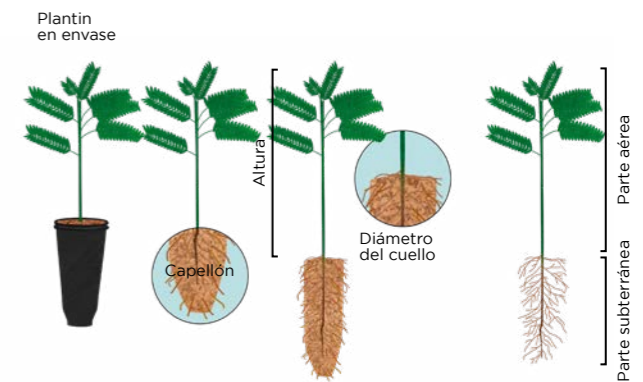


Figura 62. Partes de un plántula producido en vivero.

La altura del plántula y el diámetro de su cuello son indicadores morfológicos muy empleados para medir la calidad, esto se debe a que estas características son indicadoras de la capacidad de supervivencia y crecimiento de la planta luego de su plantación (es preferible un mayor diámetro del cuello y menor altura), debido a que ello se relaciona directamente con la biomasa seca del plántula (parte aérea + parte subterránea) que fluctúa en una planta conforme la edad y el tamaño del contenedor o envase. La determinación de los parámetros morfológicos mencionados, no requiere de procedimientos destructivos, como el caso del peso seco de la biomasa. El diámetro del cuello se mide exactamente en la línea de decoloración que denota la separación entre el tallo y la raíz, y la altura conforme se indica en la figura anterior. Por la importancia de los mencionados atributos morfológicos para

determinar la calidad de un plantín, se recomienda establecer la razón entre la altura (cm) y el diámetro del cuello (mm), denominado "Índice de Esbeltez". El resultado conforme a varios autores indica que los plantines con índice bajo tienden a ser de mejor calidad que aquellos con valores superiores. Como estándar de referencia, Toral (1997) indica que valores entre 5 y 10, corresponden a una mejor calidad de planta, y valores sobre 10, pertenecen a una planta muy alta y de baja calidad. Como ejemplo, se presentan a continuación valores y el correspondiente cálculo de este indicador de la calidad de plantas.

Altura (H) en cm	Diámetro (D) en mm	Relación H/D
10	2	5
15	3	5
20	4	5
70	4	18
80	5	16
90	6	15
100	7	14

Cuadro 11. Ejemplos hipotéticos del cálculo de la relación H/D.

Se recomienda realizar esta determinación en varias etapas del periodo de producción de plantas en el vivero, así de esta manera, poder adoptar medidas oportunas.

El manejo para regular el crecimiento en altura y diámetro del cuello, consiste en la remoción permanente de las plantas en el tablón o mesada de cría, para clasificarlas conforme a tamaño y calidad, con la finalidad de igualar las condiciones de competencia por la luz, además, de espaciar las plantas aumentando su distanciamiento y densidad de ocupación del espacio, a fin de no recibir excesivo crecimiento en altura y mejorar el incremento del tamaño del cuello. Se aplica, además, la poda de la parte aérea para reducir la altura del plantín, tratamiento que podría no ofrecer problemas con las plantas destinadas a la arborización urbana.

El problema de las determinaciones anteriores es que no considera al sistema radicular, aunque este aspecto no tiene mucha importancia

cuando las plantas son producidas en contenedores no tradicionales que cuenten con mecanismos para la regulación del crecimiento de las raíces. En el caso de los envases tradicionales, como las macetas de plástico, estas son muy reconocidas por no poder contener la ocurrencia del espiralamiento de las raíces, cuando la planta ha permanecido mucho tiempo en el vivero. En la siguiente figura se representa este caso, donde existe una pérdida de calidad por deformación del sistema radicular.

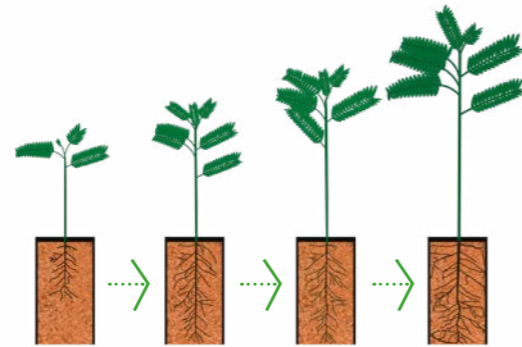


Figura 63. Representación gráfica del proceso de crecimiento de un plantín y la pérdida de calidad por la deformación del sistema radicular en el interior del contenedor.

Es fundamental, tener en cuenta que el desbalance de la parte aérea y la parte subterránea, así como las deformaciones, no son los únicos problemas de calidad de las plantas, se debe considerar, además, aspectos como el volumen de las raíces, el largo, la cantidad, las yemas, entre otros. Aunque no solamente las características de la forma de los plantines determinan su calidad, los atributos fisiológicos y químicos son además gravitantes, aunque la determinación de estos es más compleja a campo. Para que un plantín reúna estos requisitos, el proceso de rusticación o endurecimiento será el encargado de proveer, mediante el proceso que expone a la planta a condiciones de estrés por la luz, el agua y los nutrientes, por lo tanto, una planta de calidad, es aquella que ha superado la fase de rusticación con alta resistencia a los factores de estrés, conservando todos los demás indicadores de calidad.

En nuestro país, es fundamental poder establecer los parámetros para medir la calidad de los plantines conforme a varios aspectos, tales como: la especie, el sistema de producción, el envase, la región, el objetivo y otros. Esta tarea podría ser establecida a partir de las recomendaciones de los viveros del AMA, con base en el monitoreo del desempeño que tienen los plantines después de salir del vivero. En otros países, existen normas técnicas que regulan este aspecto, principalmente.

### 3 Problemas relacionados a la calidad de las plantas producidas en el vivero

Para iniciar el trato de los problemas derivados de la escasa calidad de plantas proveídas desde los viveros, es importante que el lector trate de imaginar cómo sería el crecimiento de una plántula en condiciones naturales. En este sentido, el vivero constituye una forma artificial de aumentar la sobrevivencia de los millares de semillas que un árbol puede producir tan solo en una floración y fructificación. Que luego, también con el mismo carácter, permite la regulación de la calidad de las plantas para ser llevadas en el lugar definitivo, asegurando que estas tengan la capacidad de sobrevivir, crecer y desarrollarse.

En condiciones naturales, sólo unas pocas semillas podrían conseguir germinar, de ellas un reducido número lo hará en un lugar adecuado y, siguiendo con esa línea, muy pocas podrán lograr la calidad dada por los atributos que se consideran en el vivero.

Ante lo anterior, surgen muchos cuestionamientos relacionados a la calidad de las plantas. A continuación, se presentan algunos más comunes en nuestro medio.

- Con ganas de acortar el tiempo de espera para tener un árbol crecido, se busca un plantín (criado en contenedor) del mayor tamaño posible. Es una de las peores creencias que se maneja en nuestro medio, incluso sabiendo que la mayoría de los viveros emplean contenedores muy pequeños para sus plantas. Para ilustrar este problema, hay que recordar la famosa frase que dice: "árbol que creció torcido...", esto incluye a la raíz, incluso a la o las raíces pivotantes,

que deben ser las anclas de un árbol después de que el mismo haya crecido. Si la raíz adquiere una forma y tamaño deficiente, esta nunca más saldrá de esta condición durante la vida del árbol. El espiralado de raíz es el primer problema, y luego, le sigue a este un completo desbalance de la relación entre la raíz y la parte aérea. En muchos casos, para aplicar una medida de urgencia, el viverista procede a realizar la poda de las raíces. El proceso de envejecimiento de la planta en el vivero, es el mismo que se realiza para producir un Bonsái (árbol enano), por lo tanto, utilizar plantas de este tipo para arborización, termina siendo más onerosa en tiempo y esfuerzo, además de ser la fuente de árboles de baja calidad que generan riesgos (posible caída por efecto de los vientos), entre otros.

