

Producción de especies forestales nativas en vivero

para la adaptación y mitigación
del cambio climático en Cundinamarca



Bienestar Verde
Gobernación de Cundinamarca 

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Producción de especies forestales nativas en vivero

para la adaptación y mitigación
del cambio climático en Cundinamarca

Gina Marcela Amado Saavedra
Sandra Liliana Castañeda-Garzón
John Freddy Rodríguez Molina
Natalia Flórez Tuta
Gustavo Alfonso Araújo Carrillo
Jhon Jairo Zuluaga Peláez
Edwin Andrés Villagrán Munar
Leidy Yibeth Deantonio Florido
Mónica Betancourt Vásquez
Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo
Ruth Yesenia Quiroga Mateus
Diana Marcela Torres Jiménez
Magda Rocío Gómez Marroquín



Bienestar Verde
Gobernación de Cundinamarca

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Producción de especies forestales nativas en vivero para la adaptación y mitigación del cambio climático en Cundinamarca. / Gina Marcela Amado Saavedra [y otros doce] / Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2025.

160 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-889-8

ISBN e-Book: 978-958-740-890-4

1. Propagación vegetativa 2. Vivero forestal 3. Adaptación al cambio climático 4. Producción forestal 5. Medidas fitosanitarias 6. Cundinamarca (Colombia).

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura - Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de
Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Centro de Investigación Tibaitatá.
Km 14 vía Mosquera-Bogotá.
Código postal 250047, Colombia.

Centro de Investigación La Libertad.
Km 17, vía Puerto López-Meta.
Código postal 502007, Colombia.

Sede Central. Km 14 vía Mosquera-
Bogotá. Código postal 250047,
Colombia.

Centro de Investigación Nataima. Km 9
vía Espinal-Ibagué, Tolima.
Código postal 733520.

Colección: Alianzas AGROSAVIA

Tipología: cartilla

Primera edición: diciembre de 2025

Esta publicación hace parte de las
actividades 1, 2, 3 y 4 del proyecto
“Fortalecimiento de la producción de
material vegetal arbustivo y arbóreo

para la recuperación de la cobertura
arbórea en el departamento de
Cundinamarca”, financiado por el
Sistema General de Regalías (SGR)
y ejecutado por la Corporación
Colombiana de Investigación
Agropecuaria (AGROSAVIA).

Autoría

Gina Marcela Amado Saavedra
Sandra Liliana Castañeda-Garzón
John Freddy Rodríguez Molina
Natalia Flórez Tuta
Gustavo Alfonso Araújo Carrillo
Jhon Jairo Zuluaga Peláez
Edwin Andrés Villagrán Munar
Leidy Yibeth Deantonio Florido
Mónica Betancourt Vásquez
Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo
Ruth Yesenia Quiroga Mateus
Diana Marcela Torres Jiménez
Magda Rocío Gómez Marroquín

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Líder editorial:

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición:

Verónica Barreto Riveros

Corrección de estilo:

Mario Cruz

Diseño y diagramación:

María Cristina Rueda Traslaviña y

Wilson Martínez Montoya

Impresión: DGP Editores SAS

Citación sugerida:

Amado Saavedra, G. M., Castañeda-Garzón, S. L., Rodríguez Molina, J. F., Flórez Tuta, N., Araújo Carrillo, G. A., Zuluaga Peláez, J. J., Villagrán Munar E. A., Deantonio Florido, L. Y., Betancourt Vásquez, M., Rodríguez Yzquierdo, G. A., Quiroga Mateus, R. Y., Torres Jiménez, D. M., & Gómez Marroquín, M. R. (2025). *Producción de especies forestales nativas en vivero para la adaptación y mitigación del cambio climático en Cundinamarca*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

<http://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7408904>

Cláusula de responsabilidad:

AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno con relación a los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente:

018000-121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co





Contenido

Agradecimientos	7
Presentación	9
Prólogo	11
Introducción	13
El proyecto	15
Contexto y problemática ambiental	19
Adaptación y mitigación del cambio climático desde la propagación forestal	22
Capítulo I. Registro de un vivero forestal	25
Capítulo II. Recomendaciones generales para el establecimiento de un vivero forestal	31
Cubiertas	33
Riego y sistemas de riego	37
Sustratos y envases o contenedores	42
Capítulo III. Consideraciones generales de la producción forestal	53
Manejo de la semilla	53
Siembra	61
Manejo de plántulas en fase de crecimiento	62
Trasplante	64
Capítulo IV. Conceptos de manejo sanitario y caracterización de plagas en la producción de especies forestales nativas en Cundinamarca	67
Calidad sanitaria en la producción de forestales	69

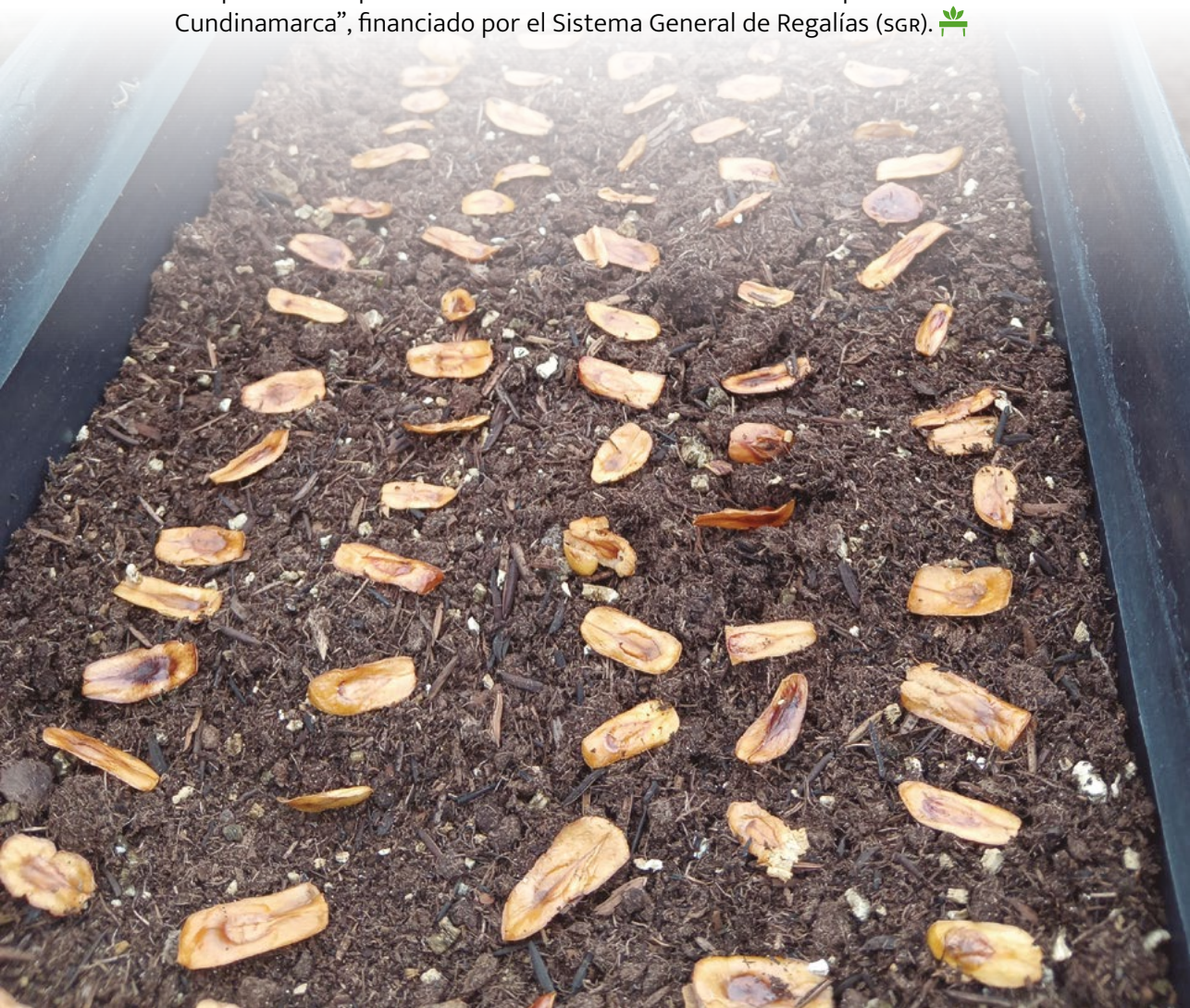


Capítulo V. Producción de especies nativas en el	
Vivero Forestal del Centro de Investigación Tibaitatá	81
Alcaparro enano	84
Arrayán	88
Balso	93
Cedro de altura	98
Cedro rosado	104
Chicalá	108
Cují	113
Dinde mora	117
Guácimo	122
Guayacán - ocobo	127
Guayacán de Manizales	131
Hayuelo	135
Iguá	140
Laurel de cera	144
Referencias	149
Autoría	157



Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la Secretaría de Bienestar Verde de la Gobernación de Cundinamarca y a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), quienes, a través del Convenio Interadministrativo SA-CDCVI-216-2023, aunaron esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para adelantar las actividades 1, 2, 3 y 4 del proyecto “Fortalecimiento de la producción de material vegetal arbustivo y arbóreo para la recuperación de la cobertura arbórea en el departamento de Cundinamarca”, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR). 🌱







Presentación

Para el Centro de Investigación Tibaitatá de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) es un gusto presentar la cartilla *Producción de especies forestales nativas en vivero para la adaptación y mitigación del cambio climático en Cundinamarca*, elaborada en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la producción de material vegetal arbustivo y arbóreo para la recuperación de la cobertura arbórea en el departamento de Cundinamarca”, desarrollado con la Secretaría de Bienestar Verde de la Gobernación de Cundinamarca y financiado por el Sistema General de Regalías (SGR).

Esta cartilla reúne las experiencias adquiridas en el recién creado vivero departamental de especies nativas para Cundinamarca, que hace parte integral de este convenio interadministrativo y en donde se producen plantines que se distribuyen en viveros regionales y municipales a lo largo del departamento, cubriendo los principales pisos climáticos, como un esfuerzo por proveer material vegetal con calidad fisiológica, sanitaria, genética y física. En estos viveros, las plántulas son endurecidas y acondicionadas para luego ser utilizadas en proyectos de reforestación ambiental y restauración ecológica en ecosistemas estratégicos para la protección de cuencas hidrográficas que abastecen los acueductos municipales y rurales del departamento.

En los viveros, las plántulas son endurecidas y acondicionadas para luego ser utilizadas en proyectos de reforestación ambiental y restauración ecológica en ecosistemas estratégicos para la protección de cuencas hidrográficas que abastecen los acueductos municipales y rurales del departamento.

Este documento incluye diversidad de temas: la infraestructura necesaria para la producción de material forestal bajo condiciones protegidas para hacer un mejor uso de los recursos suelo y agua; la normatividad necesaria para el registro de los viveros ante el organismo regulador que garantiza la calidad del material y permite su comercialización y movilización, y consideraciones generales para la producción del material, desde la recolección





de las semillas hasta el trasplante, pasando por la germinación, siembra y manejo de las plántulas, con especial énfasis en las condiciones sanitarias a tener en cuenta durante el proceso de producción. Finalmente, se describen experiencias con la producción de 13 especies forestales nativas en las condiciones del Vivero Forestal del Centro de Investigación Tibaitatá.

Esperamos que esta cartilla motive el establecimiento y manejo de viveros para la producción de especies nativas, bajo un modelo de producción técnica que asegure la supervivencia y el establecimiento de este material en condiciones naturales, como insumo para estrategias de recuperación de la cobertura boscosa del departamento en áreas estratégicas o de compensación ambiental. 🌱

JUAN DIEGO PALACIO MEJÍA
Director Centro de Investigación Tibaitatá, AGROSAVIA





Prólogo

En Cundinamarca, la deforestación de bosques para la extracción de productos y subproductos y el establecimiento de sistemas productivos es una de las causas más importantes de alteración del paisaje, lo que ocasiona que la mayoría de los ecosistemas existentes se encuentren de una u otra manera degradados. Esta situación se concentra especialmente en zonas entre los 1.000 y los 3.000 m s. n. m., en donde han desaparecido casi en su totalidad los biomas característicos. En consecuencia, quedan algunas zonas boscosas de fragmentos aislados, sometidas a afectaciones constantes, generadas por una población que aumenta constantemente y demanda áreas para el uso de bienes como suelo, leña, madera, minerales, flora, fauna y subproductos asociados.

El departamento, consciente de la relación directa entre la deforestación y el aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, al actuar los bosques como sumideros de carbono por almacenamiento de CO₂ en su biomasa y en el suelo circundante, definió la meta 48 dentro del Plan de Desarrollo Departamental “Gobernando: más que un plan” 2024-2028: Sembrar un millón y medio de árboles en Cundinamarca, como parte de la estrategia para reducir la deforestación y almacenar grandes cantidades de carbono a largo plazo.

Para esto, la Secretaría de Bienestar Verde de Cundinamarca (antes Secretaría de Ambiente), en conjunto con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), viene desarrollando el Convenio Interadministrativo SA-CDCVI-216-2023, que busca “Fortalecer la producción de material vegetal arbustivo y arbóreo para la recuperación de la cobertura vegetal en Cundinamarca”, con el fin de aumentar la disponibilidad de material vegetal de especies forestales nativas, arbóreas y arbustivas, en

La meta 48 del Plan de Desarrollo Departamental “Gobernando: más que un plan” 2024-2028 es sembrar un millón y medio de árboles en Cundinamarca, como parte de la estrategia para reducir la deforestación y almacenar grandes cantidades de carbono a largo plazo.





calidad y cantidades necesarias, para el desarrollo de proyectos de reforestación en áreas de importancia hídrica, ambiental y áreas degradadas en el departamento de Cundinamarca.

Dicho convenio está estructurado a partir de dos componentes: uno orientado al suministro de material vegetal de especies nativas para diferentes zonas agroecológicas del departamento y el otro dirigido a la generación de estrategias de producción de material vegetal y procesos de vinculación de conocimiento y sensibilización a nivel regional, a partir de capacitación y asistencia técnica a un gran número de viveristas del departamento.

En el Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, ubicado en las instalaciones de AGROSAVIA en Mosquera, se viene produciendo el material forestal necesario para ser distribuido en los viveros regionales localizados en los municipios de Sibaté, Fusagasugá, San Antonio del Tequendama, Villapinzón, Sutatausa y La Peña, así como en municipios que disponen de un vivero propio y que tienen la capacidad de realizar el embolsado del sustrato en las cantidades requeridas para recibir el material.

Este proyecto se apoya en jornadas de educación, información y sensibilización en manejo de viveros y plantaciones forestales para la conservación ambiental, las cuales se han realizado en los municipios que cuentan con vivero regional y en aquellos que han tenido gran aceptación del proyecto, al igual que el apoyo con insumos para la preparación del sustrato y la asistencia técnica permanente a los diferentes viveros que han recibido el material forestal. 

DIEGO LEANDRO CÁRDENAS CHALA
Secretario de Bienestar Verde de Cundinamarca





Introducción

La disminución en las áreas boscosas del departamento de Cundinamarca, asociada a actividades generadas o influenciadas por el ser humano y desastres naturales, afecta negativamente la biodiversidad y la disponibilidad de los recursos naturales, y aumenta las emisiones de CO₂, alterando la capacidad de los territorios en términos de adaptación y mitigación del cambio climático. No obstante, ello se convierte en una oportunidad para la generación de estrategias como la planeación de siembras en áreas rurales en alianza con las comunidades y la recuperación de la cobertura forestal del departamento, particularmente en áreas de interés para la conservación hídrica.

En este sentido, el proyecto “Fortalecimiento de la producción de material vegetal arbustivo y arbóreo para la recuperación de la cobertura arbórea en el departamento de Cundinamarca”, desarrollado en el marco del Convenio Interadministrativo SA-CDCVI-216-2023 entre la Secretaría de Bienestar Verde de la Gobernación de Cundinamarca y AGROSAVIA, surge a partir de la necesidad de aumentar la disponibilidad y diversidad de material vegetal de especies forestales nativas de calidad, para el desarrollo de procesos de reforestación y restauración en el departamento y como herramienta para contribuir al cumplimiento de la meta departamental de reforestación.

