

# Implementación de viveros forestales en campo

## Guía para generar modelos ganaderos basados en árboles

María Mercedes Murgueitio Marín  
Ariel Marcel Tarazona Morales  
Adelina Vélez Marín  
Luis Fernando Galeano Vasco

Ciencias Agrarias



# Implementación de viveros forestales en campo

*Guía para generar modelos ganaderos  
basados en árboles*

*Proyecto: Sistemas agropecuarios resilientes  
en el trópico húmedo para la ruralidad del posconflicto*

*Código: 115574558712*

*Número de contrato: FP 44842-058-2017*

María Mercedes Murgueitio Marín

Ariel Marcel Tarazona Morales

Adelina Vélez Marín

Luis Fernando Galeano Vasco



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA



CORPORACIÓN  
UNIVERSITARIA  
LASALLISTA  
VELICIA MEDICACIÓN



El futuro  
es de todos

DNP  
Departamento  
Nacional de Planeación



UNIVERSIDAD CES  
Un compromiso con la excelencia



UNIVERSIDAD  
**DE ANTIOQUIA**  
Facultad de Ciencias Agrarias



Primera edición: julio de 2022  
ISBN: 978-628-7519-86-2

## Autores

María Mercedes Murgueitio Marín, Ec., cDr.Sc.

Ariel Marcel Tarazona Morales, Zoot, MSc, Dr. Sci.  
Departamento de Producción Animal,  
Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad Nacional de Colombia

Adelina Vélez Marín, Zoot.  
Universidad Nacional de Colombia,  
Biogénesis

Luis Fernando Galeano Vasco, Zoot., MSc. Dr.Sc.  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia

## Corrección de texto

Ari Vélez  
Angélica Gómez

## Diseño y diagramación

Sandra María Arango, Oficio Gráfico

Fondo Editorial Biogénesis  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad de Antioquia  
Ciudadela de Robledo, Carrera 75 # 65-87  
Medellín, Colombia  
Correo electrónico: [fondoeditorialbiogenesis@udea.edu.co](mailto:fondoeditorialbiogenesis@udea.edu.co)



Este obra está bajo una licencia de  
Creative Commons Reconocimiento- No Comercial-Sin  
Obra Derivada 4.0 Internacional.



Página Web



Facebook

# Contenido

Glosario .....	5
Introducción.....	7
Objetivos .....	9
El vivero forestal.....	11
Aspectos legales .....	17
Establecimiento del vivero.....	19
Métodos de propagación de las plantas.....	31
Etapas de germinación .....	43
Etapas de maduración.....	47
Trasplante de vivero a lote de siembra en campo.....	51
Transformación del paisaje ganadero con sistemas silvopastoriles a partir de arreglos de árboles producidos en viveros .....	55
Bibliografía.....	67

Implementación de viveros forestales en campo. Guía para generar modelos ganaderos basados en árboles

María Mercedes Murguetio Marín, Ariel Marcel Tarazona Morales, Adelina Vélez Marín y Luis Fernando Galeano Vasco (Autores)

Fondo Editorial Biogénesis, 2022

Número de páginas: 69

ISBNe: 978-628-7519-86-2

Glosario. Introducción. Objetivos. El vivero forestal. Aspectos legales. Establecimiento del vivero. Métodos de propagación de las plantas. Etapa de germinación. Etapa de maduración. Traslante de vivero a lote de siembra en campo.



# Glosario

**Acodo:** método artificial de propagación vegetal. Consiste en hacer aparecer raíces de una rama para generar una planta nueva. El acodo puede ser aéreo o en tierra (Siura, 2016).

**Almácigo:** lugar acondicionado para la siembra de semillas, su germinación y posterior trasplante.

**Escarificación:** es una técnica para acortar el tiempo de germinación al romper la cobertura de la semilla y permitir que le entre agua.

**Esqueje:** un aparte de la planta, tallo, rama o retoño que se injerta en otra o se introduce en la tierra para generar una nueva planta.

**Germinación:** es el desarrollo del embrión de una planta dentro de la semilla hasta convertirse en una planta.

**Hidroretenedor:** sustancia inerte con capacidad de retener agua que mejora la capacidad del suelo para absorber y retener el agua y los nutrientes.

**Información fenológica de las plantas:** la fenología incluye el seguimiento a partir de la observación, registro e interpretación de eventos propios del desarrollo de las plantas tales como aparición y crecimiento de hojas, flores y frutos.

**Latencia:** capacidad que tiene una semilla de resistir condiciones extremas, como heladas o sequías. La latencia permite que una semilla inactiva permanezca viva pero metabólicamente inactiva, por lo cual no puede germinar.

**Plántulas:** estadio de desarrollo que comienza cuando la semilla rompe su latencia e inicia el proceso de germinación.

**Rustificación:** periodo en el que la planta madura (rusticidad y fortaleza) y se aclimata a las condiciones para sobrevivir cuando se siembre en campo abierto.

**Semilla:** estructura del fruto con la que las plantas se propagan.

**Sustrato:** sustancia en la que una planta puede vivir. El sustrato puede incluir materiales inertes u orgánicos.

**Tamizaje o cribado:** método que permite clasificar las partículas por tamaño. Se homogeniza su estructura al pasarlas a través de un tamiz, colador o zaranda.

**Tubeles:** recipientes plásticos utilizados en viveros para siembra y germinación de semillas.



# Introducción

El cambio del paradigma de la ganadería extractiva requiere renovar y reestructurar las maneras en las que se ha manejado tradicionalmente y optar por la implementación de modelos sostenibles, sustentables y amigables con el ambiente. Como ejemplo de ello están los sistemas silvopastoriles en los cuales se mezcla la producción de pasturas mejoradas, arbustos y árboles que ofrecen fuentes de alimento y confort a los animales. Para la implementación y mantenimiento de sistemas silvopastoriles es de gran importancia contar con un vivero, entendido como un sitio de reproducción y replicación de plantas para la reforestación. En este sentido, en la ganadería regenerativa el vivero es el punto de partida para cambiar el modelo productivo ganadero tradicional; su uso permite intentar revertir el impacto ambiental y mejorar las condiciones de los animales.

Este documento presenta los lineamientos necesarios para el establecimiento y mantenimiento de viveros forestales y recopila la experiencia derivada de la implementación de sistemas silvopastoriles a partir de los mismos. El libro es

producto de la ejecución del proyecto titulado “Sistemas agropecuarios resilientes en el trópico húmedo para la ruralidad del posconflicto”, adscrito a la convocatoria Colciencias 745 para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación y su contribución a los retos de país - 2016.



# Objetivos

## Objetivo general

Brindar asistencia en la implementación y mantenimiento de un vivero forestal para la producción de plantas listas para sembrar en campo.

## Objetivos específicos

- Conocer los componentes básicos para el diseño y organización de un vivero.
- Reconocer las principales labores para la producción de plántulas listas para trasplante a campo.





# El vivero forestal

El término vivero proviene del latín *vivarium* o lugar de vida. Sus orígenes fueron los jardines hortícolas, áreas dedicadas a la producción de vegetales y plantas para la alimentación humana; luego, con la aparición del jardín floral, se utiliza para la replicación de plantas para el embellecimiento de espacios; por último, aparece la tendencia del vivero forestal para la producción de plantas (árboles o forrajeros) para venta o autoconsumo en procesos de reforestación u ornamentales. En América Latina, específicamente en Argentina, se crearon hacia el año de 1875 los primeros viveros forestales gracias a la intervención de personas procedentes del continente europeo con experiencia en el manejo de cultivos (Saravia Rodríguez, 2021).

En la naturaleza, las plantas tienen dos alternativas para subsistir y propagarse: sexualmente a través de semillas<sup>1</sup>

---

1. La semilla se define como la estructura del fruto de las plantas que alberga el embrión y en condiciones óptimas puede dar origen a una nueva planta (Gold, León-Lobos y Way, 2004).

o asexualmente mediante tejidos (Osuna Fernández, 2014). La propagación sexual de las plantas necesita la producción de semillas viables, las cuales, además, deben caer en un suelo con características propias para la germinación y crecimiento. Posteriormente, las condiciones ambientales como luminosidad, régimen de lluvias y temperatura son determinantes para el crecimiento de las plantas. El ataque de insectos plaga o animales consumidores del follaje también pueden alterar la sobrevivencia de la planta (Doria, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, un vivero forestal está diseñado para ofrecer a las plantas las condiciones ambientales, de protección y confort óptimas para su germinación, crecimiento, desarrollo y maduración. Adicionalmente, las actividades desarrolladas en un vivero forestal están orientadas a la producción, selección y replicación del material genético vegetal acorde a las condiciones y necesidades propias lugar, ofreciendo de forma continua al sistema de producción ganadera arbustos y árboles de buena calidad que estén en capacidad de sobrevivir al ser plantados en su lugar final de disposición (Ruiz, 2002).