- Con la creencia de acelerar el crecimiento del árbol que se plantará, se utilizan plantines no rusticados, que tienen grandes posibilidades de morir inmediatamente después de la plantación o que, en caso contrario, al sobrevivir requieren de un extenso tiempo de adaptación a las condiciones del sitio de plantación, mientras sufren alto grado de estrés y la posibilidad de sufrir enfermedades.

- Aplicación de excesivos cuidados inmediatos, postplantación, como por ejemplo, el riego o la provisión de sombra son factores que se deben aplicar de manera racional. Si el plantín está correctamente preparado para las duras condiciones del lugar definitivo (mediante un adecuado proceso de rusticación), el abuso de estos tratos produce problemas de sobrevivencia.



## GESTIÓN DEL TRABAJO EN EL VIVERO

Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari\*  
Jean Alberto Sampietro\*\*



\* Profesora de la Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

\*\* Profesor de la Universidad del Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, Brasil

Los viveros forestales se caracterizan por el alto nivel de empleo de mano de obra. En nuestro país, no se podrá prescindir de la participación del trabajador en estas tareas, debido al trabajo artesanal que requiere la producción de plantas en el vivero destinadas a la arborización urbana, donde principalmente debe primar la calidad, antes que la cantidad. Por lo tanto, el recurso humano constituye el principal motor que mueve esta actividad.

La consideración del aspecto humano durante la fase de diseño y construcción del vivero, así como la adaptación de los que ya se encuentran en funcionamiento, debe basarse en los requerimientos particulares de las personas que trabajarán en las instalaciones.

La gestión de los riesgos laborales es un concepto nuevo en nuestro medio, que tiende a valorizar el trabajo y la integridad de los trabajadores, aunque muchas veces esto no se expresa en las medidas organizacionales y particulares, principalmente, en aquellas instituciones de carácter público.

### 1 Trabajo seguro en viveros forestales

Las actividades en los viveros forestales son diversas y están relacionadas a la producción de plantas, tales como la obtención de semillas, tratamientos pregerminativos, preparación de tabloncillos o platabandas, suelo y sustratos; siembra de semillas en almácigo o en recipientes, riego, aplicación de fertilizantes, carpida manual, evaluación de la calidad de las plantas, control de plagas, y aquellas relacionadas a la conservación y el mantenimiento del vivero (STURION; ANTUNES, 2000; ALTHAUS, 2005; GOMES; PAIVA, 2012).

Todas las actividades ejecutadas en los viveros forestales pueden presentar riesgos a la salud y seguridad de los trabajadores. Los riesgos pueden ser clasificados en: físicos (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes y no; frío, calor, presiones anormales y humedad), químicos (polvo, humo, niebla, gases, vapores y compuestos químicos en general), biológicos (virus, bacterias, protozoarios, hongos, parásitos y bacilos), ergonómicos (esfuerzo físico intenso, levantamiento y

transporte manual de carga, exigencias de posturas inadecuadas, control rígido de productividad, imposición de ritmos excesivos de trabajo, trabajos fuera de turno normal, jornadas extendidas en exceso, monotonía y repetitividad, y otras situaciones causantes de estrés físico o psíquico) y accidentes (disposición física inadecuada, máquinas y equipamientos sin protección, herramientas inadecuadas o defectuosas, iluminación inadecuada, electricidad, propagación de incendios y explosiones, almacenamiento incorrecto de insumos, animales ponzoñosos, y otras situaciones de riesgo que pueden contribuir para la ocurrencia de accidentes laborales) (BRASIL, 1994).

Debido a la gran cantidad de riesgos laborales existentes, la seguridad del trabajo en el vivero forestal se torna un asunto de gran importancia, que no incumbe apenas a los trabajadores, sino a toda la institución propietaria del mismo, de la mano de los encargados y administradores, e inclusive a la sociedad, si estos fuesen empleados públicos. Al final, cuando ocurre un accidente con el trabajador, su padecimiento y sufrimiento, además, afecta a su familia, la cual estará encargada de asumir algunos costos en conjunto con el sistema de previsión social (IIDA; GUIMARÃES, 2016). De esta manera, es fundamental concebir la importancia de los accidentes laborales, entender sus causas y trabajar para evitar su ocurrencia en las actividades realizadas en los viveros forestales.

#### 1.1 Accidente vs. Seguridad laboral

De acuerdo con la Ley N° 5804, que establece el Sistema Nacional de Prevención de Riesgos Laborales, accidente de trabajo es definido como:

“Accidente de trabajo es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psíquica, una invalidez o la muerte”.

Para evitar la ocurrencia de accidentes es importante comprender las causas, luego, puede citarse el modelo epidemiológico de accidentes propuesto por Reason (1995), conocido como “Queso Suizo” (figura siguiente). Este modelo,

atribuye los accidentes a una interconexión entre varios factores que ocurren en diversos niveles de una organización. Estos niveles incluyen ciertas condiciones latentes (estructura organizacional del vivero, prácticas gerenciales e influencias culturales) combinadas adversamente con las condiciones locales del vivero (puesto de trabajo, equipamientos, ruidos y temperatura) y las fallas activas humanas (errores y/o violaciones de los procedimientos recomendados) (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

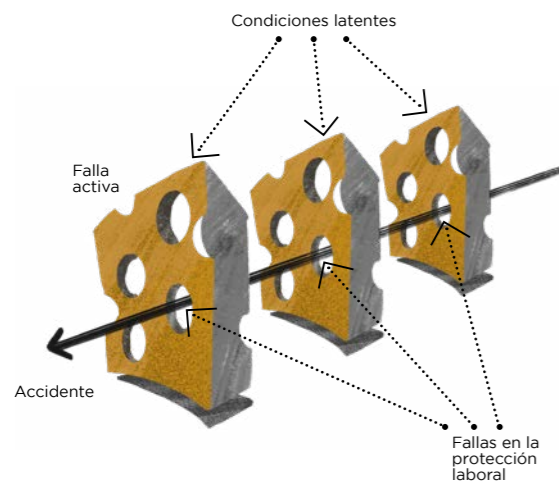


Figura 64. Modelo de causa organizacional de los accidentes. Fuente: Adaptado de Reason (1995).

En el modelo representado en la figura anterior, los bloques son las “fetas” de queso y las fallas son los “agujeros”. Conforme a esto, la seguridad laboral sirve para “barajar” o mover las “fetas” para que no exista camino por los “agujeros”, haciendo alusión de la ocurrencia de los accidentes por esta vía. De esta manera, los gestores o encargados de los viveros forestales deben trabajar en las medidas de seguridad laboral, tanto a nivel organizacional, en el puesto de trabajo y en la formación del trabajador.

En el bloque 1 (primera feta), la organización del trabajo puede generar accidentes llamados fallas latentes. En los viveros forestales, esos

factores pueden ser el proyecto inadecuado de la organización de los sectores del vivero, la planificación y el control de la producción en las diversas actividades a ser ejecutadas en vivero, la realización de actividades de forma manual, mecanizada o automatizada, entre otras. Este tipo de decisiones o intervenciones, muchas veces son tomadas de acuerdo a las condiciones financieras del vivero o la institución de la cual depende jerárquicamente, a fallas en el cronograma de las actividades del proyecto y a las improvisaciones.

Al mencionar el diseño o la planificación del flujo de producción del vivero, en este se debe garantizar el flujo continuo de las actividades, respetando el espacio entre los puestos de trabajo y las medidas corporales de quienes trabajarán en ellos (la antropometría). Un ejemplo de la aplicación de esto, es el correcto dimensionamiento de los tablonos o platabandas y las mesadas.

Las mesadas deberán tener la profundidad dimensionada por el doble del alcance permitido por el brazo de los operarios, para manipular las plantas en contenedores. Para esto, debe ser considerado el brazo más corto de uno de los trabajadores del vivero, con la finalidad de que aquellos con posibilidades de alcance mayor, puedan trabajar cómodamente. Al no respetar esto, los trabajadores cuyas medidas no estén adecuadas a las instalaciones, trabajarían en malas posiciones y podrían sufrir problemas ergonómicos, afectando el confort y la salud e inclusive aumentando la posibilidad de accidentes laborales.