Como parte de los resultados se presenta este documento, conformado por cinco capítulos que abordan temáticas asociadas a la producción de material vegetal forestal para la recuperación de zonas hídricas prioritarias como fuente de sus acueductos veredales y municipales. Los contenidos técnicos descritos están asociados a los procesos de sensibilización e información desarrollados con viveristas, operarios de vivero, asistentes técnicos, funcionarios municipales, profesionales y comunidades asociadas al desarrollo de procesos de reforestación ambiental y restauración en el departamento de Cundinamarca. 🌱







El proyecto

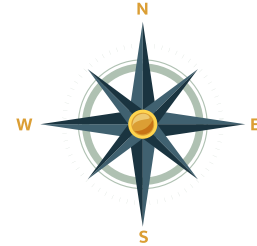
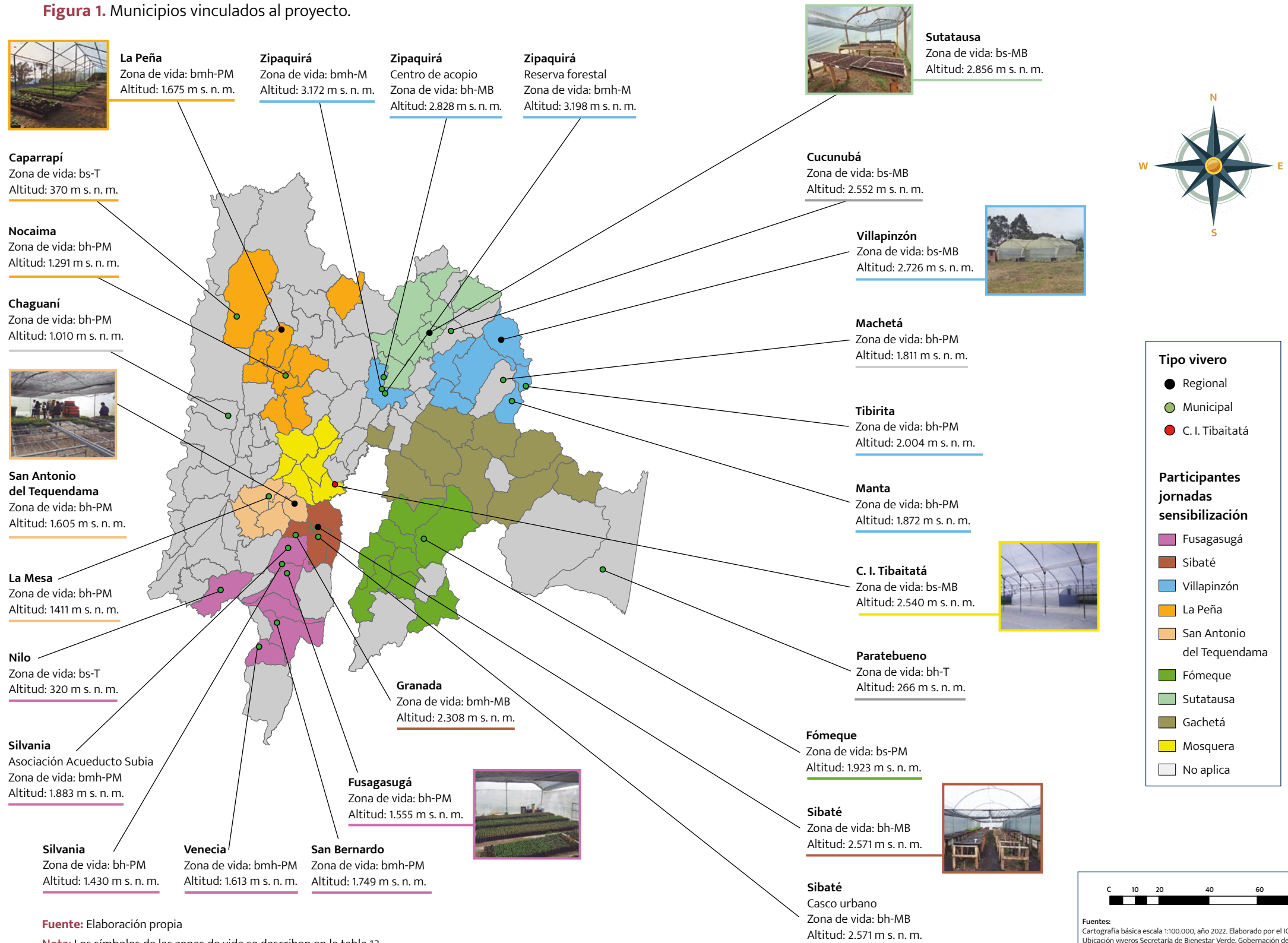
Las actividades asociadas al proyecto se han desarrollado en múltiples municipios del departamento, ubicados en diferentes zonas de vida. Para la entrega de material vegetal se han incluido seis viveros regionales, ubicados en los municipios de Sibaté, Fusagasugá, San Antonio del Tequendama, Sutatausa, Villapinzón y La Peña, así como viveros municipales en 27 ubicaciones (figura 1).

Los referidos municipios, junto a Fómeque, Gachetá y Mosquera, han sido el epicentro del proceso de fortalecimiento de capacidades locales, mediante el desarrollo de jornadas de educación, información y sensibilización en manejo de viveros y plantaciones forestales para la conservación ambiental, con las que se ha logrado impactar a 54 municipios del departamento. En estas jornadas se han abordado temas como la planificación del vivero, infraestructura, manejo de la semilla, propagación, manejo sanitario en vivero, manejo de la producción, registro de viveros forestales, conservación ambiental y plantaciones forestales. 🌱





Figura 1. Municipios vinculados al proyecto.



- Tipo vivero**
- Regional
 - Municipal
 - C. I. Tibaitatá

- Participantes jornadas sensibilización**
- Fusagasugá
 - Sibaté
 - Villapinzón
 - La Peña
 - San Antonio del Tequendama
 - Fómeque
 - Sutatausa
 - Gachetá
 - Mosquera
 - No aplica



Fuentes:
Cartografía básica escala 1:100.000, año 2022. Elaborado por el IGAC
Ubicación viveros Secretaría de Bienestar Verde, Gobernación de Cundinamarca

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los símbolos de las zonas de vida se describen en la tabla 13.





Contexto y problemática ambiental

El desarrollo de la humanidad ha generado un impacto significativo en los recursos naturales del planeta, lo que se ve reflejado en la intensidad y frecuencia de fenómenos como sequías, inundaciones, degradación de tierras y pérdida de la biodiversidad, entre otros.

En términos del cuidado del ambiente, todos tenemos derechos y responsabilidades, como lo establecen los artículos 8, 80 y 95 de la Constitución Política de Colombia (1991), que indican que los ciudadanos tienen el deber de proteger los recursos naturales y velar por la conservación de un ambiente sano. Asimismo, establecen que las acciones encaminadas a este propósito deben ser lideradas por el Estado, mediante la planificación del uso y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su conservación, restauración, sustitución y desarrollo sostenible.

En la protección de los recursos naturales son diversos los actores que pueden interactuar y las acciones a realizar. Una de las más importantes es la reforestación o repoblación vegetal, que incluye procesos de enriquecimiento, restauración, rehabilitación o recuperación, utilizando especies arbóreas o arbustivas en áreas estratégicas, como zonas degradadas, de amortiguación, protegidas y de recarga de acuíferos o nacimientos de agua.

En Colombia, la reforestación está soportada por la política pública y planes y proyectos que vinculan diferentes elementos y actores (figura 2), incluyendo la Constitución, políticas sectoriales, planes territoriales y de acción, que se soportan en los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los marcos y convenios internacionales a los cuales el país está suscrito.

En la protección de los recursos naturales son diversos los actores que pueden interactuar y las acciones a realizar. Una de las más importantes es la reforestación o repoblación vegetal, que incluye procesos de enriquecimiento, restauración, rehabilitación o recuperación.





Figura 2. Elementos y actores que hacen parte de las estrategias de repoblación forestal en Colombia.



Fuente: Elaboración propia

La repoblación forestal puede realizarse en lugares estratégicos donde se requiera proteger los cuerpos y corrientes de agua, las zonas de ladera, los páramos, las áreas degradadas o las zonas de reserva, por lo que el conocimiento de sus características ambientales y las condiciones apropiadas para el desarrollo de diferentes especies forestales de interés es clave para planificar el proceso. Por ejemplo, Cundinamarca cuenta con más de 700 acueductos veredales, distribuidos a lo largo de sus 116 municipios (Gobernación de Cundinamarca, 2024), los cuales abastecen a más de 850.000 habitantes de las zonas rurales (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2023), y cuenta con 212 áreas protegidas, que alcanzan 357.616 ha (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2023).

Por otra parte, el documento *Escenarios de cambio climático de la cuarta comunicación de Colombia* (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024) incluye para algunas variables climáticas un análisis nacional por escenarios generados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), proyectados para el siglo xxi.





Allí se indican los cambios proyectados para la precipitación y la temperatura media en los diferentes escenarios (ssp¹), para el periodo 2041-2060, descritos a partir de futuros alternativos de desarrollo socioeconómico (tabla 1).

Tabla 1. Valores proyectados de variables climáticas para Colombia y el departamento de Cundinamarca en el periodo 2041-2060

Escenario	Colombia		Cundinamarca	
	Cambio precipitación (%)	Cambio temperatura media (°C)	Cambio precipitación (%)	Cambio temperatura media (°C)
Sustentabilidad (SSP1)	7,0	1,29	10,1	1,59
Intermedio (SSP2)	5,9	1,58	10,0	1,95
Fragmentación (SSP3)	3,4	1,76	7,1	2,06
Combustibles fósiles (SSP5)	4,4	1,97	7,7	2,28

Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM (2024)

El aumento general en la temperatura para el periodo 2041-2060 (1,65 °C en el país y alrededor de 2 °C para Cundinamarca), unido a un ligero incremento en la precipitación, puede tener graves consecuencias para los recursos naturales, como más sequías, inundaciones, desertificación, escasez de agua, pérdida de biodiversidad, incendios forestales y tormentas más potentes. Ante estas consecuencias, las repoblaciones forestales deben implementarse de manera prioritaria, considerando que sus efectos se reflejan en el mediano y largo plazo.

1 ssp, del inglés *shared socioeconomic pathways*, trayectorias socioeconómicas compartidas.





Adaptación y mitigación del cambio climático desde la propagación forestal

Bajo el contexto en mención, la reforestación o repoblación vegetal se considera una estrategia de adaptación al cambio climático. Las metas ambientales proyectadas y comprometidas desde el Estado y los gobiernos (nacional, regional y local) demandan la reforestación de miles de hectáreas con especies forestales de interés para cada región; sin embargo, su producción requiere de la planeación estratégica, del fortalecimiento de capacidades locales y de la infraestructura territorial.

Las principales preguntas para alcanzar estas metas giran en torno a cómo, cuándo y dónde se producirá el material vegetal para repoblar un área significativa. En este caso, la planificación y puesta en marcha de un vivero forestal constituyen un elemento central; es esencial entender que un vivero forestal siempre será un medio y no el fin en las acciones de repoblación forestal.





Sin embargo, ese medio (el vivero), debe tener las condiciones necesarias para que el fin (la repoblación), pueda lograrse de la mejor manera posible.

En términos generales, un vivero forestal es un sitio o área de terreno destinado a la producción de plantas forestales. Cuando se habla de producción, se hace referencia a varios procesos que incluyen la preparación, siembra y germinación de las semillas, seguido del cuidado, mantenimiento y traslado de las plantas a su lugar definitivo de plantación. De esta forma, se debe contar con instalaciones, equipos, herramientas e insumos aplicados técnicamente en un vivero forestal.

En las siguientes páginas se describirán, de una manera práctica e ilustrativa, aspectos generales relacionados con el manejo de un vivero forestal, los procedimientos básicos para obtener su registro ante la entidad competente y la descripción de una serie de especies forestales de interés sobre las cuales se tiene experiencia en la producción. 🌱





Registro de un vivero forestal

Con el fin de garantizar la calidad y trazabilidad del material vegetal de propagación, y de fortalecer y facilitar su producción y comercialización, es necesario realizar el registro de viveros ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Esto favorece tanto a los viveros como a quienes adquieren o usan el material vegetal que estos producen, ya que al tenerlo se da un respaldo frente a la legalidad y calidad de las semillas, se asegura su estado fitosanitario y se limita la informalidad en la producción de semillas y **plántulas**.

Para obtener el registro, es necesario atender lo establecido en la Resolución ICA 0780006 de 2020², la cual busca unificar las regulaciones en materia de registro de viveros y huertos básicos, así como simplificar y homogenizar los costos de los trámites. Lo establecido es aplicable para personas naturales o jurídicas que se dediquen a la producción o comercialización de material vegetal de propagación o de plantas vivas a través de viveros o huertos básicos para la siembra u ornato en el país. Es de resaltar que no son objeto de registro, por un lado, los viveros cuya producción no supere las 365 plantas/año, aunque deben cumplir lo indicado en la Resolución ICA 3593 de 2015 y aquellas que la adicionen, modifiquen o sustituyan, y, por el otro, las grandes superficies que comercializan material vegetal de propagación o plantas vivas, que deberán acreditar ante la autoridad competente la procedencia del material.

La solicitud de registro de vivero productor o comercializador o el huerto básico (figura 3) se realiza ante la gerencia seccional del ICA o la oficina de la jurisdicción donde se encuentre ubicado el predio, cumpliendo los requisitos establecidos el artículo 4 del Capítulo II de la Resolución ICA 0780006 de 2020.

² Esta resolución está vigente desde el 25 de noviembre de 2020 y derogó las resoluciones 3180 de 2009, 2457 de 2010, 3434 de 2005, 4994 de 2012 y 3626 de 2007. Por su parte, los artículos 4 y 14 de la Resolución de 2020 fueron modificados por la Resolución 12483 del 22 de septiembre de 2023 (ICA, 2024).

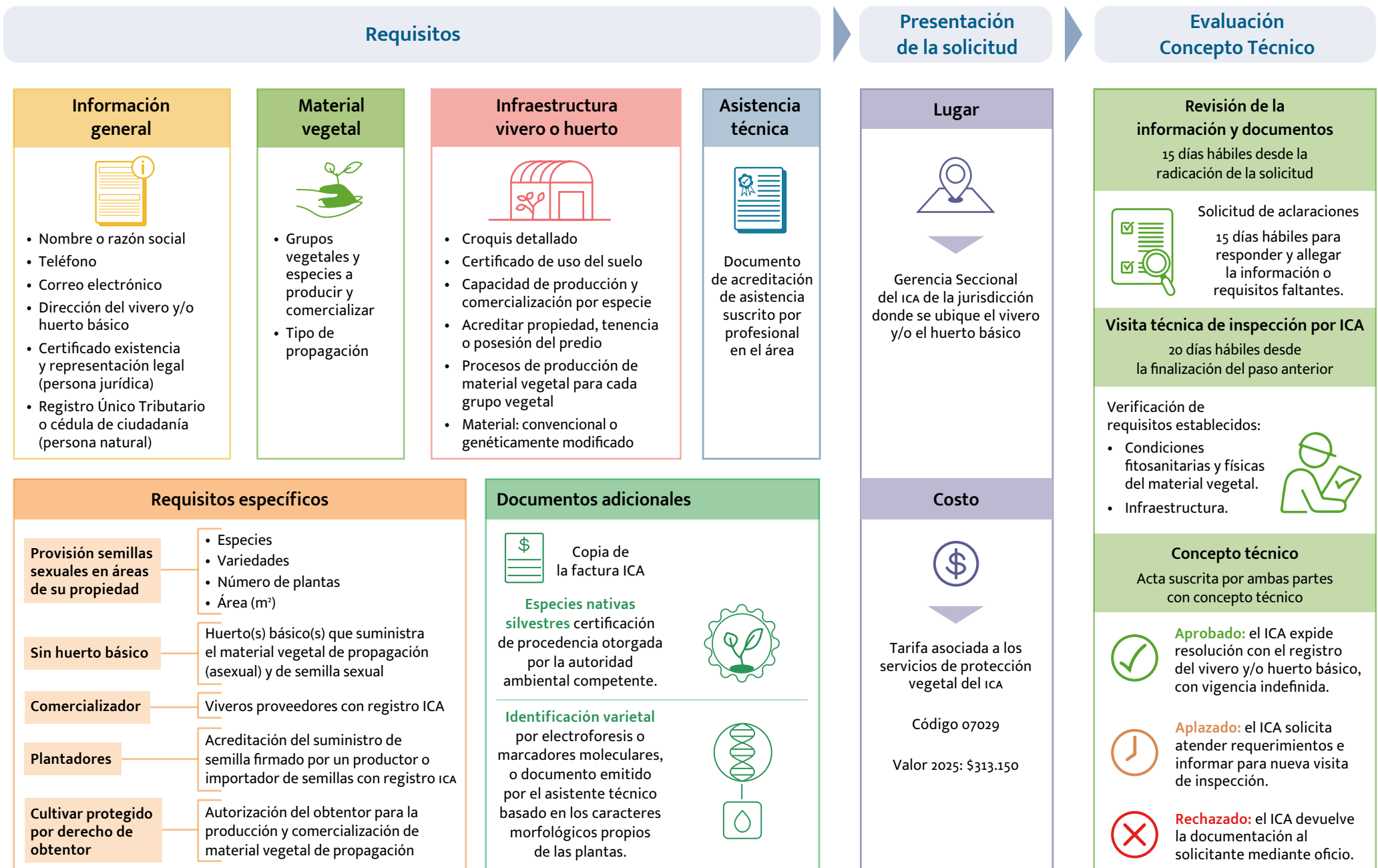
Plántula:

planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas.





Figura 3. Requisitos y proceso de registro de viveros y huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país.



Fuente: Elaboración propia con base en ICA (2020)



Una vez otorgado el registro, y con el fin de cumplir con sus actividades de inspección, vigilancia y control, los profesionales del ICA, debidamente identificados, podrán hacer visitas a los viveros o los huertos básicos (a partir de las cuales se elaborarán actas que deberán ser firmadas por las partes intervinientes), por lo que el titular del registro o el administrador deben permitir su entrada a los predios.

El registro del vivero o del huerto básico se puede solicitar para las especies que se requiera, siendo necesario para cada especie cumplir con los requisitos fitosanitarios y contar con las áreas de germinación, producción y distribución delimitadas. Cuando ya se cuente con el registro y se requiera hacer una modificación en aspectos como cambio del domicilio del vivero o huerto básico, titular del registro o de su razón social, capacidad de producción o comercialización por especie, o áreas de producción, el titular del registro debe hacer la solicitud correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes a la ocurrencia de cualquiera de las circunstancias indicadas.