## Ventajas de la implementación de un vivero forestal

Implementar y mantener un vivero dentro del sistema de producción ganadero permite:

- Identificar y propagar especies arbustivas o arbóreas promisorias y autóctonas de la zona.
- Incrementar el porcentaje de germinación que tienen las semillas en el medio natural.



- Permitir que las plantas se adapten a las condiciones ambientales propias del sistema, intensificando así su capacidad de supervivencia y rusticidad.
- Permitir que las plantas concentren sus nutrientes en crecer y fortalecerse, por lo que aumenta su talla y grosor en menos tiempo, en tanto se controlan las variables externas como temperatura, humedad relativa, cantidad de riego, intensidad lumínica, ataque de depredadores, plagas y enfermedades.
- Seleccionar el material vegetal con los mejores indicadores de crecimiento (número de hojas, altura y grosor del tallo), garantizando que se trasplanten a campo las plantas con mejores características.
- Minimizar los costos de producción del material necesario para la implementación de sistemas silvopastoriles, al tener control sobre la cantidad y calidad del material vegetal producido y trasplantado.

## Criterios de clasificación y tipos de viveros

Los viveros y los invernaderos se parecen mucho a simple vista, pues en ambos se cultivan plantas. La diferencia radica en que en el vivero no se controlan de forma constante las condiciones ambientales tales como temperatura, humedad y otras variables que favorecen el desarrollo de las plantas. Además, en el vivero se busca producir plantas para luego ser trasplantadas a su lugar de plantación definitivo, es decir son una estación de paso en el desarrollo de la planta para llegar a su destino final, ser plantada en el campo. Los viveros también se pueden clasificar de acuerdo con su objetivo productivo o destinación del producto final; por ejemplo, están los viveros agrícolas, destinados a la de producción de frutales; los viveros ornamentales, en los que se producen plantas con fines decorativos por sus características estéticas, y viveros fores-

tales, diseñados para la producción de árboles y arbustos. Con base en el tiempo de permanencia en el sistema de producción, los viveros se clasifican como temporales o permanentes. Este aspecto tiene efecto directo en los materiales y forma de construcción a utilizar, ya que un vivero permanente requiere de diseños y materiales hechos para durar y una mayor inversión. Otro aspecto diferenciador es el tamaño; si bien no existe un criterio universal para diferenciarlos, se habla de viveros grandes, medianos o pequeños. Finalmente, los viveros también pueden caracterizarse con base al método de cultivo que utilizan, dentro de los cuales está el cultivo a raíz desnuda, en camas o en envases de crecimiento (Naval, 2006).

## Componentes y estructuras básicas de un vivero forestal

Un vivero se divide en las siguientes zonas:

### *Zona de almacenamiento*

Es un espacio dedicado al almacenamiento de herramientas, semillas, insumos, agroquímicos y equipos. Todos deben estar rotulados y organizados para evitar accidentes o contaminación cruzada con productos químicos. Este lugar debe tener condiciones de humedad y temperatura que garanticen la conservación de las semillas en el tiempo manteniendo intacta su capacidad de germinar.

### *Zona de siembra y germinación*

Este espacio está dedicado a la germinación de las plantas, las cuales deben permanecer hasta que llegue el momento de trasplantarlas para culminar con su proceso de maduración. El material usado para la siembra puede ser sexual (semillas) o vegetativo, como estacas, ramas o es-



quejes. En esta zona se hace la selección de las semillas y los tratamientos pre-germinativos para romper la latencia de la semilla y maximizar su capacidad de germinación. Además, se ubican las bandejas, contenedores o camas, las cuales pueden contener material inerte, material orgánico o una mezcla de ambas. El objetivo es ofrecer a la semilla un sustrato para su anclaje, buen drenaje y bajo nivel de compactación, lo que permite minimizar daños en las raíces de las plántulas al ser trasplantadas.

### *Zona de crecimiento*

Allí se hace el trasplante de las semillas que germinan y alcanzan una altura promedio de 4 cm a bolsas o recipientes (bandejas, tubetes) llenos de tierra o camas. En esta zona las plantas inician su proceso de crecimiento. Dependiendo de la especie y características de crecimiento y desarrollo, las plantas pueden estar en esta zona días o meses, hasta alcanzar la talla o condiciones para pasar a la siguiente zona. Por lo general, las zonas de siembra y crecimiento ocupan el 10% del tamaño total del vivero.

### *Zonas maduración y aclimatación*

Es el área dedicada a que las plantas adquieran las condiciones de desarrollo (tamaño de la raíz, grosor de tallo y altura) necesarias para sobrevivir a campo abierto. Este sitio puede estar dentro o fuera del vivero. Las plantas, dependiendo de su capacidad de crecimiento, pueden estar allí entre uno y tres meses, periodo durante el cual se debe vigilar si se presentan alteraciones en el follaje causado por el ataque de insectos o por deficiencia de nutrientes.

### *Zona de preparación y mantenimiento del sustrato*

Acá se procesa y almacena el material necesario para la siembra de las plantas en cada una de sus etapas. Dependiendo del espacio en el vive-

ro, esta zona puede estar dentro o fuera de las instalaciones. Si está por fuera de la protección que da el techo del vivero se recomienda cubrir el material para evitar la pérdida de nutrientes por proceso de lixiviación como consecuencia de la exposición a las lluvias.

En esta zona se realizan actividades como la homogeneización del material usado como sustrato por medio tamizaje de la tierra con el uso de zarandas o tamices, con el fin de extraer elementos como piedras, guijarros, pedazos de vidrio o plástico y quebrar terrones para garantizar la homogeneidad en el tamaño de partículas. Lo anterior evita problemas en el llenado de las bolsas, lesiones en las manos de los operarios en el proceso de siembra o alteraciones en el desarrollo de las raíces de las plantas y, en especial, sirve para garantizar las condiciones necesarias de humedad en el sustrato para la germinación y crecimiento de las plantas.

Además de estas zonas anteriormente definidas, es importante establecer en el diseño los senderos o calles de manejo, los cuales deben ser de un ancho que permita la entrada de maquinaria o equipos como carretas, coches o vehículos utilizados para el transporte de las plantas, manejo del sustrato o movimiento de insumos al interior de las instalaciones. También es muy importante y necesario dedicar esfuerzos en crear y mantener cercos perimetrales de protección para evitar el ingreso de animales y el embate de los vientos, factores que pueden causar daños en las plantas en desarrollo. Para ello se pueden utilizar especies de la zona para cercos vivos o estacones y alambres. Se recomienda que las barreras vivas no superen el metro y medio (1,5 m) de alto para facilitar su mantenimiento y evitar el crecimiento descontrolado y la caída de material, ramas o el árbol mismo sobre los techos del vivero.



## Aspectos legales

La producción de plantas para autoconsumo o venta en Colombia están regidas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) por medio de la resolución 3180 de 2009. Esta establece los requisitos y procedimientos para la producción de material de propagación de frutales. Sus lineamientos de manejo se pueden extrapolar al manejo de viveros forestales con el fin de garantizar parámetros básicos de calidad genética, agronómica y fitosanitaria en la propagación de material vegetal en viveros forestales.





# Establecimiento del vivero

Los elementos que se deben tener en cuenta en la implementación de un vivero forestal son:

- Ubicación del vivero
- Diseño y construcción
- Preparación del sustrato
- Preparación de la semilla
- Etapa de germinación
- Maduración y endurecimiento de plántulas (rustificación)
- Trasplante a campo

## Ubicación del vivero

La elección del lugar donde se establece el vivero repercute directamente en la calidad de la producción de plántulas, lo cual a la larga se reflejará en una baja mortalidad en la plantación. Para tener una ubicación óptima se deben tener en cuenta las siguientes características:

## *Terreno*

- Debe tener una topografía con una pendiente suave, menor al cinco por ciento, para protegerlo de fuertes vientos y facilitar el correcto drenaje para evitar el encharcamiento y la lixiviación de materiales por escorrentía en temporada de lluvias. En caso de no tener un terreno en esas condiciones es necesario nivelar el terreno o establecer siembra en un modelo de terrazas en terrenos de ladera.
- Se deben evitar suelos arenosos porque no retienen el agua ni los fertilizantes. También se deben evitar suelos muy arcillosos, pues son compactos y no permiten la penetración del agua.
- El lugar debe ser soleado y con buena orientación a la salida del sol para disminuir el efecto de la sombra en el crecimiento de las plantas.
- El terreno debe ser de fácil acceso, con vías o caminos que permitan el libre transporte de materiales, insumos y plantas hacia y desde el vivero. Esta facilidad de acceso tendrá un efecto directo en los costos de mantenimiento del vivero al disminuir el tiempo de desplazamiento de los operadores entre el lugar de siembra y el vivero.
- El terreno debe ser protegido de los animales para evitar daños (pisoteo o consumo) a las semillas, almácigos y plántulas alojadas en el vivero.