En el bloque 2 (segunda feta), el lugar de trabajo puede presentar condiciones para que ocurran errores o transgresiones a las reglas de trabajo durante las actividades, pudiendo estar relacionadas con la disponibilidad de máquinas y herramientas inadecuadas y mal conservadas, puestos de trabajo mal proyectados, ambientes sucios y ruidosos; posturas de trabajo inadecuadas, manoseo de carga elevada, entre otros. Para esto, es fundamental que exista una correcta organización del trabajo, garantizando la conservación del ambiente limpio, ordenado, aireado y bien conservado. Las máquinas deben estar dotadas de dispositivos de seguridad que bloquean

el acceso a los componentes de transmisión de fuerza, así como los trabajadores no deben burlar el sistema de seguridad de la máquina para aumentar su productividad realizando trabajo con ella.

En el bloque 3 (tercera feta), el trabajador puede ser considerado como la causa del accidente, cuando este presenta condiciones que favorecen la ocurrencia del siniestro, tales como: estrés, fatiga, monotonía, ausencia de entrenamiento o entrenamiento inadecuado, conflicto entre los colegas y encargados. Por lo tanto, existe la necesidad de realizar entrenamiento de los trabajadores del vivero, para la ejecución correcta de las actividades laborales conforme esta fue planificada. Otra técnica de seguridad empleada en las organizaciones de trabajo, es el diálogo diario de seguridad (DDS), en el cual son transmitidas las orientaciones en pocos minutos a los trabajadores, abordando tanto las medidas de seguridad relacionadas a la actividad como también alertando acerca de riesgos específicos durante la referida jornada.

Otra forma de prevención de riesgos laborales, es el uso adecuado de Equipos de Protección Individual (EPI), que son: cascos, sombreros, guantes, piñeras, máscara, anteojos de sol y gafas de protección, protector auricular y otros recomendados por un profesional del área de Salud y Seguridad Laboral. Es sabido que el uso de los EPI puede resultar no confortable para el trabajador, debiendo seguir la jerarquía: medidas de protección colectiva, medidas administrativas u organizacionales y, al último, las medidas de protección individual.

## 2 Consideraciones finales

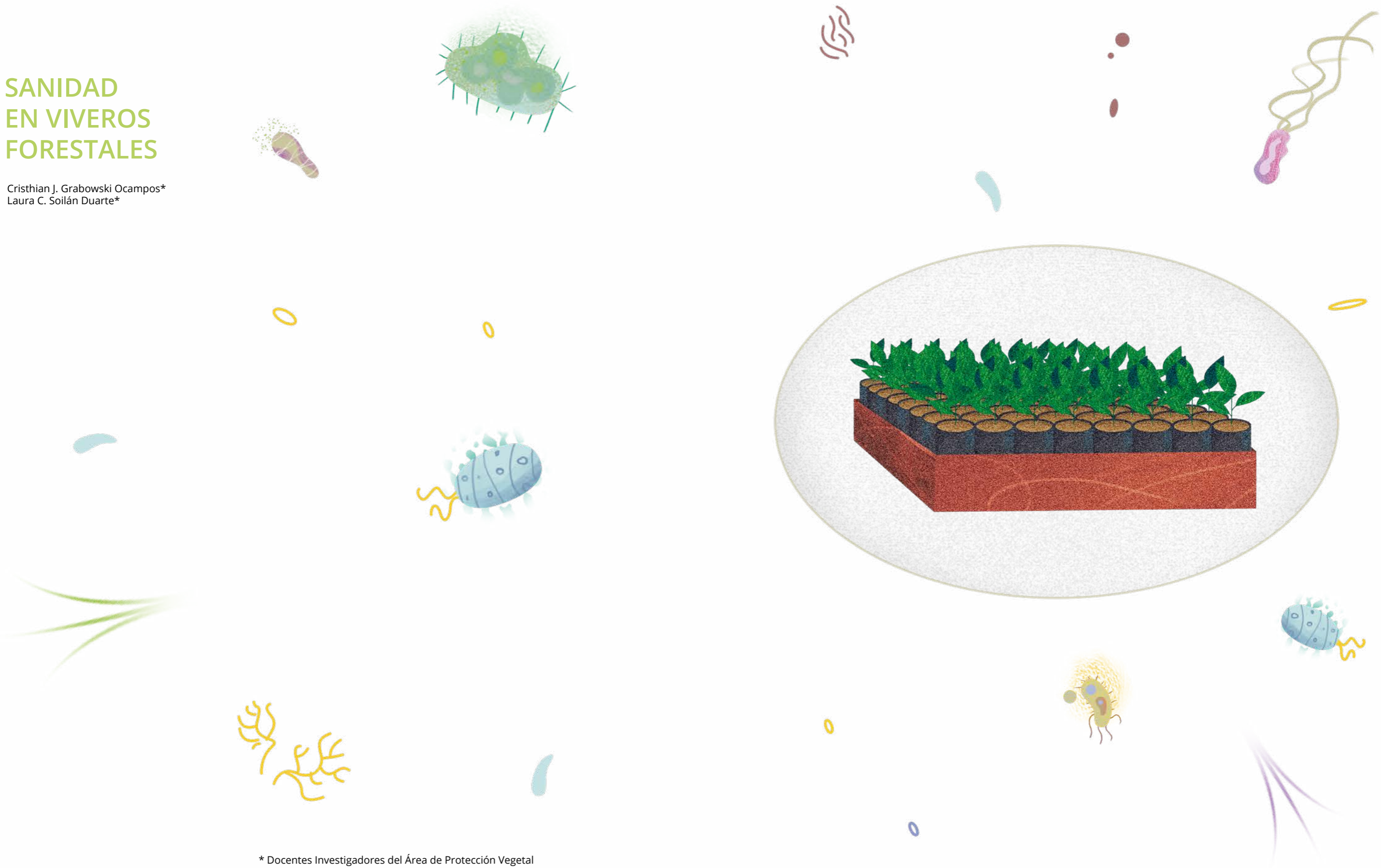
Los accidentes de trabajo en los viveros forestales pueden ocurrir por diversas fallas existentes a nivel de organización, lugar de trabajo y el trabajador. Para que exista garantía de la eliminación de los riesgos de accidentes laborales, se debe planificar un vivero de forma a atender las condiciones de seguridad con un adecuado proyecto, de modo a abordar las cuestiones a nivel de puestos de trabajo y a considerar las características individuales de los trabajadores.



Figura 65. Medida adecuada del ancho de una mesada considerando las medidas corporales de los trabajadores, en este caso más específico, el doble del largo del alcance del brazo.

# SANIDAD EN VIVEROS FORESTALES

Cristhian J. Grabowski Ocampos\*  
Laura C. Soilán Duarte\*



\* Docentes Investigadores del Área de Protección Vegetal  
Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción

Un emprendimiento forestal se establece con el objetivo de restaurar bosques, recuperar áreas degradadas o simplemente para la arborización de áreas urbanas. Por lo tanto, es fundamental asegurar la producción de mudas de buena calidad fisiológica y, sobre todo, sanitaria, que es un principio básico de los viveros forestales. Esta condición permite el cumplimiento de lo planificado en tiempo y forma y garantiza el establecimiento rápido y oportuno de las mudas en el lugar definitivo.

Las especies forestales, al igual que otras plantas cultivadas, presentan problemas fitosanitarios que se agudizan en los viveros de producción, debido a la mayor predisposición durante los cuidados intensivos que reciben las semillas y las plántulas para su acondicionamiento antes de llevarlas al lugar definitivo.

Los problemas pueden estar relacionados a microorganismos patógenos y a condiciones ambientales desfavorables asociadas al tipo de sustrato y/o nutrición no optimizados. La humedad y temperatura, al igual que los factores nutricionales que favorecen la buena germinación, emergencia y crecimiento de las mudas, al mismo tiempo propician el ataque/infección de patógenos que aumentan la intensidad de las enfermedades. Estas enfermedades inciden directamente sobre las semillas y el crecimiento de las plántulas de los viveros forestales.