Se recomienda leer completamente la Resolución ICA 780006 de 2020, para revisar con detalle los requisitos, las responsabilidades del titular y del asistente técnico, el tratamiento de las plantas, el rotulado para comercialización y las sanciones.

El ICA puede cancelar el registro cuando se presenten los siguientes casos:

- ◆ Por solicitud del titular.
- ◆ Evidencia de incumplimiento de las disposiciones establecidas en la Resolución ICA 780006 de 2020.
- ◆ Falsedad de la documentación bajo la cual se dio el registro.
- ◆ Por orden de autoridad judicial o administrativa competente.
- ◆ Evidencia de que se está comercializando material vegetal de propagación sin contar con la capacidad otorgada en el registro para este fin.
- ◆ Continuos incumplimientos sobre las obligaciones que conlleven a sanciones administrativas.

Para el tratamiento del material vegetal a comercializar, se deberán seguir las recomendaciones dadas por el asistente técnico en cuanto al uso de productos (dependiendo la plaga a controlar, deben estar registrados en el ICA), con el fin de asegurar su sanidad.





En cuanto al rotulado, la semilla sexual adquirida en casa comercial para la producción de material vegetal debe tener un rótulo amarillo, con letra legible, que contenga la información indicada en la figura 4.

Figura 4. Información que debe contener la etiqueta o rótulo usado en el empaque de semilla sexual comercial.

Nombre de la empresa productora y comercializadora

Número de registro ICA

Nombre científico y común(es) de la especie

Nombre comercial del cultivar

Planta injertada ☐

Semilla sexual ☐

Municipio y teléfono de contacto

Fuente: Elaboración propia con base en ICA (2020)

Se recomienda leer completamente la Resolución ICA 780006 de 2020, para revisar con detalle los requisitos (considerando que algunos de estos pueden o no aplicar según si se es productor o comercializador, si es solo huerto básico, entre otros), las responsabilidades del titular y del asistente técnico, el tratamiento de las plantas, el rotulado para comercialización y las sanciones. 



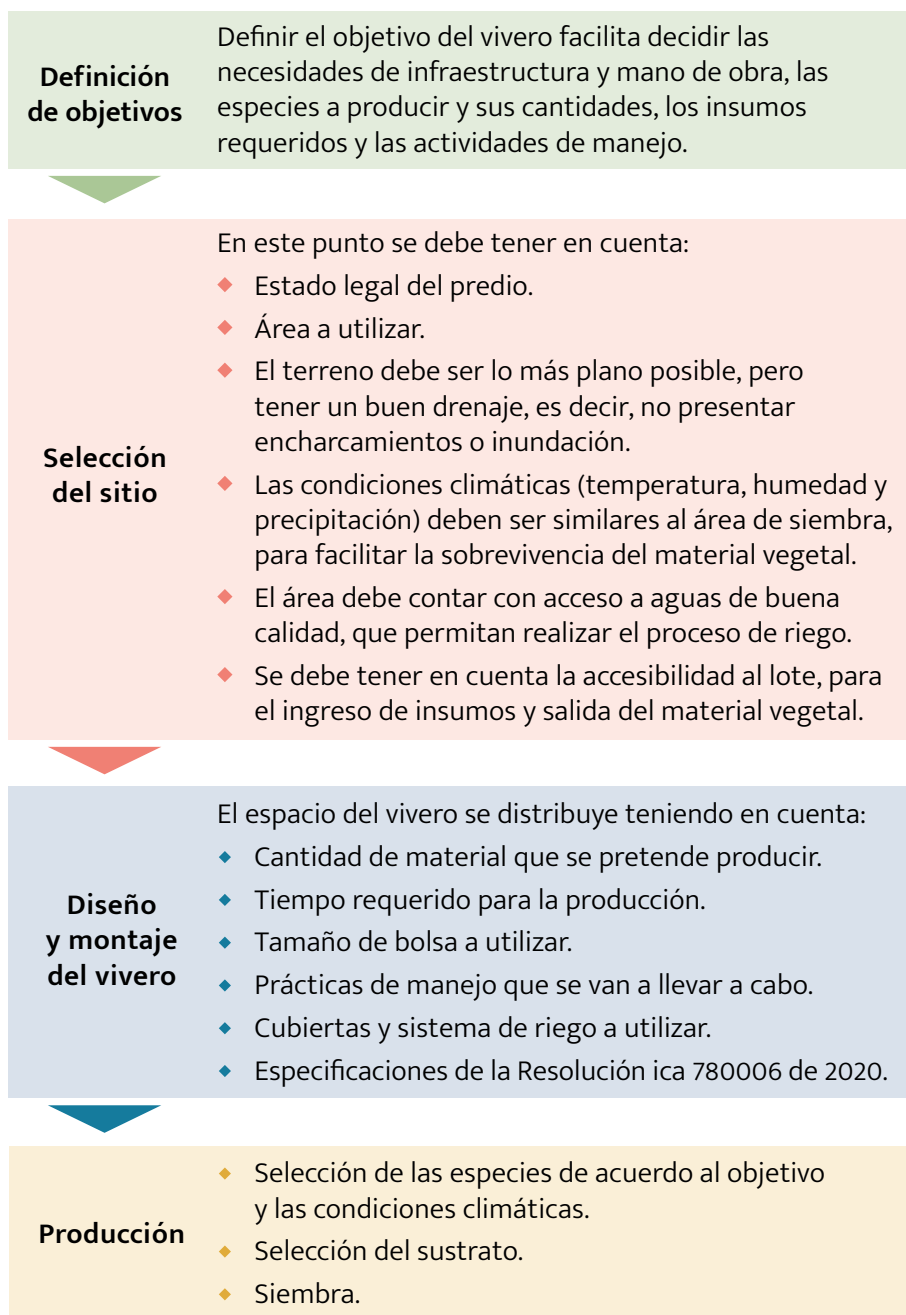
Recomendaciones generales para el establecimiento de un vivero forestal

Un vivero forestal es el lugar en el que se realiza el proceso de producción del material vegetal; su establecimiento es una etapa fundamental para obtener plántulas de buena calidad física y sanitaria y en las cantidades necesarias para suplir las necesidades al momento de realizar la plantación (Trujillo, 2019; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022). La planificación del vivero tiene varias fases (figura 5), que incluyen la definición de objetivos, la selección del sitio, el diseño y montaje del vivero, y la producción.

Un vivero forestal cuenta con algunas áreas mínimas de trabajo (figura 6). A continuación, se especifican algunos aspectos que se consideran fundamentales para su buen funcionamiento y adecuadas condiciones de producción.



Figura 5. Fases de planificación de un vivero forestal.



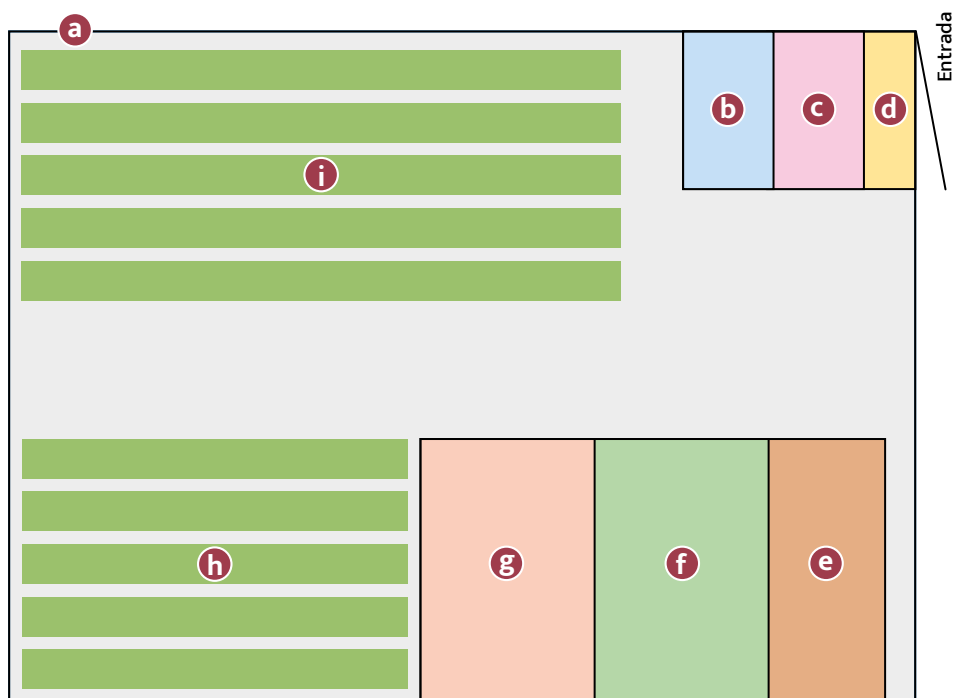
Fuente: Elaboración propia con base en Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2020), ICA (2020) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (2023)





Figura 6. Esquema general de distribución del área de un vivero.

a. Aislamiento perimetral; b. Fuente de agua; c. Zona para preparación de mezclas líquidas y desinfección de herramientas; d. Zona de desinfección de manos y pies; e. Zona de almacenamiento de insumos y herramientas; f. Zona cubierta para almacenamiento y preparación de sustratos; g. Zona cubierta para embolsado y trasplante; h-i. Áreas de germinación y crecimiento.



Fuente: Elaboración propia con base en Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2020), ICA (2020) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (2023)

Cubiertas

En el contexto del cambio climático, la producción de especies forestales nativas en vivero enfrenta cada vez más retos relacionados con el aumento de temperaturas, la variabilidad en los patrones de precipitación y la mayor frecuencia de eventos extremos. Ante este panorama, el uso adecuado de cubiertas y sistemas de riego se convierte en una estrategia fundamental para asegurar la calidad de las plántulas, optimizar los recursos





hídricos y energéticos, y aumentar la resiliencia de los sistemas productivos (Villagrán et al., 2023). El uso combinado de cubiertas adecuadas y sistemas de riego eficientes permitirá:

- ◆ Minimizar el uso de agua hasta en un 40 %.
- ◆ Aumentar la tasa de supervivencia de plántulas en campo.
- ◆ Mejorar el crecimiento radicular y la calidad morfológica.
- ◆ Adaptar la producción a condiciones climáticas cambiantes.
- ◆ Mejorar la eficiencia productiva y reducir los tiempos en la producción de material vegetal.

Este apartado presenta orientaciones técnicas para seleccionar y manejar las cubiertas y el riego en viveros de especies forestales nativas, con énfasis en las condiciones climáticas típicas del departamento de Cundinamarca.

■ Cubiertas para viveros forestales

La tabla 2 presenta las principales características de las cubiertas más utilizadas en Cundinamarca.

Tabla 2. Tipos de cubiertas más utilizadas en Cundinamarca

Tipo	Descripción
Malla polisombra	Disponible en diferentes porcentajes de sombreo (30 % a 80 %) (figura 7a). Regula la radiación solar y la temperatura interna, lo que reduce el estrés hídrico y lumínico de las plántulas.
Malla antiinsecto	Malla fina que evita el ingreso de insectos vectores de enfermedades sin afectar la ventilación. Se usa frecuentemente en viveros donde se requiere mayor sanidad (figura 7b).
Malla polisombra de colores	Algunas investigaciones indican que colores como el rojo, azul o negro pueden modificar la calidad de luz recibida por las plantas, lo que influye en su tasa de crecimiento y características morfológicas. Su uso está en expansión en viveros tecnificados.
Plástico polietileno con protección uv	Ideal para proteger las plántulas de lluvias intensas, heladas y vientos fríos. Su uso es común en germinadores y viveros en zonas de alta montaña





Tipo	Descripción
Policarbonato	Material rígido, liviano, con buena transmisión de luz y alta resistencia a impactos. Su durabilidad lo hace ideal para viveros institucionales o con infraestructura fija.
Vidrio	Aunque menos común por su costo y fragilidad, puede encontrarse en invernaderos permanentes. Proporciona excelente transmisión de luz, pero requiere sistemas de ventilación adecuados.
Rafia de polipropileno (PP)	Material sintético blanco translúcido más ligero, pero más resistente que el polietileno. Resiste ácidos y detergentes. Se usa ocasionalmente como cubierta económica en estructuras temporales (figura 7c).
Cubiertas mixtas (plástico + malla)	Permiten modular el microclima dependiendo de la etapa de desarrollo de la plántula. Se recomiendan para viveros tecnificados o institucionales (figura 7d).

Fuente: Elaboración propia con base en Bojacá et al. (2012), Holcman y Sentelhas (2012), Ahemd et al. (2016), Santolini et al. (2022) y Villagrán et al. (2023)

Figura 7. Diferentes tipos de cubierta en viveros. a. Cubierta en malla sombra; b. Cubierta en malla antiinsecto; c. Cubierta en rafia plastificada; d. Cubierta mixta plástico y malla sombra de color.



Fotos: Edwin Villagrán



■ Elección de cubierta según altitud y clima

Cada zona altitudinal en Cundinamarca presenta condiciones climáticas particulares que influyen en la selección de cubiertas. A continuación, se presentan algunas recomendaciones de acuerdo con la altitud, temperatura promedio y consideraciones específicas para cada zona, las cuales pueden ajustarse según la especie forestal a propagar, la etapa de desarrollo (germinación, crecimiento o endurecimiento) y la disponibilidad de materiales. La clave está en lograr un equilibrio entre protección, ventilación, luz, costo y durabilidad del material (tabla 3).

Tabla 3. Criterios para la selección de cubiertas

Zona altitudinal	Temperatura promedio (°C)	Tipo de cubierta recomendada
Alta montaña (> 2.500 m s. n. m.)	< 15 °C	Policarbonato, rafia o plástico uv + malla 35 %. Se busca protección contra heladas, alta radiación y lluvias intensas.
Media montaña (1.500-2.500 m s. n. m.)	15-20 °C	Malla 50-65 %, polisombra negra, perímetro en malla antiinsecto. Se busca un balance entre sombra y ventilación.
Baja montaña (< 1.500 m s.n.m.)	> 20 °C	Malla 65-80 %, cubiertas mixtas. Se busca reducción de estrés térmico y exposición solar intensa.

Fuente: Elaboración propia

■ Beneficios del uso de cubiertas

El uso de cubiertas en viveros no solo protege a las plántulas de condiciones climáticas adversas, también mejora su desarrollo fisiológico y morfológico. Algunos beneficios adicionales son:

- ♦ **Reducción de daños por lluvias, vientos o heladas:** las cubiertas actúan como barrera física ante eventos meteorológicos extremos, lo que previene daño mecánico y pérdida de material vegetal (Villagrán et al., 2021).





- ◆ **Mejora en la eficiencia del riego:** al reducir la evaporación, las cubiertas permiten un mejor aprovechamiento del agua aplicada, optimizando su uso y reduciendo la frecuencia de riego (Villagrán & Jaramillo, 2020).
- ◆ **Condiciones óptimas para la germinación y el crecimiento:** la regulación de la temperatura, la humedad relativa y la radiación facilita la germinación homogénea y un crecimiento vigoroso (Montero et al., 2008; Villagrán et al., 2021).
- ◆ **Prolongación del ciclo productivo:** en viveros de altura o clima variable, las cubiertas permiten iniciar la producción antes o extenderla más allá de los límites climáticos habituales (Robson et al., 2022).
- ◆ **Mayor control sobre enfermedades e ingreso de plagas:** la inclusión de mallas antiinsectos y la reducción de salpicaduras de agua lluvia contribuyen a un mejor control sanitario (Villagrán & Jaramillo, 2020).
- ◆ **Mejoras en la calidad fisiológica y morfológica de las plántulas:** bajo condiciones controladas, se obtienen plántulas con estructuras más equilibradas y mayor tasa de supervivencia en campo (Montero et al., 2008).
- ◆ **Aumento en la productividad del vivero:** al minimizar pérdidas por mortalidad y estrés, se incrementa el número de plántulas viables por ciclo.
- ◆ **Reducción en el uso de agroinsumos:** menor incidencia de enfermedades implica menos necesidad de fungicidas o insecticidas, lo que favorece prácticas más sostenibles (Robson et al., 2022).

En conjunto, estos beneficios posicionan a las cubiertas como elementos esenciales para el éxito en la producción de especies forestales nativas, especialmente en contextos de variabilidad climática como los que enfrenta actualmente el altiplano cundiboyacense y otras zonas del país.

Riego y sistemas de riego

El suministro de agua debe ser eficiente y ajustado a las necesidades de las especies, el tipo de sustrato y las condiciones climáticas. Un buen sistema de riego permite reducir pérdidas de agua, mejorar la calidad de las plántulas y evitar enfermedades relacionadas con exceso de humedad (Gurovich, 1984). Para ello, es clave entender no solo los tipos de riego, sino también los componentes que conforman un sistema bien diseñado.



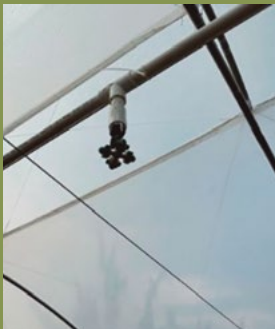


■ Tipos de riego

La selección del tipo de riego en un vivero forestal depende de múltiples factores: desde el tamaño del área de producción y el recurso hídrico disponible, hasta las características de las especies forestales cultivadas.