## *Agua*

- El agua es muy importante para lograr buenos resultados en la etapa inicial de las plántulas; debe haber una fuente cerca al sitio del vivero y se debe poder tener un acceso fácil y permanente a ella.
- Se deben evitar aguas duras y contaminadas. Se recomienda usar agua proveniente de fuentes naturales y sin tratamiento de potabilización.



- Se recomienda establecer sistemas de reservorio en tanques o represas que permitan llevar el agua al vivero de forma sencilla, eficiente y a bajo costo, de modo que en periodos de sequía se cuente con este recurso de forma continua.

### *Sombra*

- La sombra de los árboles grandes perjudica el crecimiento de las plantas. Si hay muchos árboles en el lugar donde se desea ubicar el vivero, es necesario podar o quitar algunos para que haya un poco de sombra, mas no una penumbra total. Si esto no es posible, se recomienda el uso de polisombra (65%) o cualquier material que reduzca la entrada de los rayos solares.

### *Diseño y construcción*

- Una vez identificado el lugar que cumpla con las características antes mencionadas, se procede a preparar el terreno para la instalación. Esto incluye limpiar la zona de malezas y retirar rocas y estructuras que no permitan la construcción de eras y calles dentro del vivero.

### *Orientación*

- Con el objetivo de que el material vegetal del vivero reciba la luz del sol durante la mayor parte del día, se recomienda que esté orientado de Este a Oeste. Así, si el vivero tiene forma rectangular, sus lados más pequeños quedan orientados hacia el norte y el sur.

### *Estructura*

Consiste en el armazón del vivero. Está constituido por cimientos, pilares, vigas, correas, etc., que soportan la cubierta del techo y mantienen

la estructura firme frente a las corrientes de viento. Para los pilares, apoyos y refuerzos se puede usar madera o guadua de la zona, que ofrece gran resistencia a bajo costo.

La primera actividad es hacer el trazado, definiendo las medidas del área del vivero. Para la instalación de los parales se recomienda realizar hoyos cada cinco metros con una profundidad de sesenta centímetros. Los parales pueden ser de madera o guadua de la zona y se deben inmunizar para evitar el ataque de termitas o comején y así maximizar su duración (Imagen 1).



**Imagen 1.** Medición y perforación de hoyos para instalación de los parales

Para el techo se recomienda utilizar un material que permita regular la cantidad de sol que entra al sistema. Se puede usar polisombra al 65%, una malla tejida en polietileno de alta resistencia y tolerancia a la intem-



perie que solo deja pasar el 35% de los rayos solares. Para sostener la polisombra se recomienda el uso de madera liviana unida a los parales con clavos de cinco pulgadas y amarradas entre sí con un material que no se degrade, como alambre. Además, se recomienda poner sobre la polisombra una fibra que evite que el viento la levante y la rompa; esta debe ir amarrada a los parales en diagonal (Imagen 2).



**Imagen 2.** Estructura final del vivero donde se aprecian los materiales y estructuras de camas, parales y techo

## *Eras*

Son estructuras a nivel del suelo dentro del vivero en donde se sembrarán semillas o plántulas para posterior trasplante a la zona de maduración o almacigo. Las eras se pueden hacer de diferentes materiales, la recomendación es utilizar recursos propios o residuos de procesos del

sistema de producción. En la Imagen 3 se puede observar, por ejemplo, el uso de orillos de madera o guaduas como paredes de las eras. El volumen de sustrato depende de la altura de las paredes de la era. En general, se recomienda que estas tengan una dimensión de 1 m de ancho por 3 m de largo; con esto se garantiza una siembra adecuada, se disminuye el desgaste de los operarios y se optimiza el espacio. Entre las eras se debe dejar un espacio para las calles o senderos por donde se transitará dentro del vivero; normalmente se trabaja con una distancia de 1 m.



**Imagen 3.** Diseño y construcción de las eras para siembra (izquierda: preparación del suelo y delimitación del área de la era; derecha: era armada con sustrato lista para plantar)

### *Tamaño del vivero*

El tamaño del vivero depende del área de la zona destinada a la producción de plántulas (zona de siembra, zona de crecimiento y zona de maduración y aclimatación) y de la zona no productiva (zona de almacenamiento, zona de preparación y mantenimiento del sustrato y calles).



Para calcular el área productiva útil se puede utilizar la ecuación:

$$A=VT/NP \times 1.1$$

Donde: A= Área productiva útil

1.1= Constante que adiciona un 10% más de plantas

VT= Volumen total del plan de producción

NP= Número de plantas por metro cuadrado

Se estima que en almácigos caben 2500 plántulas por metro cuadrado y en eras de crecimiento con bolsas, 60 plantas por metro cuadrado.

Para calcular el número de eras a construir es necesario dividir el área productiva útil calculada por el largo de las eras en metros. Posteriormente se multiplica el resultado por 1.5 y se suma la cantidad al área productiva. Así se obtiene el área productiva total, que incluye el área de eras, de pasillos y almacenamiento.

Para una producción continua de plantas se recomienda establecer entre el 45% y el 55% del área del vivero para producción, entre el 5% y el 15% para almacenamiento, un 25% para descanso y el 15% restante para la compostera de residuos de la producción (Díaz Forero y Trujillo Cárdenas, 2015).

## Preparación del sustrato

### *El Sustrato*

Está compuesto por una o varias sustancias con propiedades físicas, químicas y biológicas que permiten el anclaje del sistema radicular esencial para el soporte, desarrollo y crecimiento de una plántula. Un buen sustrato es el que presenta aspectos físicos como: baja densidad<sup>2</sup>, mediana

---

2. La densidad es el peso del sustrato dividido por el volumen que ocupa.

porosidad<sup>3</sup> y granulometría<sup>4</sup> media, los cuales inciden en su capacidad de retención hídrica<sup>5</sup> y aireación<sup>6</sup>. Desde el punto de vista químico, el sustrato debe tener un pH ligeramente ácido (5 a 6 – ideal 5.8). Finalmente, el sustrato debe contar con condiciones biológicas como estar libre de plagas y enfermedades. Estas características están determinadas por los ingredientes o las mezclas utilizadas para elaborar el sustrato (Castro Garibay et al., 2019). El sustrato puede ser un material orgánico<sup>7</sup> o inorgánico<sup>8</sup> o una mezcla.

## Homogenización

Sin importar el material a utilizar, antes de llenar las bolsas o las eras se debe tamizar el sustrato con una zaranda para eliminar raíces, terrones grandes y elementos extraños (Imagen 4).

## *Mezcla de los componentes del sustrato*

**Sustrato de germinación:** se recomienda utilizar material inerte 100% o una mezcla de material inerte y orgánico en proporciones 80% y 20%

- 
3. Porosidad es el porcentaje del volumen total del sustrato que no está ocupado por sólidos, sino por aire y agua.
  4. La granulometría es el tamaño de las partículas. Valores de granulometría baja hacen referencia a un material polvoso. Valores de granulometría alta hacen referencia a un material rocoso o terrones.
  5. Capacidad de retención hídrica es la cantidad de agua que se queda en el sustrato después de ser regado hasta empaparse y haber drenado libremente.
  6. La aireación hace referencia al intercambio de gases.
  7. Aserrín, turba, corteza de árboles, fibra de coco, lombri-compost, composta, abono orgánico o cascarilla de arroz.
  8. Arcillas (vermiculita, montmorillonita), arena, grava o piedra pómez.



**Imagen 4.** Preparación del sustrato

respectivamente. Se usa en plántulas que ya están un poco grandes (aparición de 4 hojas verdaderas) o que se colectaron en campo o bancos de germoplasma.

**Sustrato de crecimiento:** mezcla de material inerte y orgánico en proporciones 70% y 30% respectivamente, que garantice buen drenaje y el desarrollo radicular de las plantas.

Las proporciones más usadas son 2:1:1/3 (tierra : arena : materia orgánica), es decir, dos carretilladas de tierra negra, una de arena y un tercio de carretillada de abono orgánico. Otra proporción común es 3:2:1 (tierra: arena : materia orgánica).



## Desinfección de sustrato

Con el objetivo de prevenir la transmisión de patógenos del sustrato a las plantas, la proliferación de bacterias o el crecimiento de hongos u otros patógenos asociados a afecciones del sistema radicular de la planta, se recomienda sanitizar y desinfectar el material utilizado como sustrato. Esta desinfección se debe hacer por fuera del vivero para evitar contaminación cruzada con el material vegetal.