En síntesis, para que la enfermedad se desarrolle (Figura 66), debe ocurrir interacción de las siguientes condiciones que se ilustran mediante el triángulo de la enfermedad:

- Que el patógeno esté presente y tenga la capacidad de infectar la planta.
- Que el hospedero - especie forestal, sea susceptible o no sea capaz de bloquear la infección o colonización.
- Finalmente, que existan condiciones ambientales predisponentes.

Las condiciones que predisponen el desarrollo de las enfermedades en especies forestales dentro del vivero son:

- Periodos prolongados de alta humedad (>50%) sobre las hojas o en el suelo.
- Alta temperatura (28 - 37 °C) o microclima cálido dentro del vivero.

- Sustrato o suelo con alto contenido de materia orgánica.
- Acidez del suelo.
- Alta densidad de siembra o disposición de plantines dentro del vivero.
- Poca ventilación.
- Exceso de sombra.
- Semillas de baja calidad: enfermas o mal desinfectadas.
- Falta de optimización de fertilizantes minerales y orgánicos.

Los principales agentes patogénicos son hongos, oomicetos y bacterias que, generalmente, están asociados a la calidad del sustrato y del agua, así como a la sanidad previa de las semillas empleadas en el sistema de producción. Estos patógenos, generalmente, causan síntomas que van desde la pudrición de las semillas, la muerte de plántulas y las manchas foliares (Figura 67). El diagnóstico oportuno de las enfermedades mediante el análisis de semillas y el monitoreo de las mudas, es imprescindible para la correcta planificación del manejo.

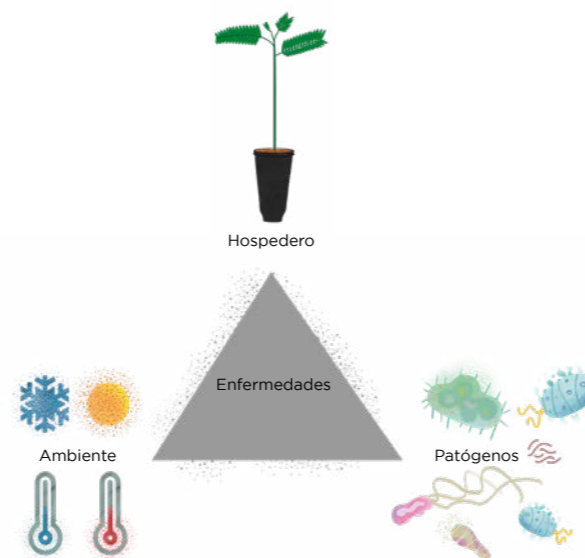


Figura 66. Triángulo de la enfermedad

## 1 Principales enfermedades en viveros forestales



Figura 67. Principales síntomas observados en viveros forestales

### 1.1 Pudrición de semillas y muerte de plántulas

Esta enfermedad es conocida como: mal del almácigo, tumbamiento de mudas o damping off. Se caracteriza por infectar semillas, cotiledones, radículas en preemergencia, y los síntomas más comunes ocurren en postemergencia donde se evidencia la infección de la región basal de la plántula en las primeras etapas de crecimiento, ocasionando el tumbamiento (Figura 68). En esta región basal, una necrosis o pudrición ocasiona el curvado o tumbamiento característico de la plántula y, como consecuencia, la marchitez o secado.

Los patógenos asociados a las semillas dependen de la especie forestal, el manejo previo y los métodos de conservación. La causa principal es debida al complejo de hongos y oomicetos patógenos que se encuentran asociados tanto de manera interna o externa a la semilla, o puede acompañar al sustrato utilizado en la producción de plantines. Entre los principales hongos se citan los géneros: *Fusarium* spp.; *Cylindrocladium* sp.; *Rhizoctonia solani*; *Alternaria* sp.; *Sclerotium rolfsii*; *Colletotrichum* spp.; *Botrytis* sp.; *Macrophomina phaseolina*.



Figura 68. Damping off en postemergencia de plántulas

Asimismo, los principales oomicetos asociados a esta enfermedad son: *Phytophthora spp.*; *Pythium sp.*

Este problema se magnifica con temperaturas que permiten tanto un microclima cálido o uno fresco, debido a la versatilidad de los patógenos asociados. Por ejemplo, de manera general, las infecciones por patógenos fúngicos son favorecidas por temperaturas más elevadas (~27 °C) y las causadas por oomicetos a temperaturas más amenas (~18 °C) y alta humedad relativa (>70 %).

Las bacterias también causan pudriciones de semillas y muerte de plántulas en pre y postemergencia. Su principal forma de sobrevivencia son las semillas, acompañándolas tanto interna como externamente. Existen bacterias patógenas, como *Xanthomonas sp.* y *Pseudomonas sp.*, que son transmitidas por semillas donde se mantienen viables durante el almacenamiento y con la posibilidad de que sean diseminadas a larga distancia. Es considerada la principal forma de que estos patógenos lleguen a las áreas donde originalmente no fueron relatados, causando enfermedades.

La presencia de bacterias puede estar asociada al exceso de riego, lluvias copiosas o, simplemente, la distribución de las mudas dentro del vivero que no permite una buena aireación, ya que estas enfermedades bacterianas o bacteriosis requieren de alta humedad relativa - agua libre sobre la superficie del tejido de las plantas para infectar y producir síntomas típicos.

Para el control de la bacteriosis, a diferencia de las enfermedades causadas por hongos y oomicetos, no se disponen de una variedad de productos fitosanitarios para combatirla. El manejo eficiente de la bacteriosis requiere la integración de medidas que eviten o minimicen el ingreso de estos patógenos al vivero (exclusión), que puede darse por semillas de mala calidad o cualquier otro insumo/material, o eliminar los primeros individuos infectados (erradicación) para evitar que afecte a otras plantas y que como consecuencia origine pérdidas considerables.

Considerando que las semillas forestales son portadores de patógenos, definir la sanidad fitosanitaria mediante análisis de laboratorio - patología de semillas, es crucial para iniciar la

producción de mudas en viveros. La sanidad de semillas permite determinar la incidencia de patógenos y posibilita su caracterización e identificación. Esto garantiza la buena planificación para el manejo de enfermedades, debido a que conociendo los principales problemas sanitarios de la semilla, pueden preverse tratamientos específicos con productos fitosanitarios (fungicidas, biológicos, inductores de resistencia).

## 1.2 Manchas foliares

Esta enfermedad se caracteriza por la destrucción de la parte aérea, principalmente, hojas y cualquier parte en crecimiento de las mudas y, como consecuencia, interfieren en un proceso fisiológico vital para cualquier planta, la fotosíntesis.

Las manchas foliares, en general, son causadas por diversos agentes patogénicos que pueden estar directamente asociados a patógenos transmitidos por semillas. Entre las principales están: hongos, oomicetos y bacterias.

Para que se dé la infección, estos patógenos pueden estar asociados a las semillas que darán origen a las plántulas (inóculo primario) o los propágulos que llegan transportados por el agua y el viento. Los principales perjuicios son: la reducción del crecimiento de las mudas que, como consecuencia, aumentan el tiempo de permanencia en el vivero hasta llevarlas al lugar definitivo; o la muerte de la muda por pérdida total de hojas.

La intensidad está directamente correlacionada con las condiciones de clima cálido y de alta humedad relativa. Las interacciones de alta densidad de plantas en el vivero, la falta de una buena aireación y el riego no optimizado, propician la infección de las hojas. La diseminación es rápida y la aparición de síntomas es exponencial. Los síntomas típicos son el amarillamiento (clorosis), seguido de muerte (necrosis) de las hojas (Figura 69). En las lesiones se desarrollan los propágulos de patógenos (esporas, esporangios) que se diseminan a otras plantas y, con esto, enferman a un gran número de mudas en un corto periodo de tiempo.



Figura 69. Manchas foliares con clorosis y necrosis.