Los principales tipos de riego utilizados en viveros se describen en la tabla 4, resaltando sus usos más comunes, las condiciones ideales de aplicación, y las ventajas y limitaciones que deben evaluarse según el contexto técnico y económico.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de los sistemas de riego

Sistema de riego	Descripción	Ventajas	Desventajas
Riego por aspersión 	Común en viveros de bandejas o camas elevadas. Distribuye el agua de manera uniforme, pero puede generar mayor pérdida por evaporación.	Cobertura amplia; fácil instalación; adecuado para camas elevadas.	Alta evaporación; puede mojar follaje en exceso; requiere presión constante.
Riego por microaspersores y nebulizadores 	Proporciona gotas más finas y localizadas, lo que reduce el consumo de agua y evita la compactación del sustrato. Ideal para viveros medianos y grandes.	Alta eficiencia en uso del agua; evita compactación del sustrato; adecuada humidificación del ambiente.	Costo más alto; requiere mantenimiento frecuente y buen filtrado del agua.



Sistema de riego	Descripción	Ventajas	Desventajas
Riego por goteo 	Suministra agua directamente en la base de cada planta. Es eficiente en época de endurecimiento o en viveros con restricciones hídricas.	Uso preciso del agua; evita enfermedades por humedad foliar; ideal en zonas con escasez hídrica.	Requiere instalación más compleja; susceptible a obstrucciones; necesita buena calidad de agua.
Riego manual 	Se realiza con regaderas o mangueras con boquillas finas. Es apropiado para viveros pequeños o en zonas rurales con acceso limitado a tecnología.	Bajo costo inicial; adaptable a pequeños viveros; fácil de operar sin infraestructura compleja.	Alto consumo de mano de obra; baja eficiencia y uniformidad; difícil de escalar.

Fuente: Elaboración propia con base en Bojacá et al. (2017)

Fotos: Edwin Villagrán

■ Componentes de un sistema de riego

Un sistema de riego eficiente y con distribución de agua uniforme está compuesto por los siguientes elementos básicos:

- ◆ **Fuente de agua:** puede ser un pozo, río, reservorio, tanque elevado, tanque australiano o sistema de captación de lluvia (figura 8a).
- ◆ **Filtros:** evitan la obstrucción de boquillas o goteros, especialmente en sistemas de microaspersión, nebulización y goteo. Existen filtros de anillos y filtros de arenas, que son los más usados en sistemas productivos (figura 8b).
- ◆ **Sistema de bombeo:** bomba eléctrica centrífuga o periférica, que impulsa el agua con la presión y caudales adecuados (figura 8c).





- ◆ **Válvulas de control:** permiten abrir o cerrar el paso del agua por sectores según la necesidad. Estas pueden operarse de forma manual o automática, en función del área y nivel tecnológico del vivero (figura 8d).
- ◆ **Tuberías principales y secundarias:** distribuyen el agua desde la fuente hasta los puntos de riego dentro del vivero, pueden ser de polietileno o pvc de alta presión.
- ◆ **Emisores:** dispositivos que entregan el agua a las plantas, entre los cuales se encuentran aspersores, microaspersores, nebulizadores, goteros y boquillas manuales.
- ◆ **Manómetros y medidores de caudal:** permiten monitorear la presión y volumen de agua aplicado, para garantizar una alta eficiencia del uso del recurso hídrico (figura 8d).

Figura 8. Componentes de un sistema de riego. a. Fuente de agua en tanque australiano; b. Sistema de filtrado; c. Equipos de bombeo; d. Válvulas de campo y manómetro.



Fotos: Edwin Villagrán



■ Criterios para elegir el sistema de riego

La selección del sistema de riego más adecuado debe basarse en una evaluación integral de factores técnicos, económicos y operativos (Bojacá et al., 2012). A continuación, se detallan los principales criterios a considerar:

- ◆ **Tamaño y escala del vivero:** los viveros pequeños pueden operar con sistemas manuales o de bajo costo, mientras que los medianos y grandes requieren soluciones más automatizadas, para garantizar uniformidad y eficiencia.
- ◆ **Disponibilidad y calidad del recurso hídrico:** la cantidad de agua disponible, su estacionalidad y su calidad (presencia de sólidos, salinidad, pH) condicionan el tipo de sistema, especialmente en métodos como el goteo o la microaspersión, que requieren agua filtrada.
- ◆ **Etapas de desarrollo de las plántulas:** las fases de germinación, crecimiento y endurecimiento tienen diferentes necesidades hídricas. Sistemas como la nebulización pueden ser útiles en etapas iniciales, mientras que el goteo es preferido en el endurecimiento.
- ◆ **Presupuesto disponible para infraestructura:** algunos sistemas requieren mayores recursos técnicos y económicos para su instalación y funcionamiento, por lo que es necesario evaluar los costos de inversión inicial, operación y mantenimiento.
- ◆ **Capacidad técnica para operación y mantenimiento:** la disponibilidad de personal capacitado para manejar y mantener los sistemas (bombas, filtros, emisores) es clave para su sostenibilidad a largo plazo.

■ Buenas prácticas de riego

La implementación de buenas prácticas de riego en viveros forestales es esencial para garantizar el uso eficiente del agua, mejorar la sanidad del material vegetal y promover una producción sostenible. Estas prácticas no solo contribuyen a reducir el consumo hídrico, sino también a mejorar la calidad de las plántulas producidas. Es recomendable realizar el riego en horas de menor radiación solar, como en las primeras horas de la mañana o al final de la tarde, para reducir la evaporación y evitar el estrés térmico en las plántulas.

La implementación de buenas prácticas de riego no solo contribuye a reducir el consumo hídrico, sino también a mejorar la calidad de las plántulas producidas.





La frecuencia del riego debe adaptarse a las condiciones del sustrato, el clima y las necesidades específicas de cada especie, evitando tanto la sequía como el exceso de humedad. El encharcamiento es uno de los principales factores de mortalidad en viveros, ya que favorece la aparición de enfermedades radiculares. Por ello, se deben emplear métodos de monitoreo de humedad, como sensores o pruebas manuales, que permitan ajustar el riego con base en información objetiva.

Siempre que sea posible, se recomienda complementar el sistema de riego con tecnologías de captación y almacenamiento de agua lluvia, lo que permite una mayor autonomía y sostenibilidad del vivero. Finalmente, el mantenimiento regular de los equipos, especialmente filtros, boquillas y tuberías, es clave para garantizar una operación eficiente y evitar fallas que puedan afectar la distribución del agua.

Sustratos y envases o contenedores

La selección del tipo de envase y el sustrato a utilizar influyen en aspectos como el tamaño del área de producción, la cantidad de mano de obra requerida y la necesidad de estructuras adicionales.

■ Sustratos o medios de crecimiento

Un sustrato es el material, puro o mezclado, que le da a la planta un soporte y permite el desarrollo de la raíz (Ansorena, 1994). Las características del sustrato afectan directamente el desarrollo de la planta en el vivero y, posteriormente, la sobrevivencia en campo (Dufault, 1998).

Para elegir el sustrato, se debe tener en cuenta:

- ◆ Buena retención de agua, para cubrir las necesidades fisiológicas de la planta; el agua transporta los nutrientes e influye en la estructura del suelo, por lo que se deben evitar sustratos arenosos por su baja retención.
- ◆ Porosidad suficiente para permitir la respiración de la raíz, el intercambio de nutrientes y drenaje adecuado; sustratos compactados dificultan el desarrollo de la raíz (Prodefo, 2000).
- ◆ pH entre 5,5 y 7,0, como un rango óptimo para la disponibilidad de nutrientes y actividad microbiana (Trujillo, 2019).
- ◆ Capacidad de intercambio catiónico (CIC) que permita intercambiar, retener y hacer disponibles los nutrientes para las plantas; en suelos arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica o de baja fertilidad, la CIC es baja (Prodefo, 2000).





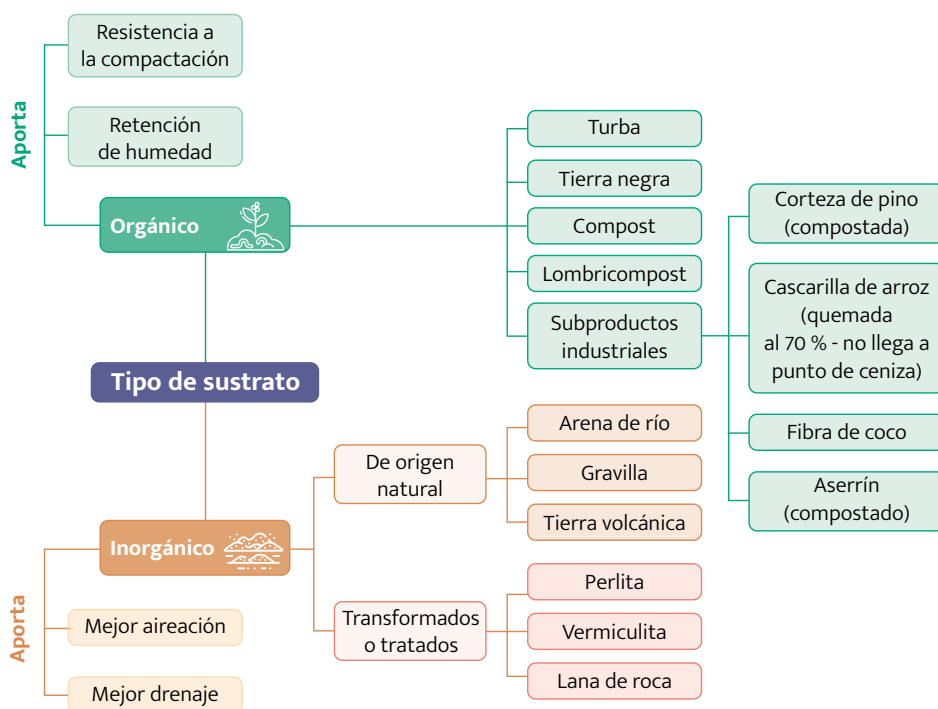
- ◆ Estructura que facilite el crecimiento y penetración de las raíces y, a su vez, el anclaje vertical de la planta; si la estructura es muy rígida, puede afectar procesos como infiltración, drenaje y aireación (Valera & Garay, 2017).
- ◆ Que sea capaz de formar una masa que permita mantener las raíces en buen estado al momento de extraer la planta del contenedor antes de la siembra (Valera & Garay, 2017).
- ◆ Debe estar libre de residuos y semillas de otras plantas que generen competencia por agua, luz y nutrientes.

Los sustratos en germinadores no requieren fertilización; en esta etapa de desarrollo, la semilla es capaz de sobrevivir por sí misma gracias a los nutrientes almacenados en los **cotiledones** (Trujillo, 2019).

Cotiledón:  parte del embrión de una semilla.

En general, los sustratos pueden clasificarse en orgánico e inorgánico, con las características descritas en la figura 9.

Figura 9. Tipos de sustratos.



Fuente: Elaboración propia





Los sustratos de mayor uso en las zonas rurales de Cundinamarca (figura 10) son los de origen orgánico (cascarilla de arroz, turba y tierra negra o mantillo) y la arena de río; cada uno tiene características específicas, que se mencionan a continuación:

Figura 10. Sustratos de uso común en Cundinamarca. a. Cascarilla de arroz; b. Turba; c. Arena de río; d. Tierra negra o mantillo.



Fuente: Elaboración propia

- ◆ **Cascarilla de arroz (figura 10a):** se utiliza quemada y mejora la estructura del sustrato, facilitando la aireación; por sí sola no tiene mayor retención de humedad, por lo que su uso debe darse en mezclas con otros sustratos orgánicos (TFIL Viverismo, 2020).
- ◆ **Turba (figura 10b):** material proveniente de la descomposición parcial de materia orgánica en zonas acuáticas (Prodefo, 2000); sus principales ventajas son la retención de humedad y la porosidad (Portal Frutícola, 2017).
- ◆ **Arena de río (figura 10c):** sustrato inerte, proveniente del lecho de las corrientes de agua. Su textura facilita la aireación y el drenaje en el sustrato.
- ◆ **Tierra negra (figura 10d):** conocida también como mantillo, proviene de la descomposición de la materia orgánica; su uso puede afectar negativamente la cubierta forestal, causando erosión en las áreas de extracción (TFIL Viverismo, 2020). Puede reemplazarse con el compostaje o el lombricompost, elaborados a partir de materiales propios de la zona del vivero (Rodríguez et al. 2002), como residuos de cosecha o poda, estiércol, etc.





En general, las mezclas de sustratos permiten obtener características deseables para el proceso de producción de material vegetal: retención de humedad, aireación, porosidad, densidad y fertilidad.

Contenedores o envases

La selección de un contenedor o envase específico influirá directamente en la calidad del material, los costos finales, el tamaño del área de producción y los requerimientos de mano de obra e infraestructura adicional, y puede basarse en características del sistema de producción, como el tipo (tecnificado o tradicional), el tamaño de la semilla, el tamaño de la planta al trasplante, el costo inicial y la disponibilidad de sustratos y espacio de crecimiento en el vivero (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [Inifap], 2004); un cambio en esta decisión puede requerir tiempo y una inversión significativa (Buamscha et al., 2012).

Los principales aspectos para tener en cuenta en la selección del contenedor son los siguientes:

- ♦ **Tamaño:** aspecto relacionado directamente con el volumen de sustrato que puede contener; a mayor tamaño del contenedor, se requerirá mayor espacio y mayor cantidad de sustrato, de la misma forma, disminuirá la cantidad de plantas producidas por unidad de área y aumentarán los costos de producción y transporte (Buamscha et al., 2012). Como ventaja se puede mencionar la producción de plantas de mayor tamaño y con mayores diámetros del cuello de la raíz.
- ♦ **Profundidad:** se relaciona con la longitud que puede alcanzar el sistema radical y con la calidad del drenaje del sustrato. Al momento de realizar el riego, el agua se mueve hacia abajo por efecto de la gravedad y genera una zona de saturación que será proporcionalmente mayor mientras el contenedor tenga una menor altura; es decir, contenedores de 15 y 20 cm de profundidad, con el mismo sustrato, tendrán la misma profundidad de saturación, sin embargo, el de 15 cm tendrá un menor porcentaje de sustrato con el drenaje adecuado (Buamscha et al., 2012).
- ♦ **Diámetro:** a mayor tamaño de la semilla y de las hojas de la especie, mayor deberá ser el diámetro del contenedor, para asegurar que el agua de riego llegue hasta el sustrato (Buamscha, et al., 2012). Este aspecto influye directamente en la densidad de siembra (tabla 5).

Las mezclas de sustratos permiten obtener características deseables para el proceso de producción de material vegetal: retención de humedad, aireación, porosidad, densidad y fertilidad.





- ◆ **Orificios de drenaje:** el contenedor debe tener orificios que faciliten el drenaje del agua y la poda de raíces por efecto del aire y la luz. Si los orificios son muy grandes, se hará difícil el llenado y aumentará la pérdida de sustrato; si, por el contrario, son muy pequeños, tenderán a taponarse (Valera & Garay, 2017).

Tabla 5. Efectos de la densidad de siembra en bandejas

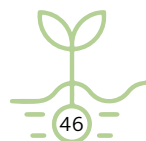
Alta densidad	Baja densidad
Las plantas serán más altas y tendrán diámetros de cuello menores.	Las plantas serán más bajas y tendrán diámetros de cuello mayores.
Difícil de regar y fertilizar con aspersores superiores fijos, porque el agua y los fertilizantes líquidos deben atravesar el follaje.	Más fácil de regar y fertilizar con aspersores superiores fijos.
Mayor probabilidad de enfermedades foliares, debido a una deficiente circulación de aire entre las plantas.	Mejor circulación de aire entre las plantas, lo que disminuye las afectaciones sanitarias.
Temperatura del sustrato más baja.	Sustrato más tibio.
El follaje inferior morirá por la falta de luz.	Las plantas tendrán copas más completas, porque llega más luz al follaje inferior.

Fuente: Elaboración propia con base en Buamscha et al. (2012) y Valera y Garay (2017)

En cuanto a tipos de contenedores, los de mayor uso son:

Bolsa de polietileno negro

En el mercado se encuentran en diferentes tamaños (15 × 20 cm, 9 × 18 cm, 7 × 14 cm, etc.) y con perforaciones laterales y en el fondo para mejorar el drenaje (Triviño & Torres, 2009); pueden o no tener fuelle, aunque su presencia facilita la estabilidad de la bolsa en la superficie (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal [Conif], 2012). Sus principales ventajas son el bajo costo, su uso tradicional, que no se devuelven al vivero, facilitan el movimiento interno del material y no requieren de una infraestructura





adicional. Como desventajas están el sobrecrecimiento y enroscamiento de la raíz cuando el material permanece mucho tiempo en el vivero, falta de poda natural y mayor necesidad de mano de obra, contaminación por una disposición final inadecuada y alto costo de transporte (Triviño & Torres, 2009; Conif, 2012) (figura 11).

Figura 11. Bolsa de polietileno negro, diferentes tamaños.

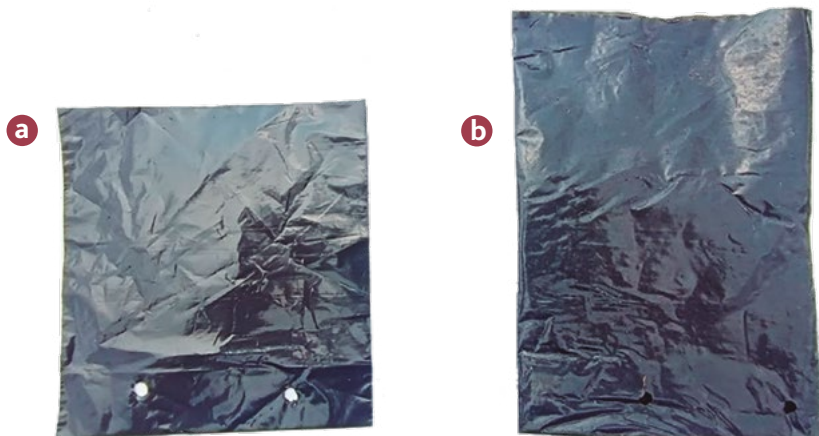


Foto: Gina Marcela Amado

Pellets

Estos elementos cuentan con una malla compostable, en cuyo interior hay turba comprimida (figura 12), que para facilidad de manejo se acomoda en insertos (figura 13). Los pellets se encuentran en varios tamaños, entre 18 y 50 mm de diámetro, que luego de ser humedecidos alcanzan entre 45 y 150 mm de altura (Triviño & Torres, 2009; Trujillo, 2019).