Se pueden utilizar diferentes métodos de desinfección:

- **Químicos:** formol, bromuro de metilo, sulfato de cobre y cal
- **Físicos:** agua hirviendo, vapor de agua, solarización
- **Biológicos:** *Trichoderma harzianum*, un fungicida biológico de amplio espectro, utilizado para controlar hongos fitopatógenos del suelo y enfermedades fúngicas como el marchitamiento o la pudrición de la raíz.

### Uso del formol

El formol tiene efecto sobre semillas residuales y malezas en el sustrato, pero presenta bajo efecto sobre nemátodos e insectos. Su aplicación requiere el uso de mascarilla y guantes para evitar intoxicaciones. La proporción que debe utilizarse es 21 cc de formol al 40%/litro de agua para desinfectar 5 kg de sustrato o 1 litro de formol al 20%<sup>9</sup>/m<sup>2</sup> de germinador con máximo 10 a 15 cm de profundidad. Se agrega la mezcla de formol y agua al sustrato, mezclando hasta garantizar que todo el material quede humedecido, y luego se tapa con un plástico negro durante 5 días. Posteriormente es necesario ventilar el sustrato para que se evapore el formol, para esto se debe voltear el sustrato tres veces al día

---

9. El formol comercial tiene una concentración del 40%. Para reducirlo al 20% se mezclan partes iguales de agua y formol.



por dos días consecutivos hasta que no se sienta olor a formol. Si queda algún residuo de este químico las semillas no van a germinar o se pueden presentar daños en las plántulas (Aguirre Buenaño, 2013).

### *Uso del bromuro de metilo*

Esta es una sustancia muy tóxica, muy volátil y sin olor. Para desinfectar un metro cúbico de sustrato o tierra (1000 kg), se recomienda aplicar de 50 a 200 gr de bromuro. Se deben hacer pilas de una altura no mayor a 30 cm, se esparce el bromuro sobre el material a desinfectar y luego se cubre con un plástico negro y se dejar reposar por 48 horas, tiempo en el cual el producto químico alcanza la profundidad de 30 cm. Aunque este método es muy efectivo para controlar malezas, nematodos e insectos, actualmente se buscan métodos alternativos de desinfección debido a la alta toxicidad del bromuro (Treceño et al., 2004).

### *Uso del sulfato de cobre y cal*

Este es un método no tóxico para desinfectar 6 metros cúbicos de suelo o sustrato. Consiste en mezclar 25 kilos de cal y 5 kilos de sulfato de cobre. Se mezclan con el suelo o sustrato y se cubre con un plástico negro por 5 días. Posteriormente se voltea el material y se utiliza en el vivero (Baíza, 2003).

### *Desinfección con agua caliente*

La mayor ventaja de este método es que se elimina la mayoría de patógenos y malezas sin causar afecciones a la salud humana y daños al medio ambiente. Se recoge el material en pilas que no superen 1.5 metros de altura; es esencial que el sustrato o suelo que se recoja esté seco. Mientras tanto, en un recipiente se pone a calentar agua hasta que hierva (100°C) y luego se riega sobre el suelo o sustrato (seco). Posteriormente se deja reposar el material entre tres y cinco minutos, luego se cubre con plástico negro para mantener la alta temperatura del material por mayor tiempo y así garantizar su eficacia como desinfectante (Sepúlveda y Carrasco, 2014).

### *La solarización*

Tiene como objetivo sanitizar el sustrato al elevar su temperatura por encima de 60°C durante largos periodos de tiempo. Esto se logra por la combinación de la radiación solar y el uso de un material de cobertura para concentrar el calor, como el plástico negro. Esto ocasiona cambios biológicos y químicos que destruyen la mayoría de los microorganismos no benéficos. Para iniciar este proceso se debe cernir la tierra o sustrato para tener un tamaño de partícula homogéneo sin piedras o terrones, luego se junta en pilas de no más de 1.5 metros de altura. Posteriormente se humedece la tierra hasta lograr un 60% a 75% de humedad<sup>10</sup> y se cubre con plástico negro durante 15 a 20 días. Es importante recordar sellar los extremos del plástico con piedras o trozos de madera para evitar la entrada o salida de aire y así garantizar la conservación de la temperatura al interior del material a sanitizar.

### *Control biológico con *Trichoderma harzianum**

Este es un hongo anaerobio facultativo que habita de forma natural en el suelo. Se recomienda usar una dosis de 150-200 g por cada 1000 m<sup>2</sup> disuelta en agua suficiente para humedecer el material a desinfectar. Para reforzar el efecto del hongo es necesario repetir el tratamiento en intervalos de 50 a 60 días hasta terminar el ciclo del cultivo, usando tan solo la mitad del producto recomendada para la primera dosis (Villavicencio Murillo, 2019).

---

10. Para verificar que la tierra cuenta con la cantidad de agua necesaria realizamos la prueba del puño: tomar cantidad del sustrato que quepa en la mano y apretarlo con toda la fuerza de la mano. Si salen algunas gotas de agua el material tiene aproximadamente un 80% de humedad o más. Si al abrir la mano el bolo de tierra conserva su forma (no se desmorona), el material tiene entre 60 a 70% de humedad, punto óptimo para ser sanitizado.



# Métodos de propagación de las plantas

En la repoblación de material vegetal existen dos métodos básicos de propagación: el sexual y el asexual. El **sexual**, que requiere de la polinización-fecundación de los gametos masculino y femenino para la formación de la semilla y posteriormente la generación de una nueva planta. El método **asexual** o reproducción vegetativa se realiza mediante obtención de fragmentos o partes vivas de la planta madre; por ende, las plantas hijas son genéticamente idénticas a la madre. La forma de reproducción asexual más sencilla consiste en dividir el tallo en varias partes y enterrarlos, de modo que rebroten sus yemas germinativas. En este método también se pueden utilizar estacas, esquejes, raíces, injertos, acodos o propagación de copas.

## Uso de semillas como material de propagación

### Obtención y conservación

El origen de las semillas puede ser comercial o nativo. Para el primero tenemos que comprar las semillas en lugares reconocidos, preferiblemente empresas con registro ICA, que den garantía sobre el tipo y la calidad de la semilla. La recolección de semillas nativas, por su parte, permite al productor hacer una selección de material vegetal adaptado a las características del suelo, condiciones climáticas y de resistencia a algún patógeno de la zona.

### *Recolección de material de propagación de forestales nativas*

Para iniciar el proceso de búsqueda y recolección de material vegetativo (tallos o raíces, frutos o semillas) es necesario tener un conocimiento de las especies que proliferan en la zona de vida del área de interés.

Para ser más eficientes en la planificación se recomienda construir un calendario fenológico a partir del conocimiento ancestral y la observación continua de los cambios en las plantas mes a mes durante mínimo un año (Tabla 1). Entre más periodos de observación se tengan, más precisa será la caracterización del material y más fructífera la actividad de recolección de semillas. La construcción del calendario fenológico permite también censar y hacer un diagnóstico de cambios en el número o tipos de especies forestales que proliferan en el sistema de producción.

Es necesario empacar las semillas recolectadas en bolsas de papel, nylon o tela o un material que permita la entrada y salida de aire y que disminuya la acumulación de humedad, la cual puede promover el crecimiento y desarrollo de hongos o patógenos. Además del material de



empaque, es necesario contar con las herramientas y equipos para la recolección del material, teniendo en cuenta que las semillas o frutos pueden estar a diferentes alturas dependiendo de la etapa del año, especie del árbol a cosechar y su tipo de semilla o fruto. Se recomienda tener a la mano: machete, escalera, lazos y tijeras podadoras (Imagen 5).

El material colectado puede ser clasificado como: frutos, semillas tomadas del árbol o del suelo, flores, tallos o pequeñas plántulas con sistemas radiculares completos. Sin importar el tipo de material recolectado, es necesario verificar las condiciones de sanidad, madurez y conformación que aseguren su supervivencia en el vivero y futura productividad.