El tratamiento preventivo y curativo mediante la aplicación foliar de productos fitosanitarios es un pilar fundamental en el manejo de las manchas foliares. Consiste en la pulverización periódica con fungicidas protectores y/o curativos. Son indicados los fungicidas protectores o de contacto, como los cúpricos (oxicloruro de cobre) y ditiocarbamatos (Mancozeb) que, además de presentar eficiencia para los hongos, también actúan sobre las bacterias, previniendo la infección. Además, utilizar fungicidas curativos o sistémicos, como benzimidazoles (Carbendazim), triazoles (Tebuconazol), estrobirulinas (Azoxistrobina). Cuando el tratamiento tiene como objetivo a los oomicetos, son indicados productos específicos, como Cimoxanil, Metalaxil y Fosetil.

La aplicación de los productos sistémicos específicos, posibilita retrasar/paralizar la colonización del patógeno o curar las infecciones incipientes que son fundamentales para impedir el aumento exponencial de las plantas enfermas, debido a la rápida diseminación y rápido progreso de las manchas foliares. A pesar de que existen una extensa lista de fungicidas específicos citados para estas enfermedades, son escasos los registrados para especies forestales, por lo que es necesario siempre obtener información a partir de pruebas locales con dosis en función a las especies de plantas tratadas.

## 2 Medidas generales para el manejo de enfermedades en viveros forestales

En todos los sistemas de producción y en especial los intensivos, como los viveros forestales,

se recomienda preparar un programa fitosanitario que permita integrar todas las medidas posibles de control de enfermedades. Además, es fundamental entender que el control de enfermedades en especies forestales en el campo, es inviable económicamente y difícil. Por lo tanto, estas medidas buscan reducir la posibilidad de infección de las plantas en el vivero y, que cuando ocurra, eviten que la enfermedad progrese rápidamente, minimizando pérdidas.

Por lo tanto, las medidas que integren excluir y erradicar el patógeno, proteger y curar las plantas, deben ser consideradas para el éxito en el manejo de enfermedades en vivero. Seguidamente, se describen las principales medidas disponibles e indicadas para el manejo de enfermedades:

### 2.1 Tratamiento de semillas

Las semillas destinadas a la producción de plántulas en el vivero deben estar almacenadas en condiciones óptimas para cada especie, hasta su utilización. Antes de la siembra, es recomendado tratar con fungicidas curasemillas, que mezcla un producto de contacto y sistémico. Con esto, la semilla recubierta con el producto está protegida de los patógenos que la acompañan y los que pueden estar en el sustrato en el momento de la siembra. Después de la emergencia de la plántula/radícula, también el producto es absorbido proporcionando protección los primeros 15 - 30 días iniciales.

Con esta medida se garantiza excluir a los patógenos de las semillas forestales, lo que permite obtener mudas de buena calidad sanitaria. Es una de las medidas más eficientes para manejo del mal del almácigo o damping off. Los productos utilizados deben ser registrados y/o evaluados localmente, para determinar las dosis del producto para las especies de plantas. Es de suma importancia esta adecuación cuando se tratan de semillas de especies forestales nativas, ya que pueden no tolerar algunos productos, causando fitotoxicidad.

Además, existen otras opciones para el tratamiento de las semillas, como la termoterapia, que consiste en la utilización de un binomio de

temperatura y tiempo para eliminar los patógenos que puedan transportar las semillas. La inmersión en agua caliente es una opción y consiste en sumergir las semillas en agua entre 49 - 52 °C, por 15 - 30 minutos. En ambos casos, es importante determinar la temperatura y el tiempo de exposición, para que no perjudique el poder germinativo de las semillas tratadas para las diferentes especies.

## 2.2 Esterilización o desinfestación del sustrato

El sustrato se refiere a cualquier mezcla utilizada para la siembra y germinación de semillas en la producción de mudas. Esta puede estar contaminada con patógenos que se activan en el mismo momento que se dan las condiciones de temperatura y humedad a las semillas para su germinación. En viveros forestales resulta siempre práctica la desinfestación con calor o con productos químicos. La eficiencia del tratamiento por calor (seco o húmedo) es relativa y puede no ser totalmente eficiente, por lo que es indicado combinar el tratamiento de las semillas junto con algún tratamiento del sustrato.

## 2.3 Pulverización de la parte aérea de las mudas

Las aplicaciones foliares son necesarias como estrategia para la protección complementaria, considerando que el tiempo de protección del curasemillas es limitado. Los propágulos de patógenos pueden llegar con insumos y materiales que ingresan en el área de producción de mudas y, sobre todo, con el agua de riego y/o el viento. Por lo tanto, la aplicación de fungicidas protectores y sistémicos evitan una alta intensidad de enfermedades foliares y garantizan la sanidad de las mudas, durante el tiempo de permanencia en el vivero. En todos los casos donde sea necesario utilizar cualquier producto químico, se recomienda determinar el tipo de producto, la dosis y la época de aplicación.

En los casos donde el uso de productos químicos sea limitado, en el mercado existen formulaciones de productos biológicos que son aplicadas sobre las plantas para combatir los

patógenos y, como consecuencia, reducen la intensidad de las enfermedades foliares. También pueden ser aplicados al sustrato o a las semillas para su protección.

Este método es conocido como control biológico de enfermedades, donde los microorganismos benéficos (agentes de control biológico - ACB) mediante mecanismos específicos, reducen los propágulos de patógenos causantes de enfermedades en las plantas y, además, pueden mejorar el crecimiento y desarrollo de las mismas.

Los principales ACB que son objetos de estudio para su formulación en productos comerciales son: *Trichoderma spp.*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas fluorescens* y *Actinomicetos*. Estos tratamientos son bastante específicos, por lo que se indica complementarlos con todas las medidas disponibles.

Los productos químicos, biológicos o extractos vegetales, pueden representar otra herramienta para combatir las enfermedades en viveros. Así, la inducción de resistencia de plantas a patógenos, consiste en aumentar el nivel de resistencia frente al ataque de patógenos por medio de la aplicación foliar de un producto específico (elicitador/inductor) que es capaz de activar los mecanismos de defensa de la planta tratada. Esto propicia la reducción de la intensidad de una determinada enfermedad.

La inducción de resistencia forma parte del manejo integrado de enfermedades en varios cultivos. En especies forestales, se han observado experimentalmente beneficios de los productos químicos y biológicos.

Finalmente, integrar las medidas de control es fundamental para la obtención de mudas de alta calidad sanitaria y silvicultural. Considerar que siempre es menos oneroso prevenir enfermedades (excluir/erradicar) que, en general, están asociadas a las condiciones ambientales específicas de producción y a las especies a las que se dedica el vivero forestal.

Terminología	Concepto
Enfermedad	Mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedero, que resulta de la irritación continua por un agente patógeno o un factor ambiental, y lleva al desarrollo de los síntomas.
Predisposición	Incremento en la susceptibilidad o vulnerabilidad debido a causas externas, que se traduce en una reducción de la resistencia de las plantas a enfermedades.
Sanidad fitosanitaria	Actividad dirigida a proteger los vegetales y sus productos de los daños producidos por las plagas, y de impedir la introducción y extensión de las procedentes de otras áreas geográficas, con el objeto de mantenerlos en niveles de población económicamente aceptables.
Patología de semillas	Es la ciencia que estudia las implicaciones relativas a la asociación de patógenos con la semilla, considerando todas las etapas del sistema de producción y uso de la misma, y teniendo como objetivo principal, el control de los patógenos transmisibles por ella.
Producto fitosanitario	Sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción de (o destruir directamente) insectos, ácaros, hongos, bacterias, malezas y otras formas de vida animal o vegetal, perjudiciales para la salud pública y también para la agricultura.
Fungicidas	Compuestos o productos tóxicos para los hongos.
Inductores de resistencia	Producto o molécula natural o sintética, capaz de activar las respuestas de defensa de la planta.
Propágulos	Parte de un organismo que puede ser diseminada y reproducir al organismo.
Síntomas	Reacciones o alteraciones internas y externas que sufre la planta como resultado de su enfermedad.
Fitotoxicidad	La fitotoxicidad es un efecto perjudicial, nocivo o dañino de una sustancia química, que se puede expresar en distintos órganos en la planta.
Agente de control biológico	Organismos vivos que reducen la población de insectos, plagas y patógenos que afectan a los cultivos o depredación.
Clorosis	Amarillamiento de los tejidos debido a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla.
Necrosis	Muerte prematura de las células de un tejido u órgano.
Termoterapia	Este método consiste en colocar las semillas en contacto con el calor para que los patógenos presentes queden eliminados sin perder la germinación y vigor.
Diagnóstico de enfermedades	La identificación apropiada de las enfermedades y de los agentes causales es muy importante para prevenir el mismo problema en otras plantas.
Curasemillas	Tratamiento de semillas, con productos que permite eliminar los patógenos y prevenir las posibles enfermedades que provengan de la semilla y del suelo.