Figura 12. Pellet de turba. a. Vista frontal; b. Vista lateral.

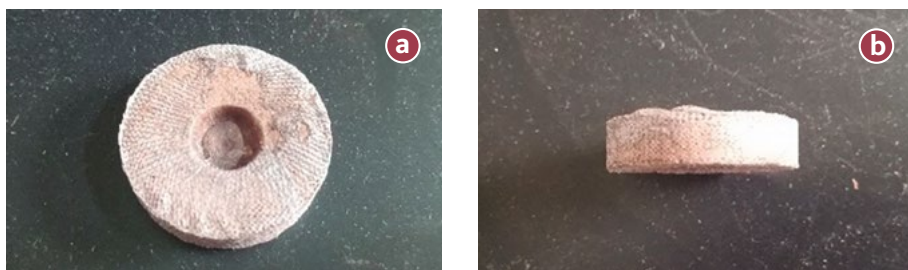


Foto: Gina Marcela Amado



Figura 13. Pellet en inserto.



Foto: Gina Marcela Amado

La turba utilizada en los pellets se conoce como turba de Sphagnum, es estéril y puede o no tener mezclados microelementos, y pH y conductividad eléctrica ajustados. Para la producción de árboles (figura 14) se usan mayormente pellets sin adición de fertilizantes y pH aproximado de 4,8 (Trujillo, 2019).

Figura 14. Producción en pellets de turba comprimida. a. Forestales; b. Cacao.



Foto: Gina Marcela Amado



Sus ventajas se asocian a su origen biodegradable, sus condiciones de esterilidad y homogeneidad, facilidad en el almacenamiento y transporte, menor necesidad de mano de obra y disminución de la manipulación del material, lo que incide positivamente frente a pérdidas por daño en las raíces o estrés, menor tiempo en vivero y mayor eficiencia en plantación, ya que el pellet se lleva directamente a plantación en campo (Triviño & Torres, 2009; Conif, 2012; Trujillo, 2019). En cuanto a las desventajas, cabe mencionar un mayor costo frente a otros contenedores, el cual puede compensarse operacionalmente con la disminución en los requerimientos de mano de obra, necesidad de una infraestructura de soporte para los insertos (figura 15) y necesidad de un programa de riego cuidadoso (Triviño & Torres, 2009; Trujillo, 2019).

Figura 15. Infraestructura asociada a la producción en pellets de turba comprimida. a. Forestales; b. Cacao.



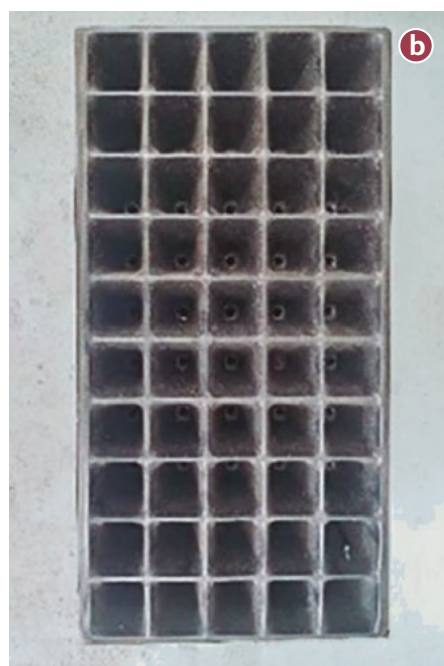
Foto: Gina Marcela Amado



Bandejas y tubetes

Estos contenedores se elaboran en plástico y cuentan con diferentes tamaños y capacidades (figura 16). Como ventajas puede mencionarse la presencia de guías para evitar el entorchamiento de las raíces y perforaciones ubicadas al fondo que facilitan la poda natural, además de que son de llenado rápido y reutilizables. En cuanto a las desventajas, tienen mayor costo asociado a la compra inicial y al transporte —ya que deben ser devueltas al vivero— y requieren una infraestructura elevada para facilitar su manejo (Triviño & Torres, 2009). 🌱

Figura 16. Bandejas con diferentes capacidades. a. 72 alveolos; b. 50 alveolos; c. 38 alveolos; d. Tubetes de diferentes tamaños.



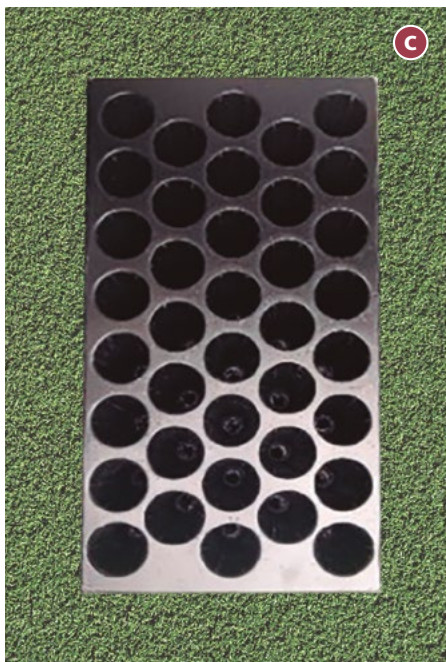


Foto: Gina Marcela Amado





Consideraciones generales de la producción forestal

Esta sección se centra en los aspectos asociados con el manejo de la semilla, el manejo de las plántulas en fase de crecimiento y el trasplante. Estas etapas son fundamentales para obtener material vegetal con una calidad tal que facilite su sobrevivencia en campo.

Manejo de la semilla

A continuación, se describen las siete etapas para el manejo de semilla.

■ 1. Planificación de la recolección de semillas

En esta etapa se recomienda identificar y llevar trazabilidad de la fuente de material vegetal del vivero. La fuente semillera se define como el conjunto de individuos de una especie que proveerá el material reproductivo (semillas) para el plan de propagación. Incluir un buen número de individuos por especie y un área extensa de colecta aumenta el potencial de adaptación de la descendencia a las condiciones ambientales (Gold et al., 2004). La selección de buenas fuentes semilleras y la recolección de semillas con un esquema adecuado de colecta permiten mejores resultados en las estrategias de conservación y restauración ecológica que involucren la propagación de especies nativas (Cañón et al., 2021).

El método para el seguimiento de fuentes semilleras contempla cinco pasos: i) determinación del número de poblaciones, ii) preparación y selección de las rutas semilleras, iii) selección de individuos, iv) marcaje y georreferenciación, y v) seguimiento y monitoreo. En el tercer paso (selección de individuos) se deben descartar las plantas viejas, enfermas o demasiado jóvenes para entrar en fase reproductiva, y en el quinto (seguimiento) se recomienda identificar las etapas de floración y fructificación (frutos maduros e inmaduros), así como los periodos de precipitación.





Seguir estos pasos contribuirá al uso eficiente de recurso humano, económico, vegetal y de tiempo destinado a las labores.

2. Recolección de frutos y semillas

Se debe escoger con cuidado el momento de recolectar semillas, con el fin de asegurar que estas sean capaces de germinar, puedan tolerar el secado y alcanzar la máxima longevidad (DiSacco et al., 2020). Entre los métodos de recolección más utilizados se encuentran: desde el suelo, en árboles en pie con acceso desde el suelo, cortar ramas con frutos, sacudir o golpear ramas, ascender al árbol o utilizar trampas para captura de semillas. El uso de uno o más métodos en el momento de la recolección depende del tamaño del árbol y del método de dispersión de semillas de la especie.

3. Recolección de datos asociados

Se recomienda registrar la ubicación geográfica de la fuente semillera y recolectar muestras botánicas para identificación de la especie en herbario con su respectivo número de colecta. Esta etapa es de gran relevancia para la investigación y conservación ex situ.

4. Manejo poscosecha de las semillas recolectadas

En esta etapa se lleva a cabo la manipulación del fruto y la semilla entre la recolección y el procesamiento, lo que contribuye al mantenimiento de la viabilidad de la semilla y la identidad del material. Por lo tanto, se recomienda, por una parte, evitar la disposición de frutos y semillas a plena exposición solar y, por otra, utilizar como empaques canastas, lonas, sacos, bolsas (papel), costales de fique o fibra de polietileno, o cualquier tipo de empaque que garantice la aireación suficiente. Para finalizar esta etapa, se debe identificar previamente el medio de transporte que se va a emplear y, según las características del fruto, realizar la adecuada extracción y secado natural de las semillas.

5. Beneficio y procesamiento de frutos y semillas

Para desarrollar adecuadamente esta etapa, es indispensable responder previamente las siguientes preguntas: ¿dónde está el lugar de procesamiento?, ¿qué cantidad de material se procesará?, ¿cuál es el tipo de fruto?, ¿cuál es el tipo de semilla? (figura 17) y ¿cuál es el método de beneficio de frutos y extracción de semillas? Tener claridad frente a estos interrogantes

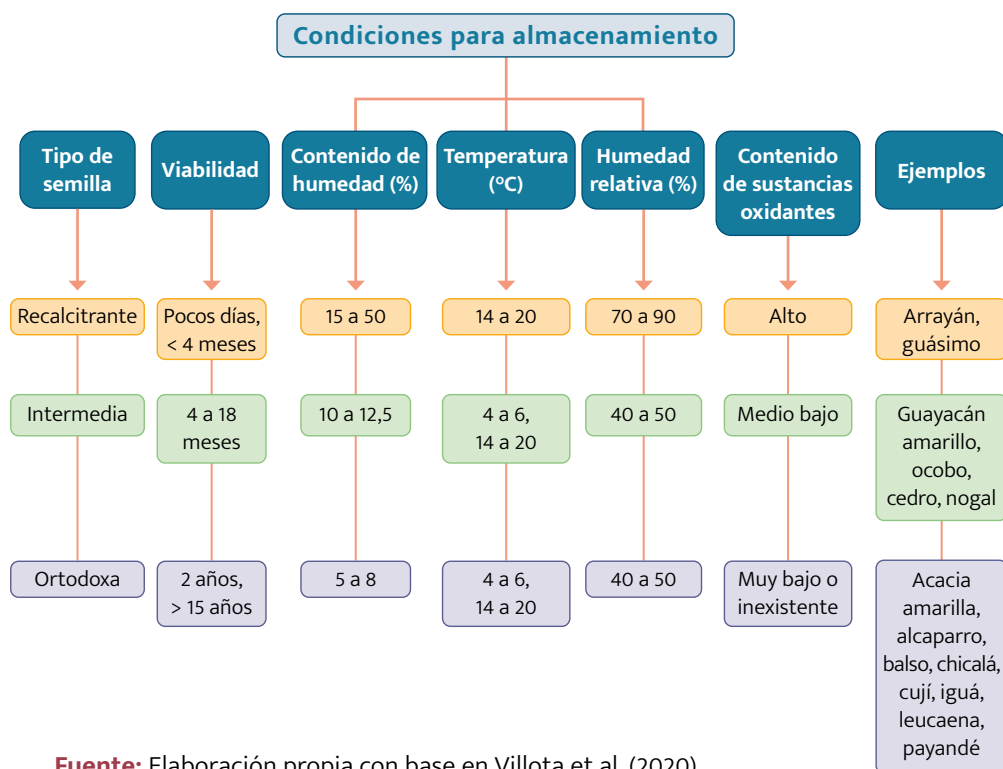




facilitará la planificación precisa sobre los materiales necesarios, el tiempo requerido y el personal necesario para llevar a cabo el procesamiento del material vegetal.

Hay dos tipos de frutos: carnosos y secos. Estos últimos pueden o no abrirse en determinado momento de su formación, facilitando la extracción de la semilla. Para el procesamiento de las semillas es posible triturar los frutos, retirar la cáscara y la pulpa del fruto, retirar el mucílago, usar tamices, extraer con pinzas, entre otros métodos.

Figura 17. Principales características de los tipos de semillas



Fuente: Elaboración propia con base en Villota et al. (2020).

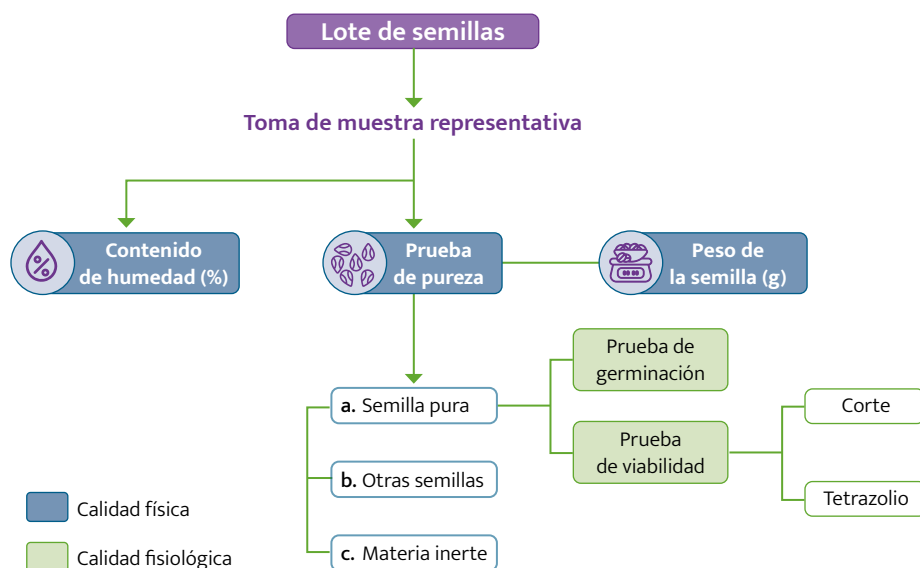
6. Pruebas de calidad de semillas

Las Reglas Internacionales para el Ensayo de Semillas, formuladas por la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA, por sus siglas en inglés), recomiendan realizar varias pruebas que permiten evaluar la calidad física y fisiológica de las semillas (figura 18).





Figura 18. Procedimiento para evaluar la **calidad de la semilla**.



Fuente: Elaboración propia con base en Cerovich y Miranda (2004) y Villota et al. (2020)

Ahora bien, si se cuenta con semillas de una especie con la cual no se está familiarizado, para evaluar la calidad física en laboratorio, primero se debe hacer una descripción morfológica de las semillas y, luego, realizar pruebas de pureza, peso y contenido de humedad, estandarizadas y adoptadas por la ISTA. Para evaluar la calidad fisiológica, se realizan pruebas que permiten determinar la viabilidad y la capacidad de germinación de las semillas de un lote en particular en un momento dado (Villota, Torres-Romero, Rodríguez, Sánchez, & Avella, 2020).

Calidad de semilla:

conjunto de atributos de la semilla que involucra los factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios (ICA, 2024).

A través de la prueba de germinación se puede evaluar de manera directa y cuantitativa la viabilidad y el vigor de las semillas, en función de la capacidad y la energía germinativa; sin embargo, se debe tener en cuenta que esto no aporta información que lleve a conocer las razones por las que no germinan las semillas (Villota et al., 2020).

Por lo anterior, se realizan también pruebas de viabilidad, que se refiere a la capacidad de una semilla para germinar cuando las condiciones favorecen





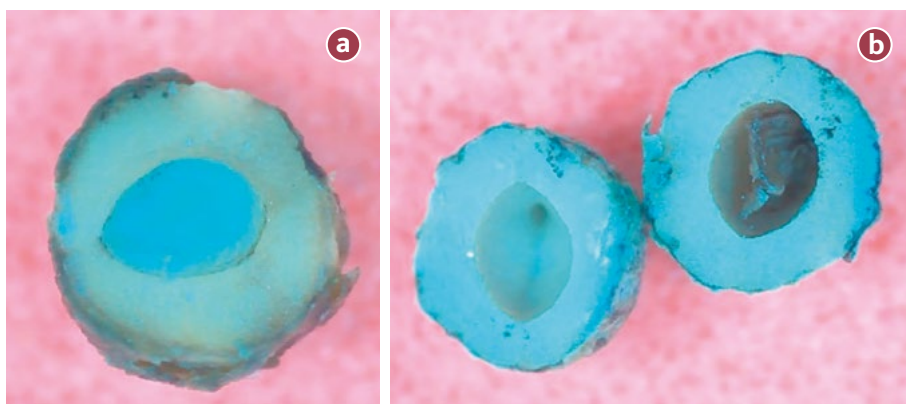
el proceso. Una semilla es viable si presenta características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas esenciales para la germinación. En general, la viabilidad puede considerarse sinónimo de capacidad germinativa, siempre que sean superadas las condiciones de **dormancia** (Villota et al., 2020).

Entre las pruebas de viabilidad está la inspección ocular o prueba de corte, que consiste en realizar un corte longitudinal para observar el interior de las semillas, saber si están llenas y analizar el aspecto, la consistencia y la coloración del embrión. La efectividad de esta prueba depende de la experticia y el conocimiento previo de la semilla por parte de la persona que la realiza. Generalmente, las semillas viables mantienen cotiledones y embriones bien desarrollados blancos o crema y no presentan tejido necrosado (Villota et al., 2020) (figura 19).