**Imagen 5.** Tipos de semillas identificadas en la zona de interés. A) Cañafistula *Cassia grandis*, B) Chocho *Ormosia sp.*, C) Orejero *Enterolobium cyclocarpum* y D) Guayacán polvillo *Handroanthus serratifolius*





## *Conservación y almacenamiento de semillas*

Si las semillas se van a almacenar, es necesario retirar coberturas –vainas, tegumentos o cualquier material húmedo que la recubra– y lavarlas. Una vez terminado este proceso, llamado beneficio de las semillas, se deben dejar deshidratar ya que el alto contenido de humedad es uno de los principales factores que incide en el deterioro de las semillas almacenadas. También es importante reducir al mínimo los procesos vitales propios de las semillas (latencia). El método comúnmente usado, dada su facilidad y costo mínimo, es el secado natural de las semillas al sol. Una vez deshidratadas, las semillas se deben guardar en recipientes cerrados e impermeables, en un lugar fresco y oscuro. Para que las semillas estén libres de insectos se recomienda incluir controles naturales, como hojas del árbol de neem deshidratadas dentro del empaque en que están almacenadas las semillas. Para su posterior identificación y uso, cada empaque debe estar marcado con la siguiente información:

- Lugar de recolección
- Método de recolección: recolección del suelo, de árboles cortados, de las copas del árbol trepando hasta el fruto, en las copas del árbol con la ayuda de implementos
- Nombre del recolector
- Tipo de material colectado: semilla, tallo o raíz
- Fecha y hora
- Especie
- Cantidad de material colectado (kg)
- Observaciones

## *Tipos de semilla*

Las semillas pueden ser clasificadas como:

- *Ortodoxas*: toleran secado hasta el 5% de humedad y pueden almacenarse largos períodos de tiempo. El secado a bajas temperaturas favorece su almacenamiento. En este grupo están los pinos y los eucaliptos.
- *Recalcitrantes*: estas semillas no toleran la disminución de la humedad, por lo cual no pueden ser secadas. Esto implica que estas semillas no se pueden almacenar en condiciones normales por largo tiempo y requieren siembra inmediata. Aquí se clasifican, por ejemplo, las semillas de neem, cacao, guama, aguacate, roble y mango.
- *Intermedias*: toleran deshidratación, siempre y cuando su humedad se mantenga entre el 10 y 12%. Deben ser almacenadas en el refrigerador. La mayoría de las semillas forestales se encuentran acá: acacias, cedro, ciprés, leucaena, melina, pino, teca y eucalipto.

## *Preparación de la semilla para la siembra*

Existen diversos tipos de tratamientos pre-germinativos que buscan romper la latencia natural o de almacenamiento de las semillas y así provocar la germinación. Los tratamientos pre-germinativos permiten acortar, estandarizar y planear el periodo de germinación y planificar la siembra de las semillas (Trujillo Navarrete, 1992).

Tipos de tratamientos pre-germinativos:

- • *Choque térmico* - remojo en agua fría o caliente
- • *Escarificación mecánica* – fricción de la corteza, golpe o fractura
- • *Tratamientos lumínicos* – exposición al sol



- • *Tratamientos con hormonas*
- • *Escarificación química* - tratamientos químicos

El tratamiento pre-germinativo de semillas más comúnmente usado es el de choque térmico (Imagen 6). Para este se calienta agua hasta llegar al punto de ebullición (aparecen burbujas), se retira del fuego y se vierte en un recipiente con las semillas. Se esperan dos minutos y, posteriormente, se desecha el agua caliente y el recipiente con las semillas se llena con agua fría hasta que alcancen la temperatura ambiente. Es importante no dejar las semillas reposando mucho tiempo en el agua, lo cual podría hacer que se pudran, o dejarlas secar después de haberlas tratado, pues se aceleraría la germinación más de lo deseado y afectaría la viabilidad del embrión.

También se pueden dejar las semillas sumergidas en agua de uno a tres días, haciendo recambio del agua diariamente.



**Imagen 6.** Tratamiento pre-germinativo de semillas por choque térmico - remojo en agua fría o caliente

**Tabla 2.** Tratamientos pre-germinativos para algunas especies forestales del trópico

Nombre común	Nombre científico	Ninguno	Remojo en agua a temperatura ambiente	Quitar envoltura	Inmersión en agua hirviendo	Escarificación
Acacia	<i>Acacia mangium</i>				x	x
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>				x	x
Caoba, palo santo	<i>Swietenia macrophylla</i>		x	x		
Casuarina, pino australiano	<i>Casuarina equisetifolia</i>		x			
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	x				
Ceiba roja	<i>Pachira quinata</i>		x			
Chaquiro, aliso, cerezo	<i>Alnus jorullensis</i>		x			
Cortéz amarillo, guayacán amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>	x				
Guachipelín, macano o cacique	<i>Diphysa robinoides</i>	x				
Guanacaste, cenízaro, tempisque	<i>Sideroxylon capiri</i>				x	
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>					x
Guayacán real	<i>Guaiacum sanctum</i>				x	
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>				x	
Nim	<i>Azadirachta indica</i>	x				
Nogal, nogal cafetero	<i>Cordia alliodora</i>		x			
Piñón de oreja	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>					x
Roble de sabana, guayacán rosado	<i>Tabebuia rosea</i>		x			

Fuente: adaptado de Willan (1991), Varela y Arana (2011) y Viveros Viveros et al. (2015)

## Pruebas de germinación

Antes de hacer la siembra se recomienda hacer una valoración de la capacidad de germinación del material que se tiene para esta. Con esta



prueba evitamos llevar al área de semillero o almácigo materiales que no den un porcentaje de germinación cercano al reportado para la especie; además, evitamos la pérdida de recursos y mano de obra en la siembra de semillas que no van a rebrotar en una tasa óptima.

La prueba de germinación se debe hacer dos veces: la primera al momento de almacenar las semillas, de modo que no guardemos materiales que tengan menos de un 40% de capacidad de germinar, y la segunda antes de la siembra. La realización o no de la prueba también depende del volumen de semillas que tengamos disponible. Para mayor validez de la prueba se recomienda hacerla por duplicado, para así tener resultados más creíbles. Para variedades forestales se recomienda hacer el seguimiento durante 60 días o más, dependiendo de la especie. Por ejemplo, el almendro (*Terminalia catappa*) germina entre 60 y 80 días.

*El valor porcentual de germinación se calcula dividiendo el número de semillas que germinaron por el número de semillas que se sembraron y se multiplica por 100 el resultado.*

### **Cómo hacer la prueba de germinación**

1. Prepare dos recipientes o áreas de siembra.
2. Tome una muestra de 100 semillas (para semillas grandes y medianas) por recipiente o área destinada para la prueba de germinación.
3. Humedezca el sustrato, haga el proceso de escarificación recomendado y siembre las semillas.
4. Riegue los recipientes o áreas de siembra diariamente.
5. Haga un registro diario del número de plántulas que van germinando. Las plántulas comenzarán a emerger entre 5 y 7 días después de

ser sembradas. Se considera la germinación cuando los cotiledones se levantaron del nivel del sustrato (Imagen 7).

6. Sume los valores de cada recipiente o área de siembra.
7. Divida el total de plantas emergidas entre el número de semillas sembradas.
8. El resultado de la división, multiplicado por 100, es el porcentaje de germinación del material evaluado.

**Nota:** para semillas muy pequeñas (como las del balsa, el guásimo o el mangium), se hace un rayado (micro-surco) y se siembra "a chorro continuo". Luego se evalúa el porcentaje de germinación en cada surco. Para tener un dato válido se recomienda sembrar como mínimo cuatro surcos de 20 cm cada uno. Si se usan bandejas, se puede esparcir las semillas cubriendo uniformemente la bandeja y luego se evalúa la germinación en porcentaje del área germinada.

### *Cómo sembrar las semillas*

Se puede hacer en germinadores, almácigos o bolsas. Lo que se busca es facilitar el proceso de germinación y, si es el caso, el trasplante de las plántulas al suelo para su maduración. Las semillas se pueden sembrar en germinador al voleo, en hileras a chorro continuo o por postura individual.

El proceso de siembra debe iniciar con la humidificación del sustrato para facilitar su manipulación. Las semillas muy pequeñas se riegan superficialmente al voleo en el área de siembra. Para semillas de tamaño mediano se hace el trazado y se labran los surcos con una profundidad de 1 a 2 centímetros; luego se depositan las semillas dejando de cinco a diez centímetros entre cada una de ellas. En semillas de mayor tamaño



**Imagen 7.** Proceso de germinación de plántulas

se hacen hoyos individuales cada quince centímetros y se deposita una semilla en cada uno. Como regla general para la siembra de semillas grandes, se recomienda sembrar a una profundidad igual o dos veces el tamaño de la semilla. Después de poner las semillas en los hoyos, surcos o al voleo, se cubren con una capa de sustrato (Imagen 8).

Una vez finalizada la siembra, se recomienda marcar el espacio con el nombre o variedad de plantas sembradas, el método de pre-germinación utilizado y la fecha de siembra (Imagen 9).





**Imagen 8.** Método de sembrado de semillas en camas. (Izquierda: se hace el trazado y surcos de 2 cm de profundidad. Derecha: semillas sembradas en los surcos, posteriormente cubiertas por el sustrato)



**Imagen 9.** Información del rotulado o marcaje de las plantas en el área de siembra



## Etapa de germinación

La duración de este periodo depende de la especie que se haya sembrado (Tabla 3), por lo que resulta esencial marcar muy bien qué material se sembró para hacer seguimiento a la curva de crecimiento y desarrollo propia de la especie. Durante esta etapa es vital mantener las condiciones de humedad del sustrato y control de malezas, insectos o plagas.