## TEMAS ESPECIALES

Oscar Manuel Vera Cabral

### 1 Normativa vigente relacionada al funcionamiento y la gestión de los viveros forestales urbanos

Toda normativa que trate de la plantación de árboles tiene una relación directa con los viveros, debido a que estos son las unidades encargadas de la provisión del material para la realización de esta tarea. Sin embargo, los viveros forestales urbanos especializados para la arborización, no poseen ninguna legislación que mencione su existencia o los declare como tal.

Los viveros que han proveído plantas para diferentes finalidades, han sido considerados por mucho tiempo como multifuncionales, ya que aportan, además, las plantas de especies forestales arbóreas para su uso en las áreas urbanas. Por esta razón, es posible la mención de la Ley 422/73 "Ley Forestal" y su Decreto Reglamentario N° 11.681/75, que han propiciado las primeras unidades de viveros y, además, la formación de los profesionales que trabajaron en ellos.

La ley N° 385/94 "Ley de semillas y protección de cultivares" tiene alguna incidencia en el trabajo de los viveros forestales urbanos, sin embargo, en ella no se encuentran de manera directa las especificaciones especializadas para la regulación del uso de las semillas de árboles, para su uso en la arborización.

La ley N° 536/95 "De fomento a la forestación y reforestación", no tiene una incidencia directa sobre el funcionamiento de los viveros forestales urbanos, sin embargo, de las iniciativas impulsadas por esta ley y su decreto reglamentario N° 9425/95, se ha propiciado la diseminación de gran cantidad de experiencias, conocimientos, capacidades y también plantines para la arborización urbana.

La ley N° 4.928/13 de "Protección al Arbolado Urbano", constituye una de las normativas que más directamente se refiere al funcionamiento de los viveros, debido a que esta tiene como uno de sus objetivos el de regular la plantación de los árboles, además, otorgar la plenitud de las potestades a los municipios del país. Por lo tanto, esta autoridad otorgada de manera implícita, destaca que deben instalarse, desarrollarse y gestionarse los viveros municipales para estas tareas.

Según MADES (2019), algunas municipalidades cuentan con alguna normativa relacionada a las actividades de arborización urbana, donde la plantación es una de las medidas propuestas, por lo tanto, la existencia y el funcionamiento de los viveros forestales urbanos se encuentra de forma implícita en esta legislación.

La resolución N° 913/16 "Por la cual se aprueban las normas para la producción y comercialización de semillas y plantines de especies forestales" tiene incidencia sobre los viveros forestales urbanos, ya que aquí se establece un régimen que regula además el funcionamiento de estas unidades, sin discriminarlas de otros tipos de viveros.

### 2 Innovaciones tecnológicas en equipos, instalaciones, herramientas e insumos empleados en el vivero

#### 2.1 Contenedores de plantas

Sin duda los contenedores de plantas han posibilitado a lo largo de la historia del desarrollo de la Silvicultura, la posibilidad de obtener plantas de calidad en el menor tiempo posible y con el menor costo en cuanto a recursos económicos y financieros. La tecnología del uso de los envases fue la que se encargó de la evolución del vivero forestal y también de sus promotores y encargados.

A lo largo de la evolución de los contenedores de plantas, las innovaciones han sorprendido y marcado un antes y un después de la incorporación de las mismas.

Localmente, los recipientes utilizados en el vivero han registrado saltos muy importantes que ayudan de forma fundamental a lograr mejores resultados. Hemos partido de experiencias de probar el uso de plantas a raíz desnuda, pasando por materiales alternativos, como los envases de barro, láminas de madera enrolladas, hasta las macetas de plástico, tecnología que hasta hoy en día ofrece una relativa relación favorable del costo beneficio, pero que ya se encuentra casi obsoleta, si se profundiza en el análisis técnico de la calidad de las plantas (el efecto en el proceso de crecimiento de la raíz) y la economía que envuelve su uso (considerando, por ejemplo: la

cantidad de sustrato, el peso del plantín para su manipuleo, el tamaño y peso del plantín para su transporte, entre otros). La limitación de poder regular el tiempo de permanencia de la planta en el vivero, adiciona un punto en contra del uso de las macetas.

Como un salto tecnológico, se ha presentado hace un par de décadas la utilización de los tubetes de plástico, acontecimiento que exigió cambios en las técnicas de producción, el tipo de sustrato y una reingeniería de las instalaciones del vivero. El uso de tubetes para la producción de plantas para arborización urbana, constituye definitivamente una mejor alternativa técnica ante el uso de macetas, sólo que esto exige nuevos conocimientos para su correcto empleo.

Como principal avance en el campo de los contenedores de plantas, puede presentarse el uso de los envases biodegradables, que pueden ser plantados con el plantín y que en un período adecuado, se degrada una vez enterrado para dejar al cepellón en contacto con el suelo. El uso de esta tecnología ofrece innumerables ventajas, sin embargo, requiere también de un proceso de adecuación en cuanto a los equipamientos y a la capacidad de los trabajadores, no solamente para rellenar el envase, sembrar o repicar semillas, sino que en lo referente a la nutrición propiamente, que exige de conocimientos más avanzados en el campo de la fisiología vegetal.

Los envases biodegradables requieren una mayor inversión para las instalaciones del vivero y, además, quizás más exigencias en cuanto a la composición y propiedades del sustrato a emplear, aunque definitivamente ofrecen ventajas claves que agregan valor a la elección y uso de estas tecnologías, como por ejemplo: la microperforación de las paredes del contenedor que permite el traspaso de las raicillas después del prendimiento, la posibilidad de automatizar la carga del sustrato en el recipiente, entre otras.

#### 2.2 Fertilizantes de liberación controlada

Los fertilizantes de liberación controlada son innovaciones muy interesantes que permiten producir de manera más eficiente las plantas en el vivero. Su característica es que estos van liberando y proveyendo a las plantas los macro y



Figura 70. Contenedores biodegradables.  
Fuente: <https://www.ellepot.com/why-ellepot/>

micronutrientes necesitan, en el momento oportuno y en las cantidades necesarias.

El uso de estas tecnologías requiere un mayor nivel de capacitación del personal que lo empleará, que debe ser proveído por profesionales especializados en el tema.

Los fertilizantes de este tipo han reducido de forma muy interesante las cantidades y volúmenes de fertilizantes químicos convencionales utilizados, los cuales contenían y prodigaban poniendo a disposición en cantidades superiores los nutrientes que la planta necesitaba y que era capaz de aprovechar.

#### 2.3 Viveros de producción de plantones

Para fines de este manual, se estableció la denominación de plantines a aquellas plantas producidas en vivero en contenedores pequeños y que son expedidas en corto periodos de tiempo de producción (entre 90 a 140 días aproximadamente). Los plantines llamados también "Mudas" en algunas regiones con influencia del idioma portugués, constituyen los materiales más difundidos en la plantación de árboles, ya sea para plantaciones forestales con diferentes objetivos y también para la arborización.