Dormancia: condición en la cual una semilla con un embrión viable no germina en condiciones favorables para el crecimiento.

Figura 19. Prueba de corte en semillas de *Myrica pubescens*. a. Viable; b. No viable (el tejido interno está necrosado, ver parte superior derecha color café).



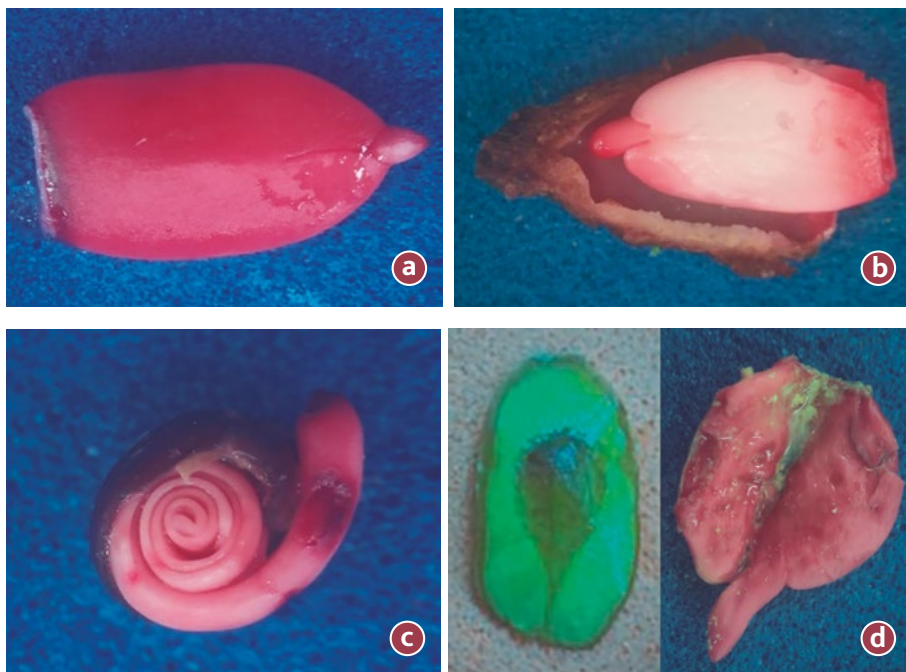
Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Otra forma de determinar la viabilidad es la prueba de tinción con tetrazolio, que se realiza en laboratorio. Esta analiza la reacción bioquímica como producto de la respiración en las células de las semillas, al utilizar una solución al 1 % de 2, 3, 5-trifenil tetrazolio cloruro o bromuro a pH 6,5-7,5 (ISTA, 2025); los tejidos muertos no muestran tinción, por lo tanto, no hay actividad celular (Villota et al., 2020) (figura 20).





Figura 20. Semillas viables evaluadas por medio de la prueba de tinción con tetrazolio. a. *Pseudosamanea guachapele* (semilla sin testa); b. *Cedrela montana*; c. *Dodonaea viscosa*. d. *Lafoensia acuminata* (izq. semilla con testa, dcha. semilla sin testa).



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

En cuanto a las semillas que no germinan, para algunas especies se emplean **tratamientos pregerminativos** de acuerdo con las características propias de la semilla (por ejemplo, la **testa**) y el tipo de dormancia (física, mecánica, fisiológica, morfológica, térmica). Elegir el tratamiento o la combinación de tratamientos depende de la especie (figuras 21 y 22).

En general, es indispensable recordar que la semilla no debe permanecer en agua empozada, para evitar problemas fitosanitarios.



Testa:

cubierta externa de la semilla; cubierta seminal.

Tratamiento pregerminativo:

tratamiento previo que se le da a la semilla para inducir la germinación, el cual depende de la especie y las características de las semillas, entre otros aspectos.

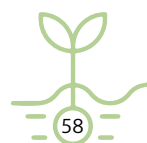
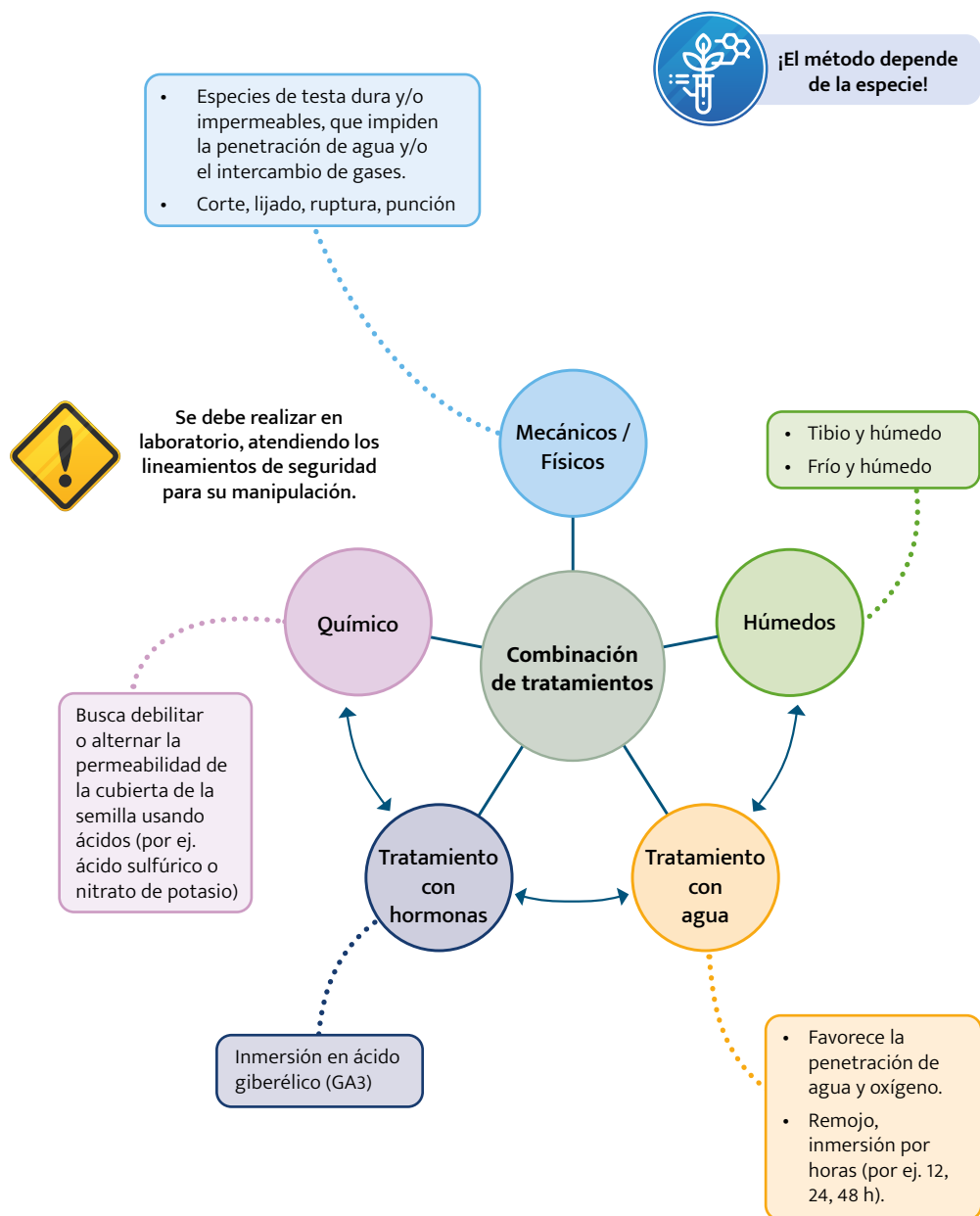




Figura 21. Tratamientos pregerminativos más utilizados en semillas.

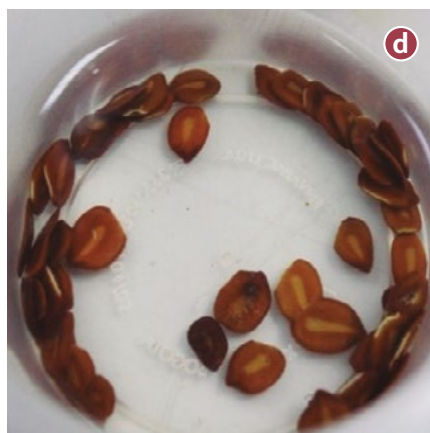
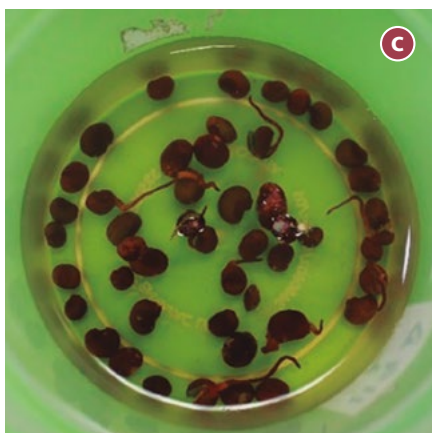
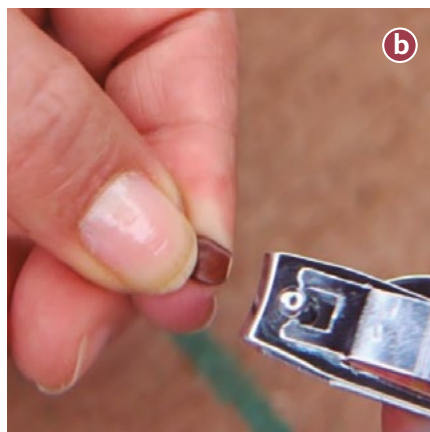


Fuente: Elaboración propia





Figura 22. Aplicación de tratamientos pregerminativos en semillas.
a. Inmersión en agua caliente en *Pithecellobium dulce*; b. Corte en *Leucaena leucocephala*; c. Inmersión en agua a temperatura ambiente en *Myrcianthes leucoxyla*; d. Corte e inmersión en agua a temperatura ambiente en *Senna siamea*.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

7. Almacenamiento de semillas

Si es necesario desarrollar esta etapa, sea por la cantidad de semilla recolectada o para asegurar su disponibilidad en épocas de baja o nula producción, es indispensable identificar el tipo de semilla antes de considerar el método de almacenamiento. Las variables que inciden en el almacenamiento de las semillas son el contenido de humedad (%), la temperatura (°C) y la humedad relativa (%) (figura 21). La temperatura desempeña un papel esencial en la



vida de la semilla, debido a que la infestación por insectos y la formación de moho aumentan a medida que sube la temperatura (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO], 2019).

Antes de almacenar las semillas, estas deben secarse utilizando, por ejemplo, bolsas de tela con gel de sílice, desecante de carbón, al aire libre o en incubadora de desecación, para eliminar el exceso de humedad en la superficie. Según el tipo de semilla y el clima en el cual se procesa el material (frío, templado o cálido), se pueden almacenar temporalmente en recipientes herméticos a temperatura ambiente o en refrigerador (4 °C).

Siembra

Una vez aplicado el tratamiento pregerminativo a la semilla, se pasa al proceso de siembra. En este paso es necesario tener en cuenta dos aspectos básicos: el primero, que la semilla debe colocarse en el germinador y luego cubrirse con una capa delgada de sustrato que la proteja y facilite su emergencia, es decir, no debe quedar demasiado profunda (Trujillo, 2019); el segundo es la densidad de siembra, que se refiere al número de semillas sembradas por m² y depende del tamaño de la semilla (a mayor tamaño, menor número de semillas por m²). Este aspecto afecta el desarrollo de las plantas en aspectos como talla, facilidad de riego y sanidad (tabla 6).

Tabla 6. Efectos de la densidad de siembra en germinador

Alta densidad	Baja densidad
Las plantas serán más altas y tendrán diámetros de cuello menores.	Las plantas serán más bajas y tendrán diámetros de cuello mayores.
Difícil de regar y fertilizar con aspersores superiores fijos porque el agua y los fertilizantes líquidos deben atravesar el follaje.	Más fácil de regar y fertilizar con aspersores superiores fijos.
Mayor probabilidad de enfermedades foliares, debido a deficiencias en la circulación de aire entre las plantas.	Mejor circulación de aire entre plantines; menores problemas de enfermedades.
Mayor competencia por agua, luz y nutrientes.	Menor competencia por agua, luz y nutrientes.

Fuente: Elaboración propia con base en Buamscha et al. (2012) y Trujillo (2019)





Manejo de plántulas en fase de crecimiento

El manejo de plántulas en un vivero forestal es sobresaliente en la medida que la calidad de las plantas que se llevarán a campo influye directamente en la productividad de la plantación forestal.

Son varios los factores que afectan el crecimiento de las plántulas, entre estos la calidad de la semilla, el sustrato, plagas, enfermedades, deficiencias nutricionales y factores ambientales. Seleccionar buenas fuentes semilleras y proveedores certificados de semilla son aspectos que se deben tener en cuenta para la obtención de plántulas de buena calidad morfológica y fisiológica que permitan cumplir con los objetivos de la producción y alcanzar una alta sobrevivencia en campo.

La calidad del sustrato incide directamente en la fisiología de las plántulas, lo que amenaza su crecimiento; otro aspecto clave a considerar es la nutrición, ya que las plantas necesitan de más de diez elementos esenciales para crecer, adicionales al hidrógeno y oxígeno que obtienen de la atmósfera y el agua (Mexal & Landis, 2012), los cuales pueden clasificarse en macronutrientes y micronutrientes (tabla 7) y tienen diferentes funciones.

Tabla 7. Nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas

Macronutrientes	Micronutrientes
Nitrógeno (N): al ser componente de las enzimas, es necesario para todos los procesos fisiológicos de la planta. Cuando es deficiente, se observa clorosis (amarillamiento) en las hojas más viejas y se disminuye el crecimiento; si se aplica en exceso, puede generar un aumento en el crecimiento vegetativo, que no es deseable en la etapa de vivero.	Boro (B): participa en la división celular. Si es deficiente en la planta, se observará un acortamiento del espacio entre nudos, evidenciando una apariencia de roseta, además de marchitez en el borde de las hojas y distorsión de los puntos de nuevo crecimiento (hojas superiores).
Fósforo (P): se encarga del almacenamiento de la energía que requiere la planta para desarrollarse. Si es deficiente, se retrasa el crecimiento, se observará coloración púrpura en las hojas y se afectará el desarrollo del sistema radical.	Cloro (Cl): hace parte de las reacciones asociadas con la respiración y la fotosíntesis de la planta. Su deficiencia genera marchitez del borde de las hojas, clorosis o puntos necrosados en el espacio entre las venas y disminución del crecimiento de las raíces.

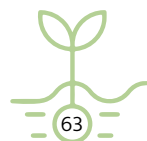




Macronutrientes	Micronutrientes
Potasio (K): estimula el crecimiento celular y, por tanto, el vigor de la planta. Si las cantidades disponibles para la planta no cubren sus necesidades, se observará necrosis en los bordes de la hoja, desde el ápice hacia la base, y disminución del crecimiento.	Cobre (Cu): participa en la fotosíntesis. Cuando es deficiente en la planta, se observa clorosis y entorchamiento de las hojas.
Azufre (S): es esencial en la formación de las proteínas y, por tanto, en el crecimiento de las plantas. Cuando es deficiente, se observa clorosis (amarillamiento) en las hojas más jóvenes.	Hierro (Fe): es fundamental para la fotosíntesis. Su deficiencia se evidencia en una clorosis marcada en las hojas más jóvenes, que pueden llegar a adquirir una tonalidad blanquecina.
Calcio (C): facilita la división celular. Cuando es deficiente, los meristemos (tejidos responsables del crecimiento de la planta) se inhiben, principalmente en las raíces, y hay mayor susceptibilidad al ataque de patógenos.	Manganeso (Mn): es esencial para la fotosíntesis. Su deficiencia se evidencia en una clorosis marcada en las hojas más jóvenes, que puede llegar al necrosamiento de los bordes.
Magnesio (Mg): es uno de los principales componentes de la clorofila. La deficiencia de este elemento se identifica por clorosis en parches entre las venas de las hojas más viejas.	Molibdeno (Mo): es necesario para el metabolismo de nitrógeno y azufre. Si es deficiente, se observa clorosis y necrosis en los tejidos.
	Zinc (Zn): es necesario para la síntesis de proteínas, la fotosíntesis y la tolerancia al estrés abiótico. Su deficiencia se evidencia en clorosis intervenal, disminución del crecimiento y atrofia en el follaje (hojas muy pequeñas).

Fuente: Elaboración propia con base en Jacobs y Landis (2014) y Trujillo (2019)

Finalmente, se recomienda el uso de micorrizas, ya que estas ayudan a aumentar la sobrevivencia y el crecimiento de las plántulas al mejorar la absorción de nutrientes.





Entonces, ¿por qué la semilla no germina? Según Triviño y Torres (2009), las razones por las que se presenta baja o nula germinación son:

- ◆ Condiciones de luz, humedad y temperatura inadecuadas durante el almacenamiento.
- ◆ Tiempo de almacenamiento prolongado, dado que el poder germinativo de la semilla tiende a disminuir.
- ◆ Uso de sustratos de origen orgánico sin compostar, que aumenta la probabilidad de aparición de plagas y enfermedades que afectan la viabilidad de la semilla.
- ◆ Uso de agua para el riego con altos contenidos de calcio (Ca) o sodio (Na), o contaminada con aceites o materia orgánica, que afecta negativamente la permeabilidad y la oxigenación requerida por la semilla y aumenta las posibilidades de aparición de patógenos.
- ◆ Efectos fitotóxicos por exposición de la semilla a herbicidas.
- ◆ Siembra de la semilla a excesiva profundidad, disminuyendo la disponibilidad de oxígeno y luz que requiere para emerger.
- ◆ Riego interrumpido, lo que afecta la germinación; se debe tener en cuenta el uso de riego nebulizado en los germinadores, ya que las gotas gruesas provenientes de mangueras o regaderas pueden destapar la semilla.
- ◆ Falta de protección del germinador, fundamental para evitar que roedores o animales domésticos dañen o consuman las semillas.