El riego es de suma importancia en esta etapa ya que las plantas pueden absorber los nutrientes por su raíz cuando se disuelven en el agua. Además, se necesita para mantener hidratadas las células de las plantas. Es un error regarlas cuando hay temperaturas altas, como al mediodía, pues el calor hace que se deshidraten y sequen en tanto se evaporan el agua de riego y su agua interna. Por tal motivo se recomienda realizar el riego cuando la temperatura está baja, ya sea muy temprano en la mañana o entrada la noche.

Otro aspecto a tener en cuenta es la presión del agua y tamaño de gota al hacer el riego. Presiones altas o tamaño de

**Tabla 3.** Caracterización de especies forestales: tiempo de germinación y de rusificación en vivero en días

Nombre común	Tiempo de germinación (días)	Maduración en vivero (días)
Algarrobo	12 - 32	160
Arrayán	30 - 45	60
Caoba	34 - 39	120
Cedro rojo	18 - 25	120
Laurel canelo	34	90
Leucaena	5	60
Matarratón	4 - 12	90
Melina	20	120
Samán campano	4 - 14	160
Teca	20 - 30	150
Zapattillo	8 - 13	60

Fuente: adaptado de Gómez Restrepo y Toro Murillo (2007) y El Semillero (2021)

gota grandes pueden quitar la capa de sustrato que cubre las semillas, exponiéndolas a la luz del sol o al ataque de aves, lo cual disminuye la viabilidad de las semillas.

Determinar la cantidad de agua óptima en el germinador es vital pues los excesos de agua generan encharcamiento y pudrición de la raíz, mientras que la escasez ocasiona marchitamiento por deshidratación. La cantidad se puede determinar así: introduzca un palo delgado de madera, si al sacarlo no está empapado e impregnado de tierra, puede regar más. Continúe regando hasta que el palo salga sucio (Imagen 10).

Otra actividad que debe hacerse periódicamente es el desmalezamiento, es decir, retirar de forma manual las malezas y las hierbas en el área de cultivo (Imagen 11). El objetivo de desmalezar es disminuir la competencia por nutrientes con ciertos arvenses indeseables en los germinadores.



**Imagen 10.** Riego de germinadores



**Imagen 11.** Proceso de desmalezado de germinadores







## Etapa de maduración

Esta etapa inicia con el trasplante o repique de plantas germinadas desde el germinador o almácigo hacia el área de maduración de las plántulas. Lo que se pretende con esta práctica es ofrecer mayor espacio a la planta para el desarrollo de su sistema radicular, tallos y hojas. Este proceso se debe hacer cuando las plántulas midan entre cinco y siete centímetros de altura, con mínimo 4 hojas verdaderas. En este estado, la raíz principal es recta y no cuenta con un desarrollo avanzado de raíces secundarias o de pelos absorbentes (Imagen 12). Este aspecto es importante para el trasplante, pues ayuda a minimizar las lesiones o pérdida radicular y así se evita la afectación en el desarrollo y maduración de la planta.

Para iniciar el proceso de trasplante se deben seguir estos pasos:

1. El operario debe lavar y desinfectar sus manos, herramientas y utensilios para evitar la contaminación de



Imagen 12. Plántulas en condiciones óptimas para su trasplante al área de maduración

las plantas, las cuales están especialmente vulnerables pues se manipula su sistema radicular.

2. Humedecer el germinador o almácigo antes de retirar las plantas. Esto ayuda a disminuir la probabilidad de dañar las estructuras de la raíz por roturas o mala manipulación al extraerles el sustrato.
3. Retirar las plántulas del germinador o almácigo delicadamente y depositarlas en un balde con agua, retirando la totalidad del sustrato del sistema radicular y evitando la deshidratación de la plántula. Se recomienda realizar este proceso en horas de la mañana.
4. Trasplantar las plántulas con mejor desarrollo (raíz, tallo y hojas).
5. Trasladar el material y sembrarlo en el área de maduración, ya sea en recipientes, bolsas o directamente en tierra en las eras.



## Endurecimiento de plántulas: rustificación- maduración

Con el establecimiento de las eras o almácigos y la realización de las actividades de mantenimiento, como riego y desmalezamiento, las plántulas forestales van desarrollando hojas verdaderas y lignificación (endurecimiento) en el tallo, lo cual es un indicador para el trasplante a campo, previo proceso de rustificación.

Se recomienda realizar un proceso de rustificación o maduración para que las plantas que se trasladarán a campo abierto en los lotes de siembra tengan mayor resistencia al ambiente y, por ende, mayores porcentajes de sobrevivencia. El proceso se realiza gradualmente, disminuyendo la frecuencia de riego e incrementando la exposición a la luz (Imagen 13); esto genera cambios ambientales muy marcados y ayuda a “climatizar” las plantas al nuevo punto de implementación. Se recomienda que esta etapa dure como mínimo 15 días; el tiempo se puede modificar dependiendo de la tasa de crecimiento de la plántula.



Imagen 13. Área de aclimatación de las plantas





# Trasplante de vivero a lote de siembra en campo

Para llevar el material de vivero a campo se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. De manera previa al traslado, se debe realizar el trazado en el lote donde se van a sembrar las plantas, con ello se define dónde se van a sembrar las plantas y el ahoyado. Para este último se deben tener en cuenta las distancias y profundidades específicas de la especie forestal.
2. Una vez las plantas están rustificadas y con un tamaño de trasplante adecuado, se procede a trasladar a campo las plantas y los insumos necesarios para la siembra. El tiempo de maduración y rustificación dependerá de la especie a trasplantar (Tabla 2).
3. Las plantas se pueden trasladar del vivero al campo a raíz desnuda, esto se puede hacer de diferentes ma-

neras: (i) retirando la totalidad del sustrato del sistema radicular y depositando en un recipiente con agua, (ii) envolviendo cada una en papel periódico húmedo o (iii) utilizando las bolsas de los almácigos o recipientes en los que maduraron las plantas.

4. Antes de sembrar la planta se sumerge en un biopreparado (mezcla de melaza, agua y cristales de penca sábila) durante 15 minutos. Este producto estimula el enraizamiento y provee a la planta de energía para sobrevivir los primeros días, tiempo en el que se adapta al terreno. Mientras la planta está en el biopreparado se hacen adecuaciones en el hoyo donde va a quedar la planta. Se agrega una capa de 50 a 100 gramos de un hidrotendedor (que acumula entre 150 y 250 veces su tamaño del agua lluvia o riego) previamente humedecido, el cual funcionará como reserva de agua para la planta en épocas de sequía. También se adiciona una capa de materia orgánica (compost, gallinaza o biofertilizante) y por último la tierra.
5. Se siembra la planta, teniendo la precaución de no generar doblamientos en las raíces para que no pierda viabilidad en el tiempo. Se procede a tapar con tierra y a hacer un aporcado para evitar encharcamientos.

Si el lote va a ser pastoreado por animales, es necesario proteger los árboles con un cerramiento con estacones y alambre para evitar daños por consumo.

### *Biopreparado para siembra en campo*

El biopreparado es una sustancia hecha de melaza, agua y cristales de penca sábila que estimula el desarrollo de las raíces y ofrece energía para el crecimiento de microorganismos benéficos en la raíz de la planta.



Para obtener 1 litro de biopreparado se debe:

1. Separar los cristales de sábila: se cortan cuatro hojas grandes de la penca y se retira la piel de color verde. Posteriormente se lava el cristal hasta que no quede mucosidad que lo recubra. Este material se licúa con un poco de agua para que quede una solución acuosa que facilite su mezcla.
2. Al cristal licuado se le agregan 20 gramos de melaza.
3. Mientras se bate para homogeneizar se completa la mezcla con agua hasta conseguir un litro.

Este producto puede utilizarse para la siembra de plantas con raíz desnuda, acodos y siembra de estacas. En el caso de estacas se recomienda dejar remojando el material vegetativo en la solución durante 24 horas. La mezcla también se puede aplicar con bomba de espalda en el sustrato, con el fin de promover el desarrollo de microorganismos benéficos, lo cual tendrá un efecto directo al potenciar el desarrollo de las plantas.