El presente manual, por lo tanto, se ha basado preponderantemente en la producción de plantines y también ha tratado de vencer creencias populares referentes al uso de plantines que ya han ultrapasado los niveles críticos de aceptación cualitativa, tal es el caso de las indicaciones y preferencias del público en procurar plantines de mucha altura y mal criados en envases minúsculos, lo cual es un problema de índole cultural que

a su vez es el detonante de muchos problemas clásicos de la arborización urbana, tales como :

- Largos periodos de espera para que la planta consiga el prendimiento en el sitio de plantación.
- Alto costo de producción de la planta en el vivero por: excesivo uso de las instalaciones, agua de riego, espacio físico, gran volumen de sustrato e insumos invertidos por cada planta.
- Riesgo de deterioro de la calidad de la planta por la excesiva lignificación del tallo, espiralado y o estrangulamiento de las raíces.
- Estrés de la planta al estar por periodos prolongados en un sustrato de volumen y capacidad nutricional limitada, situación propicia para al taque de enfermedades o plagas.
- Pérdida de calidad de la planta debido a prácticas culturales para extender el tiempo de permanencia de la misma en el vivero, tales como las podas de copa y raíces.

Ante el uso de los plantines, surge en países con mayor desarrollo tecnológico, la producción de plantas en formato de plantones, que consisten en individuos criados en contenedores de gran volumen, que son expedidos del vivero en un mayor lapso de tiempo (de hasta 2 a 3 años), y que pueden ofrecer parámetros morfológicos de mayor envergadura, tales como: la altura y el diámetro (en cuyo caso, incluso ya puede ser considerado el Diámetro a la Altura del Pecho).

El uso de plantones para la arborización urbana no debe ser confundido con el uso de plantines. Para ello, se da énfasis a que la definición de la calidad de las plantas (plantines y plantones) debe realizarse teniendo en cuenta atributos cuali y cuantitativos diferentes.

La incorporación del sistema de producción de plantones requiere también el estrecho conocimiento de cómo dimensionar el envase del sustrato y el tiempo que cada especie debe o podrá permanecer en el.

La producción de plantones puede realizarse también sin contenedores, es decir, directamente en el suelo. Aquí la limitante del volumen de sustrato no será nunca un problema, sino más bien el tamaño del individuo, el cual muchas veces debe ser retirado del suelo del vivero acompañado de un cepellón con volumen o tamaño directamente relacionado a las dimensiones del sistema radicular.

El sistema de producción de plantones en el vivero, definitivamente guarda un sistema totalmente diferente de producción, siendo posible definirlo como un sistema de producción extensiva (comparada con la producción intensiva de plantines en el vivero).

El manejo y todas las operaciones que guarda la producción tienden a requerir medios para manipular cargas que muchas veces superan a la capacidad del hombre, por lo tanto, en países con clima templado, se ha mecanizado de cierta forma el conocimiento de plantones en el vivero, ya sea para el manejo de la cría, la expedición e inclusive la propia plantación del plantón en el lugar definitivo.

Aquí, por ejemplo, han surgido tecnologías que permiten incluso el retiro de un individuo muy crecido y trasplantarlo a otro sitio mediante maquinas especializadas, tales como la cepellonadora con espadas de accionamiento hidráulico que puede ser montada en un camión o tractor para esta actividad. La maquinaria y el equipamiento sirven para el retiro del plantón del suelo, para empacarlo mediante el recubrimiento del cepellón con una lona o lienzo y su posterior traslado, así como para la transferencia directa al pozo realizado con el retiro de suelo, con la misma maquinaria.

Un ejemplo bien conocido de viveros para la producción de plantones, son las granjas de árboles de navidad en los EEUU, en donde los usuarios, al adquirir los árboles tienen la posibilidad de obtenerlos con el cepellón colocado en una maceta o, de lo contrario, cortado o talado por la base.

Los plantones pueden ser trasladados de forma manual o con ayuda de maquinaria del vivero, hasta el lugar definitivo de plantación conforme a su tamaño. La técnica de empaque del cepellón permite que muchas veces se pueda plantar con el mismo envoltorio.

En el Paraguay, existen algunos viveros privados que producen plantas de gran porte en recipientes de gran volumen (20 a 25 litros) y, además, se empieza a practicar la producción de plantones de palmeras en el suelo, que son expedidas mediante el cepellón protegido.



Figura 71. Cepellonadora con espadas de accionamiento hidráulico montada en un camión, protegida con un lienzo, listos para ser expedidos para su plantación en el lugar definitivo.



Figura 73. Plantones producidos en un vivero, con el cepellón protegido con un lienzo, listos para ser expedidos para su plantación en el lugar definitivo.



Figura 72. Granjas de árboles de navidad en los EEUU.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A.C., ZAUZA, E.A.V., MAFIA, R.G., ASSIS, T.F. Clonagem e doenças do eucalipto. 2.ed. Viçosa: Editora UFV. 2009. 500 p.
- AMADOR, P.; DÍAZ, A. 2018. Experimentos sobre superação da dormência em sementes florestais. Editora Appris: Curitiba, Paraná, Brasil. 177 p.
- AMADOR, P.; DÍAZ, A. 2018. Experimentos sobre superação da dormência em sementes florestais. Editora Appris: Curitiba, Paraná, Brasil. 177 p.
- ANSORENA, J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Editorial Mundi Prensa. 172 pgs.
- BARBOSA, D. C.; PUENTE, A. D.; COSTA, B. S. C.; BASSI, J. B.; TORRES, V. S. Matrizes arbóreas de Porto Alegre. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Anais... Belo Horizonte, MG. 2005. 13 p.
- BIONDI, D. 2008. Arborização urbana aplicada a educação ambiental nas escolas. Daniela Biondi: Curitiba, Paraná, Brasil. 120 p.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. 2005. Árvores de rua de Curitiba: Cultivo e Manejo. Curitiba, PR: FUPEF. 177 p.
- BIONDI, D.; LEAL, L.; COBALCHINI, J. L. Tratamentos silviculturais em mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. e A. Juss.) Radlk. para arborização de ruas. Floresta, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 437-444, 2007.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 25. Segurança e medicina do trabalho – NR 9 – Riscos ambientais – Aprovação. Brasília, DF, 29 dez. 1994, 6f.
- CARNEIRO, J.G. 1995. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. UFPR/FUPEF, Curitiba, Pr, Brasil. 451 p.
- DA SILVA, S.; GOMES DE SANTANA, W. 2012. Produção de mudas em viveiro florestal. LK Editora: Guarulhos, São Paulo, Brasil. 60 p.
- Del Pozo D., SJM. 2018. Fundamentos de la arboricultura urbana. Santiago, CH, Editorial y Consultora Educacional. 219 p.
- DIAS, P. C., DE OLIVEIRA, L. S., XAVIER, A., WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. Pesquisa florestal brasileira, v. 32, n. 72, 453, 2012.
- ENRICCI, J.A. 2012. Estructuras y equipos de producción. Producción de plantas en viveros forestales.
- FAO. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas, dirección de producción y protección vegetal. FAO, Roma, Italia. Sp.
- FERRARI, M. P., GROSSI, F., WENDLING, I. Propagação vegetativa de espécies florestais. Colombo: Embrapa Florestas. 2004. 19 p. (Documentos 94)
- FERRIANI, A. P., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C., WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a espécies florestais. Revista Agro@ambiente On-line, v. 4, n. 2, p. 102-109, 2010.
- FRANZON, R. C., CARPENEDO, S., SILVA, J. C. S. Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Brasília: EMBRAPA Cerrados. 2010. 54 p. (Documentos 238).
- GOMES, J.M; NOGUEIRA, H.; 2011. Viveiros Florestais: Propagação Sexuada. Série Didática. Editora UFV: Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 116 p.
- GONÇALVES, E. O. et al. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no estado de Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 479-486, 2004.
- GONÇALVES, J.L.M. Y POGGIANI, F. 1996. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do solo, 13. Águas de Lindóia, 1996. Resumos. Seção 10 (CD Rom).
- GONÇALVES, J.L.M.; RAIJ, B.V.; GONÇALVES, J.C. 1997. Recomendação de adubação e calagem Florestais. Ed(s) Rajj, B.V.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletín Técnico N° 100, 2 ed, p. 247-260.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVES, J.F.T., GENEVE, R. L. Plant propagation principle and practices. New Jersey: Prentice-Hall, 6, 1997. 770p.
- HEISKANEN, J. 1993. Favourable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review. Scan. J. For. Res. 8:337:358.
- IGLESIAS, L.; ALARCÓN, M. 1994. Preparación de sustratos artificiales para la producción de plántulas en vivero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México, Df. 31 p.
- IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. Ergonomia: projeto e produção. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2016. 850p.
- KOZARIK, J.; VERA, N. 2009. Viveros de especies forestales en Misiones. UNaM, FCF: Eldorado, Misiones, Argentina. 60 p.
- LAMEIRA, O. A., LEMOS, O. F., DE MENEZES, I. C., & PINTO, J. E. B. P. Cultura de tecidos: (manual). Belém: Embrapa Amazônia Oriental-Documentos. 2000. 42 p. (Documentos 66).
- LANDIS T. D. 1990. Containers: Types and Functions. En: Landis T.D., Tinus R.W., McDonald S.E. & Barnett J.P. (eds.). Containers and Growing Media. Vol.2. The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC. USDA Forest Service, pp. 1 40.
- LANDIS T. D., TINUS R. W. & BARNETT J. P. 1998. Seedling propagation. En: Landis T. D., Tinus R. W., McDonald S. E. & Barnett J. P. (eds.). Seedling propagation. Vol. 6. The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC. USDA Forest Service. 166 p.
- LANDIS, T. D., TINUS, R. W., MCDONALD, S. E., & BARNETT, J. P. 1990. Containers and growing media. En The Container Tree Nursery Manual. Vol. 2, pág. 88, Washington D.C; U.S. Department of Agriculture, Forest Service: Agric. Handbk. 674
- LANDIS, T. D.; TINUS, R. W.; MCDONALD, S. E.; BARNETT, J. P. 1990. Containers and Growing Media, Vol. 2, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 88 p.
- LANDIS, T.; TINUS, R.; MCDONALD, S.; BARNETT, J. 1990. The containers and Growing media. In: Tree Nursery Manual. Vol. 2. U.S. Forest Service: Washington, DC. 674 p.
- LUNA, T.; LNDIS, T.; KASTEN, R. 2012. Contenedores: Aspectos técnicos, biológicos y económicos. In: Contardi, L.; Gonda, H., coord. Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones; Comodoro Rivadavia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco UNPSJB; Comodoro Rivadavia: Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Argentina. p. 78-85.
- MACHADO, M.; NAVROSKI, M.; SCHORN, L. 2018. Produção de Sementes e Mudas: um enfoque a Silvicultura. UFSM: Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. 448p.
- MADES/PNUD/FMAM, 2019. Guia de