Trasplante

Una vez la planta alcance una altura de 4 a 5 cm, con un par de hojas verdaderas, los plantines deben trasladarse a contenedores para asegurar que las raíces tengan espacio para desarrollarse. Este trabajo es delicado y es de esperar que las plantas sufran estrés.

El proceso tiene algunos pasos básicos, que se muestran en la figura 23:

1. Regar adecuadamente el germinador el día previo al trasplante, para facilitar la extracción del plantín.
2. Hacer los trasplantes bajo sombra, a primeras horas del día o al finalizar la tarde, para evitar la deshidratación del material.





3. Extraer el plantín con las manos, para evitar daños por herramientas.
4. Podar la raíz si se observa que es de mayor tamaño que el contenedor. Para esto, se corta solo la raíz principal con una herramienta afilada y desinfectada. Este procedimiento evita la malformación de la raíz en el contenedor y promueve la generación de raíces secundarias.
5. Hacer un hoyo del largo de la raíz en el contenedor lleno y, de forma cuidadosa, introducir el sustrato hasta alcanzar el cuello de la raíz; luego, agregar sustrato y presionar suavemente desde los costados para eliminar bolsas de aire. 🌱

Figura 23. Proceso de trasplante a bolsa.



Fotos: Gina Marcela Amado



Conceptos de manejo sanitario y caracterización de plagas en la producción de especies forestales nativas en Cundinamarca

El concepto de plaga se refiere a cualquier organismo (microorganismo, insecto, arvense, incluso vertebrados) que pueda ocasionar alteraciones en el desarrollo normal de las plantas y causar pérdidas en rendimiento (FAO, 2018).

Las enfermedades más comunes que afectan la producción de especies forestales en vivero se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Principales enfermedades que se presentan en fase de vivero para especies forestales

Enfermedad o agente causal	Agente causal
<i>Damping-off</i> o secadera de plántulas* (hongo)	Asociado a los géneros de hongos <i>Pythium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Phytophthora</i> sp.
Marchitamiento	<i>Fusarium</i> sp.
Manchado por alternaria	<i>Alternaria</i> sp.
Moho gris	<i>Botrytis cinerea</i>
Mancha circular de las hojas	<i>Cercospora</i> sp.
Cenicilla del follaje	<i>Oidium</i> sp.

*Se presenta en la fase de germinación de la plántula.

Continúa en la página siguiente...



Continuación Tabla 8. Principales enfermedades que se presentan en fase de vivero para especies forestales

Enfermedad o agente causal	Agente causal
Antracnosis	<i>Colletotrichum</i> sp. o <i>Gloeosporium</i> sp.
Manchas foliares	<i>Cylindrocladium</i> sp., <i>Cladosporium</i> sp., <i>Curvularia lunata</i> , <i>Phyllosticta</i> sp.
Mancha foliar grasienta	<i>Phyllachora swieteniae</i>
Muerte apical y del cuello	<i>Phomopsis</i> sp.
Nematodos	<i>Meloidogyne</i> spp., <i>Pratylenchus</i> spp.

Fuente: Elaboración propia con base en Comisión Nacional Forestal (Conafor, 2008)

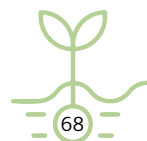
Los insectos se consideran plagas cuando por sus hábitos alimenticios dañan las plantas; tal es el caso de barrenadores, defoliadores, deformadores de follaje y chupadores de savia (Prieto et al., 2009). Los principales insectos plaga que se presentan en la fase de vivero de especies forestales se detallan en la tabla 9.

Tabla 9. Principales insectos plaga en fase de vivero para especies forestales

Plaga	Especie
Gusanos cortadores*	<i>Agrotis segetum</i> , <i>Noctua pronuba</i> , <i>Agrotis exclamationis</i> , <i>Agrotis ipsilon</i> , <i>Nephelodes minians</i> , <i>Feltia subterranea</i> , <i>Perioroma saucia</i>
Saltamontes	Orthoptera: <i>Acrididae</i>
Gusano peludo	Lepidoptera: <i>Arctiidae</i>
Gusanos telarañeros y enrolladores	Lepidoptera
Gusanos minadores de follaje	Lepidoptera

*Se presenta en la fase de germinación de la plántula.

Continúa en la página siguiente...





Continuación Tabla 9. Principales insectos plaga en fase de vivero para especies forestales

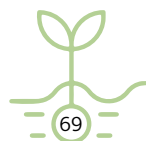
Plaga	Especie
Hormiga arriera	<i>Atta</i> spp. (Himenóptera: <i>Formicidae</i>)
Babosas	Mollusca: <i>Veronicellidae</i>
Chinche de las hojas	Hemiptera
Chicharritas	Hemiptera: <i>Cicadellidae</i>
Mosquitas blancas	Hemiptera: <i>Aleyrodidae</i>
Piojo harinoso de las meliáceas (<i>Mastigimas</i> spp.)	Hemiptera: <i>Psyllidae</i>
Pulgonos	Hemiptera
Filóxera de las hojas	<i>Phylloxera</i> sp, Hemiptera: <i>Phylloxeridae</i>
Araña roja	<i>Tetranychus</i> spp. (Acari: <i>Tetranychidae</i>)
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> spp. (Coleoptera: <i>Scarabaeidae</i>)
Crisomélidos defoliadores	Coleoptera

Fuente: Elaboración propia con base en Conafor (2008)

Calidad sanitaria en la producción de forestales

La sanidad de las semillas representa un principio básico en cualquier sistema productivo; una buena semilla debe cumplir con criterios de calidad genética, fisiológica, física y sanitaria, para garantizar el establecimiento exitoso en viveros o la siembra directa. Los criterios de calidad genética, física y fisiológica fueron descritos en los capítulos previos; sin embargo, en esta sección se detallan los conceptos de calidad sanitaria para semillas forestales.

La calidad sanitaria se refiere a garantizar la ausencia de microorganismos patógenos causantes de enfermedades o plagas en las semillas, plántulas, esquejes o cualquier otro tipo de material que se utilice para la propagación de un cultivo. Para el caso de las especies forestales, en general, un





esquema de aseguramiento sanitario se basa en al menos tres estrategias fundamentales: selección de material madre élite, libre de plagas; preparación y almacenamiento óptimo de semillas; prevención, control y manejo de problemas sanitarios en vivero.

A continuación, se explican cada una de esas estrategias y sus recomendaciones generales:

Selección de material madre élite libre de plagas

Para asegurar la calidad sanitaria al seleccionar árboles madre para la obtención de semillas, se deben verificar las siguientes características:

- ♦ **Genéticas:** asegúrese de que el árbol corresponda a las características genéticas deseadas, en función de altura, porte, producción de frutos, etc. Es fundamental un control estricto en la selección del huerto madre y el germoplasma.
- ♦ **Sanidad de frutos** (semilla sexual): verifique que los frutos destinados a la extracción de semillas estén libres de daños ocasionados por hongos, bacterias o virus. Descarte cualquier fruto con síntomas o signos de patógenos, como esporulación fúngica, exudados bacterianos o deformaciones y alteraciones de coloración producidos por virus.
- ♦ **Sanidad de semilla asexual:** en caso de utilizar esquejes, hijuelos o estacas, es importante verificar que estos no presenten síntomas o signos similares a los descritos anteriormente.
- ♦ **Método de recolección:** se recomienda coleccionar los frutos directamente del árbol y no recogerlos del suelo para minimizar contaminación y problemas sanitarios indeseables.





Preparación y almacenamiento óptimo de semillas (sexuales y asexuales)

Una vez recolectadas las semillas de la planta madre élitica, es fundamental garantizar la calidad sanitaria. Para el caso de las semillas sexuales, se deben reducir la humedad y la temperatura, para evitar el desarrollo de patógenos contaminantes, que pueden afectar su desarrollo posterior en vivero.

Dependiendo del tipo de semilla y los tratamientos pregerminativos que se requieran, puede aumentar el riesgo de contaminantes y desarrollo de patógenos. Procesos como la escarificación y la remoción de cubiertas o capas externas pueden provocar lesiones mecánicas en el **embrión** y favorecer el desarrollo de microorganismos patógenos. Asimismo, los periodos prolongados de oscuridad o procesos de rompimiento de latencia incrementan el riesgo de desarrollo de patógenos. En estos casos, se recomienda preparar las semillas con algún desinfectante, como yodo o amonio cuaternario, que disminuya la presencia de patógenos asociados a las condiciones ambientales.

Cuando la propagación de plantas se realiza con semilla asexual, como esquejes o estacas, es necesario verificar el estado sanitario del material antes de siembra y garantizar que no tengan síntomas de plaga o enfermedades. Igualmente, se aconseja disminuir el tiempo que transcurre desde la preparación de la semilla hasta la siembra. Un ejemplo es el tratamiento de estacas fungicidas protectores, como medida preventiva para evitar la presencia de patógenos antes de la siembra en campo.



Embrión:

parte generativa de la semilla que se desarrolla a partir de la unión de un huevo y células espermáticas, y durante la germinación se transforma en una plántula.

Prevención, control y manejo de problemas en vivero

En la mayoría de los casos, la producción forestal requiere el acondicionamiento de semillas y el establecimiento de viveros. Por ello, resulta esencial generar estrategias para disminuir el riesgo de ingreso de patógenos al vivero y proteger el proceso de germinación, para prevenir que contaminantes externos de la semilla afecten el desarrollo de la radícula o del hipocótilo. Asimismo, es importante bioproteger las plántulas usando microorganismos benéficos o sustancias bioestimulantes, para garantizar el éxito del proceso de aclimatación y el endurecimiento del material vegetal.





Las recomendaciones clave para esta fase de producción se centran en la sanidad del material inicial y la preparación del sustrato:

- ◆ **Para la desinfección de semillas**, se aconseja la inmersión con yodo (3 – 5 cc/L) o amonio cuaternario (2 cc/L a 1.200 ppm), seguida de un proceso de secado.
- ◆ **En la preparación del sustrato**, es importante garantizar las condiciones adecuadas de drenaje y retención del agua. En germinación se recomienda el uso de sustratos estériles como turba, cascarilla de arroz quemada (70 %) y arena de río. El proceso de desinfección de sustratos se puede realizar con productos a base de amonio cuaternario en *drench* a 1.200 ppm y posterior solarización con plástico negro durante un mínimo de 20 días. No reutilizar los sustratos en siembras posteriores.
- ◆ **Implementar un esquema de bioseguridad en el invernadero**, que incluya:
 - Control de acceso y registro de visitas.
 - Uso exclusivo de botas dentro del vivero.
 - Desinfección del calzado al ingreso con amonio cuaternario (1.200 ppm) o cal viva.
 - Asignación de personal exclusivo para las labores del vivero.
 - Uso de malla antiáfidos, para prevenir el ingreso de vectores de enfermedades y plagas.
 - Mantener las plantas separadas por especie, para facilitar la erradicación en caso de problemas fitosanitarios.
- ◆ **Realizar un lavado y desinfección** de manos y herramientas previamente al trasplante.
- ◆ **Mantener una vigilancia continua del material** a lo largo del tiempo, eliminando de inmediato aquellas plantas con síntomas asociados a la presencia de enfermedad o con desarrollo atípico (menor tamaño, deformaciones, etc.).
- ◆ **Implementar el uso de trampas pegajosas** en el interior del vivero o invernadero como medida de control de insectos vectores. Es importante asegurar la ausencia de áfidos, chupadores o moscas blancas, ya que son los principales vectores de virus, especialmente durante las fases de desarrollo de las plántulas.

Las recomendaciones anteriores son fundamentales para la prevención de plagas en etapa de vivero. Sin embargo, la producción y multiplicación





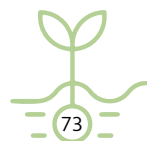
de material vegetal puede presentar limitantes sanitarias que amenacen su rendimiento y comercialización.

En esos casos, donde se compromete la calidad y viabilidad del material vegetal, es crucial aplicar los principios del control de plagas: exclusión, prevención, control y manejo. La exclusión se manifiesta en la separación de áreas para impedir la entrada de una plaga a un sistema productivo, y la prevención se aplica al proteger las plantas de la aparición de patógenos o insectos plaga.

Ante la aparición de problemas sanitarios, la separación y eliminación de plantas sintomáticas puede considerarse una de las estrategias más efectivas para evitar la dispersión de las enfermedades o plagas, limitando su impacto sobre el sistema productivo.

Por otro lado, cuando se presentan patógenos o plagas susceptibles de manejo, como plagas defoliadoras, hongos causantes de manchas foliares o patógenos secundarios asociados a daños o heridas, las prácticas culturales ofrecen soluciones efectivas. En este sentido, se recomienda:

- ◆ **La eliminación de partes afectadas de la planta** a través de podas sanitarias o de formación.
- ◆ **El manejo de las condiciones de microclima del área de producción**, controlando la luz, temperatura y humedad relativa.
- ◆ **La gestión de la dotación hídrica**, evitando tanto el exceso como la falta de agua, mediante un sistema de riego que maneje frecuencias, tiempos y caudales ajustados al tipo de material.
- ◆ **La protección de las plantas mediante el uso de coberturas** adaptables a las necesidades lumínicas del material.
- ◆ **El espaciamiento entre plantas**, para minimizar la competencia intraespecífica y facilitar el movimiento de aire, disminuyendo así la humedad y la aparición de enfermedades fúngicas.
- ◆ **El aislamiento del material vegetal del suelo**, utilizando coberturas plásticas, gravilla o elevación en estibas.
- ◆ **La bioprotección de plantas con microorganismos benéficos**, sustancias bioestimulantes o inductores de resistencia, para optimizar el sistema de producción durante las fases de pregerminación y germinación.
- ◆ **La aplicación de bioproductos o plaguicidas específicos** como medida de control, cuando las poblaciones de plagas sean superiores a los umbrales de acción establecidos.

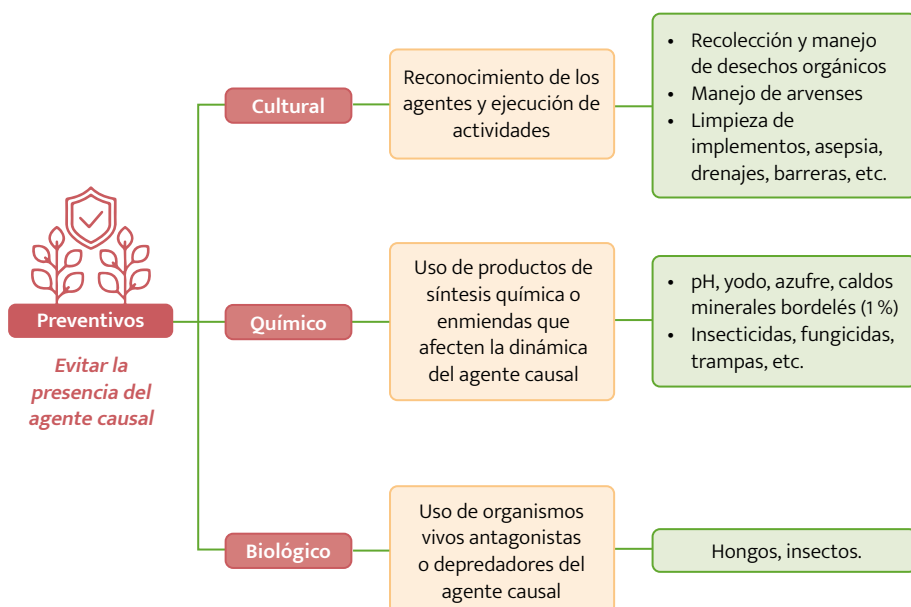




Seguidamente, las acciones deben orientarse a una pronta promoción del crecimiento vegetativo (raíz y hojas), donde la fertilización (tanto edáfica como foliar) juega un papel fundamental para reducir el tiempo en la formación de hojas verdaderas que promuevan la fotosíntesis y favorezcan el establecimiento en campo. Al disminuir el tiempo de endurecimiento, también se logra ahorrar los costos de insumos y mano de obra.

Es importante resaltar dos puntos clave: en primer lugar, el exceso de agua en fase de vivero provoca el aumento de las pudriciones radiculares, mientras que la falta de agua favorece el desarrollo de lesiones en las plantas, lo que aumenta la presencia de hongos saprófitos; en segundo lugar, la clasificación de las plantas según su etapa de desarrollo (pequeñas, medianas y grandes) permite una aplicación uniforme de las prácticas de manejo, lo que se traduce en una respuesta homogénea del material. Esto ayuda a establecer acciones puntuales o diferenciales en el manejo para tratar de recuperar plantas atrasadas o con menor desarrollo vegetativo, que suelen existir en un área productiva de vivero. Las figuras 24 y 25 resumen las estrategias de manejo preventivo y curativo.

Figura 24. Manejo fitosanitario preventivo.