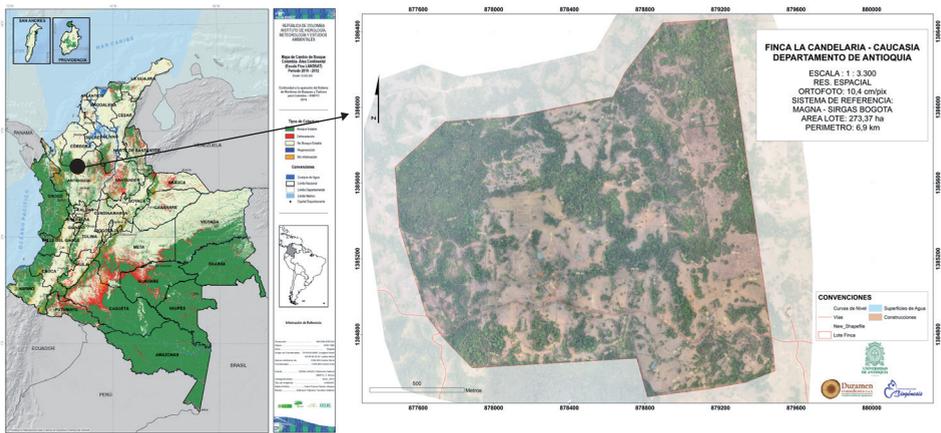




# Transformación del paisaje ganadero con sistemas silvopastoriles a partir de arreglos de árboles producidos en viveros

Como parte de los objetivos y resultados del proyecto “Sistemas agropecuarios resilientes en el trópico húmedo para la ruralidad del posconflicto” se encontró que el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP) asociados a pastos mejorados, arbustos forrajeros y árboles maderables son una opción productiva para el trópico húmedo, en particular para los productores de la subregión del Bajo Cauca en Antioquia. El proyecto estableció 12 hectáreas con arreglos de SSP en los que todo el material vegetal arbóreo fue propagado en vivero.

El piloto fue implementado en la Hacienda La Candelaria, propiedad de la Universidad de Antioquia, ubicada en la región del Bajo Cauca, municipio de Caucasia-Antioquia (Imagen 14). Esta hacienda se ubica, según la clasificación de Holdridge, en el Bosque Húmedo Tropical (bh-T) y tiene una temperatura promedio de 26°C (mínima 24.1 y máxima 39°C), humedad relativa de 75%, evapotranspiración potencial del 75%, precipitación anual promedio de 2.200 mm y una altitud entre 50 msnm y 120 msnm. La topografía es 85% ondulada, con pendientes cortas y fuertes, y 15% ligeramente plana. Tiene una extensión de 273.37 ha en las que se cuentan pasturas, cuerpos de agua, bosques e instalaciones.



**Imagen 14.** Ubicación del área de estudio (izq) y plano de la Hacienda La Candelaria (der)

Para llevar a cabo la reproducción de especies en vivero se tuvieron en cuenta las diferentes etapas y componentes en el establecimiento y posterior cuidado en la selección, propagación y trasplante en campo. Cabe destacar que el inventario de semillas y plántulas fue obtenido de la misma finca, en la que se hicieron recorridos por los diferentes luga-



res donde se encuentran los árboles considerados de importancia para asociar con los sistemas ganaderos. Adicionalmente, la recolección de plántulas fue importante para detectar árboles maderables de importancia para la conservación del trópico húmedo.

En la Tabla 4 se relacionan algunas de las especies utilizadas en los sistemas establecidos y su especificación en el tipo de propagación, bien sea por reproducción sexual o trasplante de plántulas.

**Tabla 4.** Especies utilizadas para la siembra y tipo de propagación en el vivero

	Semilla	Trasplante
<b>Caoba</b> ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	X	
<b>Guayacán rosado</b> ( <i>Tabebuia rosea</i> )	X	X
<b>Polvillo</b> ( <i>Handroanthus serratifolius</i> )	X	
<b>Totumo</b> ( <i>Crescentia cujete</i> )	X	
<b>Piñón de oreja</b> ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> )	X	
<b>Samán</b> ( <i>Albizia saman</i> )	X	X
<b>Caña fistola</b> ( <i>Cassia grandis</i> )	X	X
<b>Hobo</b> ( <i>Sondias mombin</i> )		X
<b>Mango</b> ( <i>Mangifera indica</i> )		X
<b>Acacia</b> ( <i>Acacia mangium</i> )		X
<b>Melina</b> ( <i>Gmelina arborea</i> )	X	X
<b>Botón de oro</b> ( <i>Tithonia diversifolia</i> )	X	X
<b>Vainillo</b> ( <i>Senna spectabilis</i> )	X	X
<b>Cedro</b> ( <i>Cedrela odorata</i> )	X	

Fuente: elaboración propia

A continuación se presenta una serie de imágenes que ilustran las diferentes etapas en la implementación de dicho modelo a partir de la propagación con viveros en los predios ganaderos.

## *Establecimiento del vivero*



**Imagen 15.** Izquierda: ubicación y diseño; centro y derecha: preparación del sustrato y elaboración de camas con materias primas de bajo costo (cascarilla de arroz, tierra compostada y gallinaza)

## *Consecución de la materia prima*

Para hacer la recolección de semillas y plántulas se realizaron recorridos por el predio y se ubicaron los árboles de interés para la propagación de las especies. Luego se llevaron al lugar del vivero para realizar los procesos de conservación, germinación y propagación (Imagen 16).



**Imagen 16.** Recolección de semillas y plántulas



## Siembra de semillas y plántulas



Imagen 17. Siembra de semillas en surcos



## *Germinación, maduración y rustificación*



**Imagen 18.** Izquierda: germinación de semillas; derecha: maduración y rustificación de plántulas y semillas germinadas

## *Trasplante a campo, fertilización y abono*



**Imagen 19.** Izquierda: preparación para el trasplante de plántulas; derecha: desarrollo radicular de las especies germinadas en vivero



Imagen 20. Fertilización y abonos de las plántulas en campo al momento del trasplante



Imagen 21. Estado de los árboles 9 meses después del trasplante



## Importancia de la implementación de viveros en fincas ganaderas

El trabajo en viveros es definitivamente una gran propuesta para los modelos productivos resilientes del trópico, entre otras razones, por las que se presentan a continuación:

- Reducción en los costos de implementación: cuando se establecen viveros en las fincas, se garantiza la propagación del material vegetal desde sus primeras etapas y se evita la compra de plántulas en viveros comerciales.



Imagen 22. Producción de árboles con material vegetal de las fincas



**Imagen 23.** Diversificación y rusticidad

- Diversificación y rusticidad: la práctica de recolección de semillas y plántulas en las mismas fincas asegura la rusticidad y garantiza la propagación de especies que ya están establecidas en predios con las mismas condiciones agroclimáticas. Los árboles en nuestros sistemas productivos son elementos de “alta tecnología” con innumerables funciones dentro del ecosistema.
- Producción y propagación con mano de obra de la finca: el establecimiento de viveros como materia prima al momento de establecer un sistema silvopastoril optimiza tiempo, mano de obra y garantiza la conservación de árboles nativos como medida de conservación.



**Imagen 24.** Organización para la producción y propagación con mano de obra de la finca, un excelente escenario para la divulgación de conocimientos

- Garantizan la prestación de servicios ecosistémicos ya que aportan a la asimilación de carbono, el ciclo de nutrientes y agua, la disminución de la erosión y compactación de los suelos, la eficiencia en los procesos biológicos, el control biológico, la promoción de la biodiversidad y la protección frente a condiciones climáticas adversas, entre otros servicios.



**Imagen 25.** Impacto de la implementación de sistemas silvopastoriles. Izquierda y centro: contribución a la prestación de servicios ecosistémicos a partir de la promoción de la diversidad. Derecha: disminución de la erosión y compactación de suelos a partir de la implementación de sistemas silvopastoriles



- Contribuye a la resiliencia de los sistemas productivos: la búsqueda de la resiliencia no consiste en regresar a las condiciones iniciales de un sistema; más bien, implica encontrar fuerza en la capacidad de transformar los eventos ocurridos en una forma de evolucionar, aprender, adaptarse y reinventarse ante las nuevas condiciones. Por ello, garantizar la propagación de las especies arbóreas en viveros con plántulas y semillas propias de los predios contribuye a la resiliencia de los sistemas establecidos.



**Imagen 26.** Mirada a la aplicación de sistemas silvopastoriles

- Dirección de recursos hacia la asistencia técnica: reducir los costos de implementación de los sistemas silvopastoriles a partir de árboles producidos en viveros de las mismas fincas, utilizando material recolectado también allí, permite dirigir recursos a la prestación de servicios de asistencia técnica para el acompañamiento a los procesos de establecimiento y manejo.





**Imagen 27.** Asistencia técnica en la implementación de estos modelos, un factor fundamental para el éxito. Estos escenarios, además, contribuyen a la formación de futuros profesionales del agro



# Bibliografía

Aguirre Buenaño, N. M. (2013). Métodos de desinfección de sustrato para el control de Damping-off en semillero de Teca (*Tectona grandis* Linn F.), bajo invernadero en la Empresa Seragroforest, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas [Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Archivo digital.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2992/1/33T0120%20.pdf>

Baíza, V. (2003). Guía técnica del cultivo del aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa MAG-Frutales. La Libertad, El Salvador.

Castro Garibay, S. L., Aldrete, A., López Upton, J. y Ordaz Chaparro, V. M. (2019). Caracterización física y química de sustratos con base en corteza y aserrín de pino. *Madera y bosques*, 25(2).