arborización urbana para el Área Metropolitana de Asunción. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Proyecto "Asunción Ciudad Verde de las Américas - Vías a la Sustentabilidad": Asunción, Paraguay. 114 p.

Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Volumen 1: Planeación, Establecimiento y Manejo del Vivero.

MEXAL, J.G. 2012. Calidad de plantines: Atributos morfológicos. In Producción de plantas en viveros forestales.

MOLINA, S. 1998. Como instalar un vivero. OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales), Florencia, Colombia. 17 p.

MORAES, J.; BENEDETTI, V. 2000. Nutrição e Fertilização Florestal. IPEF: São Paulo, Brasil. 427p.

NAVALL, M. sf. El Vivero Forestal. Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. INTA EEASE, Santiago del Estero, Argentina. 14p.

NOGUEIRA, H.; GOMES, J. 2011. Propagação Vegetativa de Espécies Florestais. Série Didática. Editora UFV: Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 52 p.

NOGUEIRA, H.; GONÇALVES, W. 2002. Árvores para o ambiente urbano: Coleção Jardinagem e Paisagismo. Editora Aprenda Fácil: São Paulo, Brasil. 271p.

NUÑEZ, F. 1993. Cartilla para instalar viveros forestales y plantaciones. IDMA, San Borja, Perú. 12p.

NUÑO, P.L. 2012. Administración de pequeñas empresas. Red Tercer Milenio, Ciudad de México, Df, México. 163p.

OLIVA, M.; VACALLA, F.; PÉREZ, D.; TUCTO, A. 2014. Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas:

experiencia en Molinopampa, Amazonas - Perú. OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales), Chachapoyas, Perú. 19 p.

OLIVEIRA, O. Tecnologia de sementes florestais. Curitiba: Imprensa Universitária, 2007. 185p.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. Produção de mudas. Viçosa: Ed. Fácil, 2001. (Coleção Jardinagem e Paisagismo; Série Arborização Urbana, v. 1).

PÁRRAGA-ZAMBRANO, L. 2018. Las empresas su organización y funcionamiento. Revista FIPCAEC, Manta, Ecuador. n8, v3, a3, p: 25-43.

PARAJARA, F. C. Propagação vegetativa e desenvolvimento de mudas de espécies nativas por estaquia de ramos herbáceos. Dissertação. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. 2015. 82p.

PUENTE, A. D.; SANCHOTENE, M. C. C.; SILVA, R. R. Metodología de atendimento a solicitações de plantio da comunidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 9., 2001, Brasília. Anais... Brasília, 2001. v. 2, p. 381-386.

QUIÑONES, J. R. 2015. Manual diseño y organización de viveros. CLUSVIDOM, Santo Domingo, República Dominicana. 44p.

QUIROZ I., GARCÍA, E., GONZÁLEZ, O., CHUNG, P. Y SOTO, H. 2009. Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile.

QUIROZ, I.; GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, M.; CHUNG, P.; SOTO, H. 2009. Vivero Forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. INFOR, Bío-Bío, Concepción, Chile. 128p.

REASON, J. A systems approach to organizational error. Ergonomics, v. 38, n. 8, p. 1708-1721, 1995.

RUANO, J. 2003. Viveros forestales: manual de cultivos y proyectos. MUNDI-PRENSA: Madrid,

España. 285 p.

SANCHOTENE, M. C. C. Mercado de mudas para arborização urbana: padrão de qualidade e comércio no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 12., 2008, Manaus. Anais... Rio Branco: SBAU, 2009. p. 10.

SANTOS, J. D. P. dos, DAVIDE, A. C., TEIXEIRA, L. A. F., MELO, A. J. S., DE MELO, L. A. Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais. Cerne, v. 17, n. 3, p. 293-301, 2011.

SCHMIDT, L. H. VEGETATIVE PROPAGATION: Guidelines on Grafting, Air-Layering and Cuttings. Los Baños: UNDP/FAO, 1993. 23 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ad224e/AD224E19.htm>.

SILVA, S. E. L. da, SOUZA, A., BERNI, R., de SOUZA, M. G., TAVARES, A. Métodos práticos de propagação de plantas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2006. 8 p. (Circular Técnica 27).

STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; XAVIER, A., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 53, n. 9, p. 985-1002, 2018.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de Mudanças de Espécies Florestais. In: GALVÃO, A. P. M. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Brasília, DF: Embrapa, 2000. P. 125-150.

TERÉS, V. 2001. Relaciones aire-agua en sustrato de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral.

TORAL, M. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico

Nº1: Ciclo Económico Forestal. PFIJ, Jalisco, México. 28 p.

TORRES, A. C., CALDAS, L. S., BUSO, J. A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa, 1998. 864 p.

TRINDADE, C.; PEREIRA, C.; GONÇALVES, L.; SARTÓRIO, M. 2007. Ferramentas da Qualidade: Aplicação na atividade florestal. 2ª Ed. Editora UFV: Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 159 p.

VALENZUELA, O., YGALLARDO, C. 2005. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. Universidad Entre Ríos, Entre Ríos, Argentina.

VALERI, S. Y CORRADINI, L. 2005. Fertilização em viveros para produção de mudas de Eucalyptus e Pinus. In: Nutrição e fertilização florestal. Ed(s) Gonçalves, J. L. de Moraes y Benedetti, V. ESALQ, IPEF, Sao Paulo, Brasil. p 168-189.

VOZZO, J.A. 2010. Manual de semillas de árboles tropicales. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 887 p.

WENDLING, I. 2001. Planejamento e instalação de viveiros. Editora UFV: Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 124 p.

WILLAN, R. (Comp.) (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. ROMA. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s00.htm#TOC>

YAMAZOE, G.; VILAS BÔAS, O. Manual de pequenos viveiros florestais. São Paulo: Páginas & Letras, 2003.