De Luca, N. (2010). Características de las semillas, tratamientos pregerminativos, técnicas de recolección y almacenamiento. *Curso Reforestación's Blog*, 9.

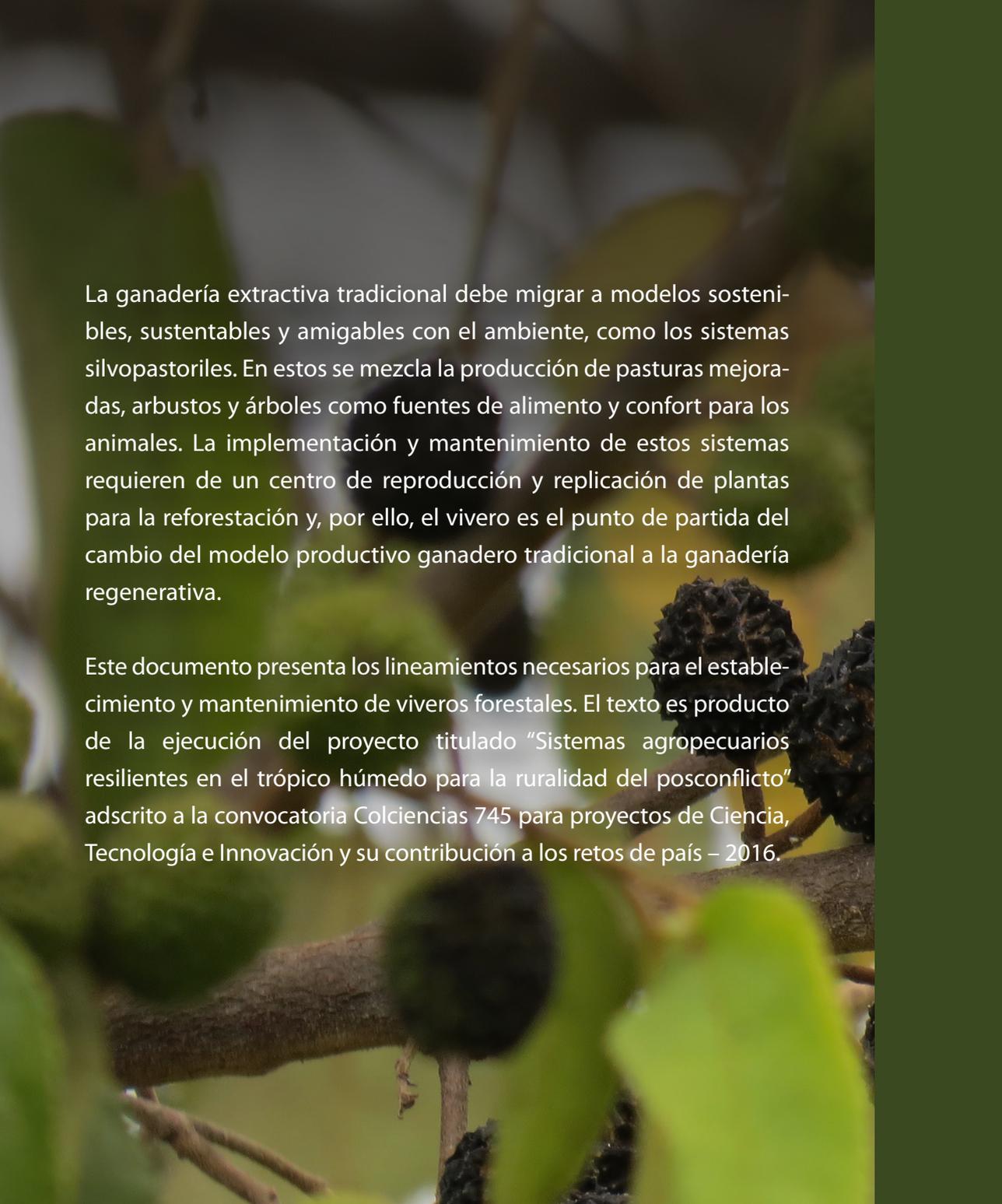
Díaz Forero, K. C. y Trujillo Cárdenas, D. A. (2015). Estimación del potencial de producción y de costos unitarios del vivero de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Archivo digital.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6588/DiazForeroKarenCarolina2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales*, 31(1)
- El semillero (2021). Rendimiento y silvicultura de 95 especies. Archivo digital.  
<https://www.elsemillero.co/shop?order=name+asc&category=2>
- Gold, K., León-Lobos, P. y Way, M. (2004). Manual de recolección de semillas de plantas silvestres: para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Boletín INIA 110. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Archivo digital.  
[http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/32083/Boletin\\_INIA\\_110.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/32083/Boletin_INIA_110.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gómez Restrepo, M. L. y Toro Murillo, J. L. (2007). Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque húmedo tropical. CORANTIOQUIA. Archivo digital.  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1105/81253\\_67199.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1105/81253_67199.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Naval, M. (2006). El vivero Forestal. Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Proyecto Regional Forestal NOA. EEA Santiago del Estero, Argentina. Ediciones INTA, vol. 14. Archivo digital.  
<http://www.inta.gov.ar/santiago/info/documentos/extensionforestal/viveroforestal.pdf>
- Osuna Fernández, H. R. (2014). Manual de propagación de plantas superiores. Proyecto PAPIME. Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia de la UNAM. Archivo digital.  
[https://www.biopasos.com/biblioteca/manual\\_plantas.pdf](https://www.biopasos.com/biblioteca/manual_plantas.pdf)
- Piñuela, A., Guerra, A. y Pérez-Sánchez, E. (2013). Guía para el establecimiento y manejo de viveros agroforestales (en línea). San Javier-Yaracuy, Venezuela, Fundación Danac. 38 p. Consultado 16 may. 2017.
- Ruiz, I. B. (2002). Manual de Reforestación para América Latina. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Estación Experimental Sureña. San Juan, Puerto Rico. 205 p.
- Saravia Rodríguez, M. A. (2021). Evaluación del proceso de producción y financiero del Vivero Forestal La Trinidad en Nicaragua, periodo 2017-2020 (Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Sepúlveda, F. y Carrasco, J. (2014). Validación de alternativas al bromuro de metilo como desinfectante de suelo en el Valle de Azapa. Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias.



- Siura, S. (2016). Acodos y propagación vegetativa natural. Principios de Propagación de Plantas, 43.
- Treceño, A. M., de Cal, A., Moreno, P. M. y Aranda, J. M. L. (2004). Alternativas químicas al bromuro de metilo en viveros de fresa en España. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (161), 14-19.
- Trujillo Navarrete, E. (1992). Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Centro de Estudios del Trabajo. Bogotá. Colombia. 151 p.
- Varela, S. A. y Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Sistemas Forestales Integrados*, 3, 1-10.
- Vélez, M. A. (2019). Informe técnico final de propuestas derivadas de la convocatoria jóvenes investigadores, del proyecto titulado "Sistemas agropecuarios resilientes en el trópico húmedo para la ruralidad del posconflicto". Convocatoria 745 para Proyectos de CTel y su contribución a los retos del país – 2016.
- Villavicencio Murillo, M. M. (2019). Desinfección de sustratos para el control de fitopatógenos en la germinación y desarrollo de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex. Lam.) Urb.(balsa) a nivel de vivero [Bachelor's thesis, Universidad técnica estatal de Quevedo]. Archivo digital.  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4086/1/T-UTEQ-0114.pdf>
- Viveros Viveros, H., Hernández Palmeros, J. D., Velasco García, M. V., Robles Silva, R., Ruiz Montiel, C., Aparicio Rentería, A. y Hernández Hernández, M. L. (2015). Análisis de semilla, tratamientos pregerminativos de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y su crecimiento inicial. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(30), 52-65.
- Willan, R. L. (Comp). (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio FAO Montes 20-2. DANIDA. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 502 p. Archivo digital.  
<http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s00.htm#TOC>.



La ganadería extractiva tradicional debe migrar a modelos sostenibles, sustentables y amigables con el ambiente, como los sistemas silvopastoriles. En estos se mezcla la producción de pasturas mejoradas, arbustos y árboles como fuentes de alimento y confort para los animales. La implementación y mantenimiento de estos sistemas requieren de un centro de reproducción y replicación de plantas para la reforestación y, por ello, el vivero es el punto de partida del cambio del modelo productivo ganadero tradicional a la ganadería regenerativa.

Este documento presenta los lineamientos necesarios para el establecimiento y mantenimiento de viveros forestales. El texto es producto de la ejecución del proyecto titulado “Sistemas agropecuarios resilientes en el trópico húmedo para la ruralidad del posconflicto” adscrito a la convocatoria Colciencias 745 para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación y su contribución a los retos de país – 2016.