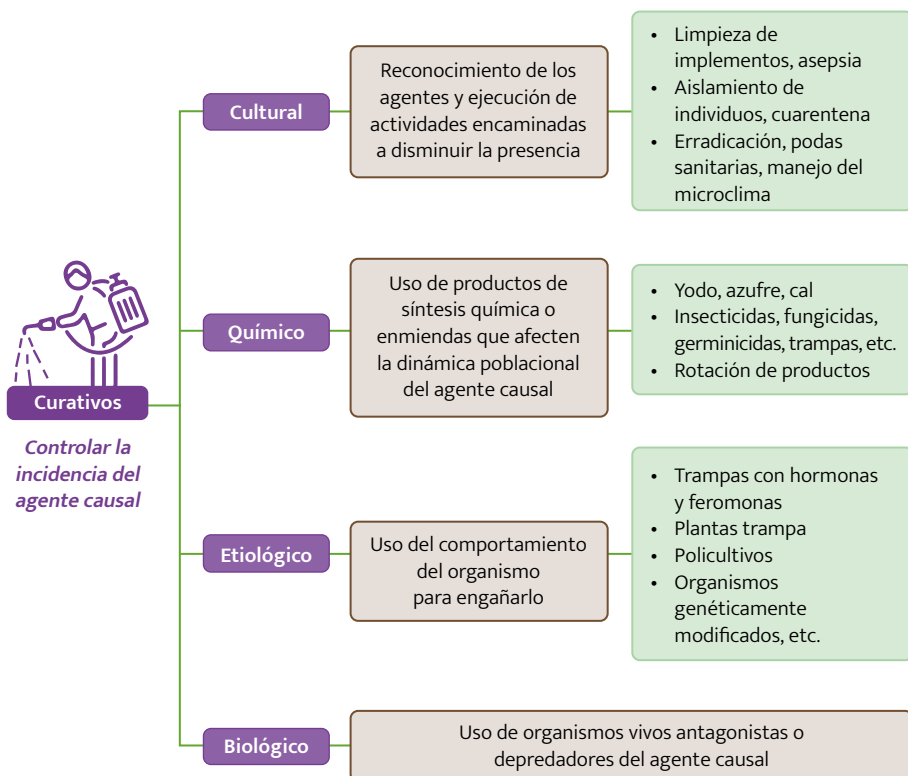


Fuente: Elaboración propia con base en Trujillo (2019)





Figura 25. Manejo fitosanitario curativo.



Fuente: Elaboración propia con base en Trujillo (2019)

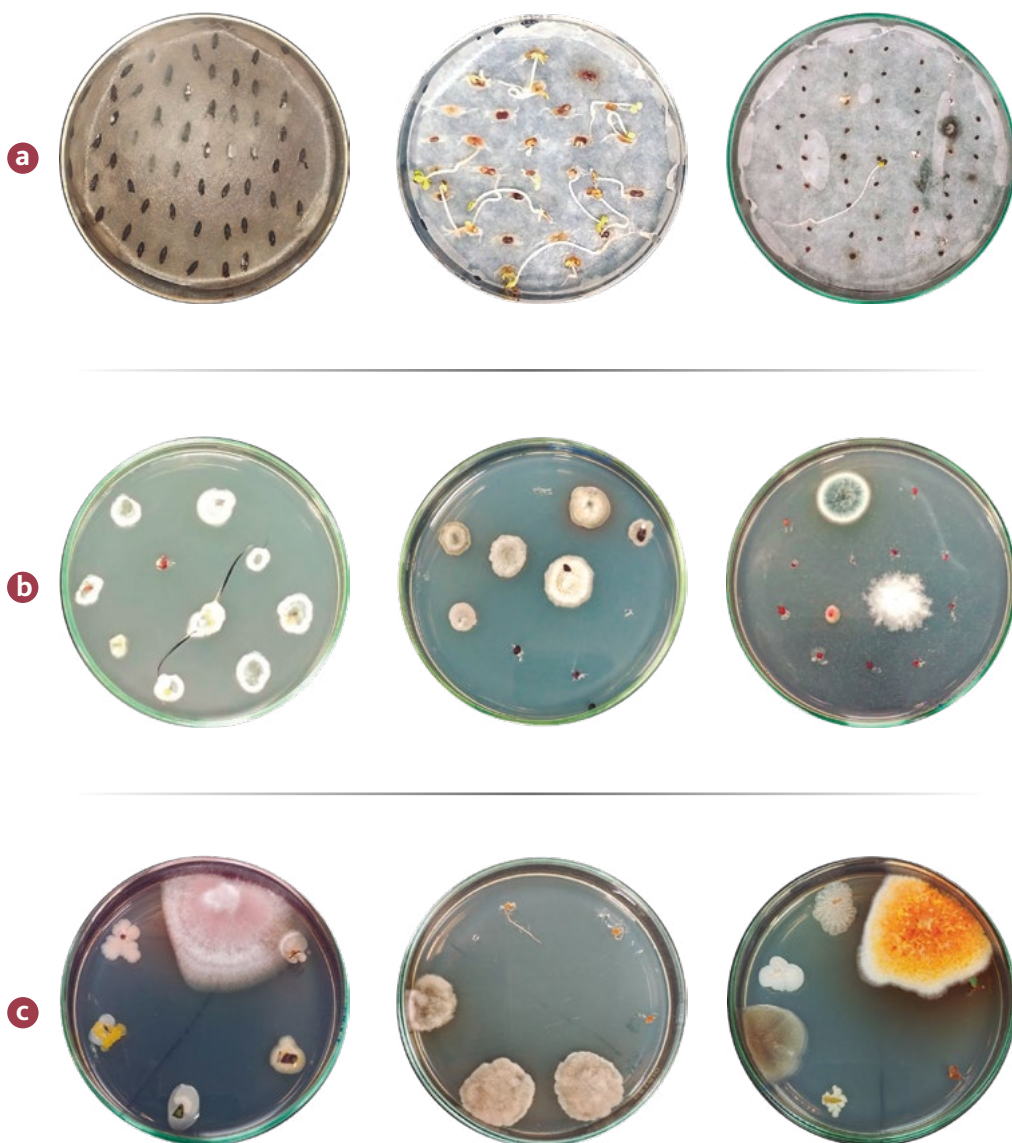
Como un aporte al esquema de aseguramiento sanitario aplicado al proyecto de producción de material forestal para Cundinamarca, desarrollado en el Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, se caracterizaron los principales patógenos presentes en semillas sexuales y plántulas producidas en el vivero.

Las semillas y plántulas fueron llevadas a laboratorio y, después de un proceso de desinfección, se sembraron en cajas Petri con papel estéril o medios de cultivo específicos para facilitar el crecimiento de organismos patógenos (figura 26).

Aproximadamente a los 15 días después de siembra, las cajas Petri fueron examinadas y se registraron las colonias identificando el tipo (hongo, bacteria, color), con codificación diferente. Posteriormente, por reaislamiento de estas colonias, se obtuvieron cultivos monospóricos y, por observación microscópica, se identificaron los géneros asociados a cada material (Marcinkowska, 2002; Patiño et al., 2023).



Figura 26. Métodos para el aislamiento e identificación de patógenos en semillas. a. Método de incubación en papel filtro húmedo; b. y c. Método de incubación en medio del cultivo. Los crecimientos algodonosos indican la presencia de microorganismos en las semillas y plántulas.



Fotos: Elaboración propia



En la tabla 10 se relacionan los microorganismos encontrados de acuerdo con el tipo de tejido evaluado y el número de colonias observadas de cada tipo.

En cuanto al número de casos, el patógeno con mayor frecuencia en número y especies afectadas fue *Fusarium* spp., seguido de *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp, y en menor proporción, *Alternaria* sp., *Trichothecium* sp., *Rhizopus* sp. y *Rhizoctonia* sp. Es importante destacar que todos estos géneros de hongos pueden ser encontrados como saprófitos en las semillas y solamente empiezan a ser significativos si se encuentran en la fase de formación de plántulas, especialmente *Rhizoctonia* spp. y *Fusarium* spp., los cuales son los principales microorganismos causantes del mal del talluelo o pudrición en la base del tallo, que se considera uno de los principales problemas sanitarios en la producción de viveros.

Cabe indicar que la presencia de *Trichoderma* spp. en semillas y plántulas se debe a que se tomaron plántulas en proceso de endurecimiento en el vivero, donde se estaba aplicando *Trichoderma* spp. como bioestimulante y enraizador.

Los hongos que se identificaron sin estructuras reproductivas específicas y las bacterias que no pudieron identificarse por observación directa microscópica continuarán en proceso de evaluación por caracterización molecular, para culminar la identificación y clasificación.

En la tabla 10 se realiza un resumen ejecutivo de los géneros de hongos encontrados en este trabajo.

En los resultados del seguimiento sanitario en el proceso de producción de plántulas en el Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá para entrega a los viveros forestales de Cundinamarca, no se encontraron plagas o enfermedades limitantes; por lo tanto, se está asegurando una alta calidad del material entregado a los productores. No se observó que patógenos encontrados con potencial de daño, como *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* sp., causaran enfermedades limitantes en semillas o en las plántulas destinadas a entrega. 🌱

**Tabla 10.** Microorganismos identificados en las semillas de algunas especies forestales

Nombre común	Nombre científico	Tipo de tejido evaluado	Hongos	ID Hongos aislados
Acacia amarilla	<i>Cassia siamea</i>	Plántula (hoja y raíz)	3	<i>Fusarium</i> sp. (2), sin estructura (1)
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Semilla sexual	3	<i>Fusarium</i> sp. (1), <i>Trichothecium</i> sp. (1), <i>Trichoderma</i> sp. (1)
Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Raíces	1	<i>Penicillium</i> sp. (1)
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	Plántula (hoja y raíz)	5	<i>Aspergillus</i> sp. (1), <i>Penicillium</i> sp. (1), sin estructura (3)
Iguá	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Plántula (hoja y raíces)	3	<i>Fusarium</i> sp. (1), <i>Penicillium</i> sp. (1), <i>Trichoderma</i> sp. (1)
Cedro rosado	<i>Cedrela odorata</i>	Plántula (hoja y raíz)	2	<i>Fusarium</i> sp. (2)
Cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>	Semilla sexual	2	<i>Fusarium</i> sp. (1), <i>Aspergillus</i> sp. (1)
Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	Semilla sexual	1	<i>Penicillium</i> sp. (1)
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Semilla sexual	6	<i>Fusarium</i> sp. (3), <i>Aspergillus</i> sp. (2), sin estructura (1)
Guayacán de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	Plántula (hoja y raíz)	3	<i>Fusarium</i> sp. (1), <i>Aspergillus</i> sp. (1), <i>Alternaria</i> sp. (1)
Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	Plántula (hoja y raíz) semilla sexual	10	<i>Fusarium</i> sp. (6), <i>Rhizoctonia</i> sp. (1), <i>Alternaria</i> sp. (1), sin estructura (2)
Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i>	Semilla sexual	3	<i>Fusarium</i> sp. (1), sin estructura (2)
Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>	Semilla sexual	3	<i>Penicillium</i> sp. (2), sin estructura (1)
Móncono o solera	<i>Cordia gerascanthus</i>	Semilla sexual	3	<i>Fusarium</i> sp. (1), <i>Rhizopus</i> sp. (1), sin estructura (1)
Mortiño	<i>Vaccinium floribundum</i>	Semilla sexual	2	<i>Aspergillus</i> sp. (1), <i>Penicillium</i> sp. (1)
Nogal cafetero	<i>Cordia alliodora</i>	Semilla sexual	10	<i>Fusarium</i> sp. (1), <i>Penicillium</i> sp. (1), <i>Aspergillus</i> sp. (7), sin estructura (1)
Cují	<i>Prosopis juliflora</i>	Plántula (hoja y raíz) semilla sexual	2	<i>Aspergillus</i> sp. (1), <i>Penicillium</i> sp. (1)
Total			62	

Fuente: Elaboración propia



Producción de especies nativas en el Vivero Forestal del Centro de Investigación Tibaitatá

En esta sección se encuentra información asociada con varias especies, que incluye sus usos más comunes (tabla 11), nombre científico³, nombre común y sinónimos, las características generales de la semilla y la germinación, las condiciones generales de adaptación (tabla 12) y las zonas de vida (tabla 13).

Tabla 11. Iconografía para usos comunes

Ícono	Uso común	Ícono	Uso común
	Maderable (construcción)		Moldes
	Maderable (carpintería)		Modelaje a escala
	Ornamental		Juguetería
	Sombrío		Embalajes

Continúa en la página siguiente...

3 Los nombres comunes, nombres científicos y sinónimos se consultaron en Bernal et al. (2017) y World Flora Online (wfo) (2025).





Continuación Tabla 11. Iconografía para usos comunes

Ícono	Uso común	Ícono	Uso común
	Producción de leña y carbón		Pulpa de papel
	Control de erosión		Obtención de fibras
	Producción de forraje		Elaboración de artesanías
	Producción de taninos		Melífera
	Alimento de avifauna		Cercas vivas
	Medicinal		Aglutinante para la producción de panela
	Manejo de rondas		Fijadora de nitrógeno
	Fabricación de aislamientos		Alimentación humana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Iconografía condiciones generales de adaptación

Ícono	Adaptación	Ícono	Adaptación
	Altitud		Requerimientos climáticos
	Zona de vida (según L. Holdridge)		Requerimientos de suelo

Fuente: Elaboración propia





Tabla 13. Zonas de vida según L. Holdridge

Sigla	Zona de vida	Sigla	Zona de vida
bs-T	Bosque seco tropical	bmh-MB	Bosque muy húmedo montano bajo
bs-PM	Bosque seco premontano	bmh-M	Bosque muy húmedo montano
bs-MB	Bosque seco montano bajo	bh-T	Bosque húmedo tropical
bmh-T	Bosque muy húmedo tropical	bh-PM	Bosque húmedo premontano
bmh-PM	Bosque muy húmedo premontano	bh-MB	Bosque húmedo montano bajo

Fuente: Elaboración propia





Alcaparro enano



Nombre común: alcaparro enano, alcaparro

Nombre científico: *Senna multiglandulosa*

Sinónimo: *Cassia tomentosa*

Familia: Fabaceae

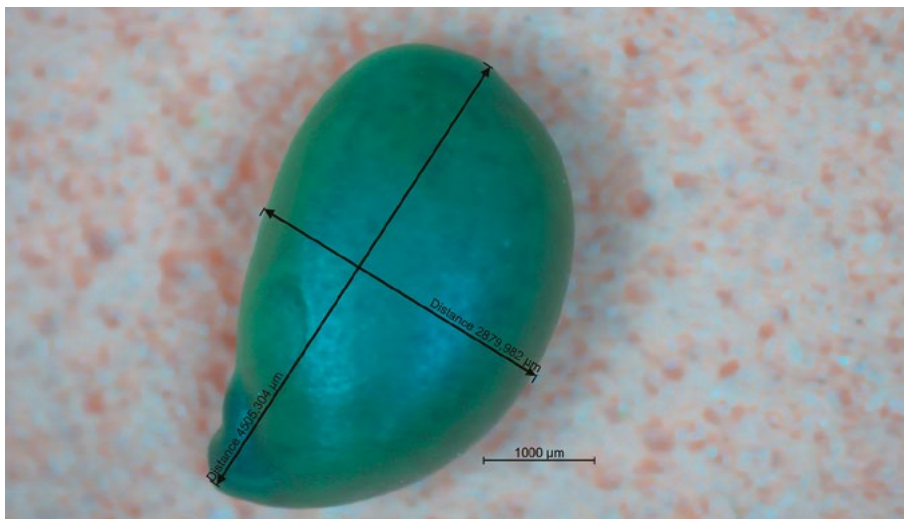
Semillas de color café, brillantes, de forma elíptica, algo aplanadas y consistencia dura (figura 27) (Mahecha et al. 2012).

Figura 27. Dimensiones de la semilla de *Senna multiglandulosa*.



Epígeo:

en la germinación, los cotiledones de la semilla quedan sobre el suelo (Universidad Nacional de la Pampa [UNLPam], s. f.).



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 4,50 mm y un ancho de 2,87 mm.

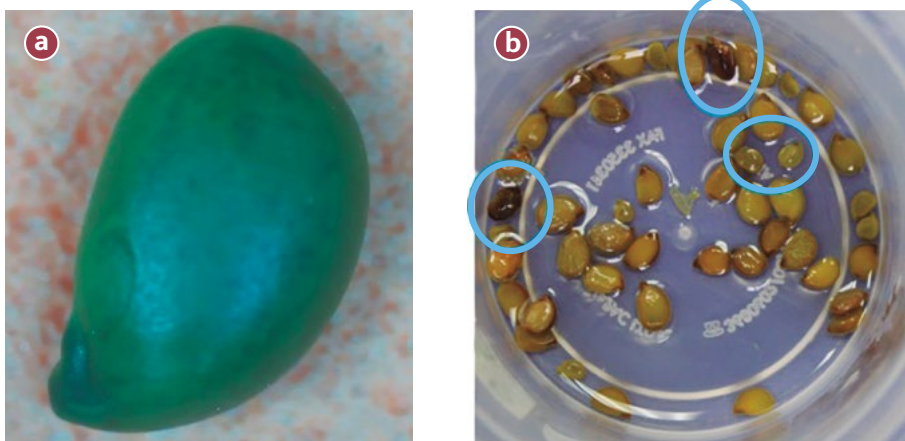
Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón





Es posible identificar semillas en buen estado visualmente por su coloración brillante (figura 28a), en contraste con las semillas de color café o negro opaco o pequeñas que no alcanzaron a desarrollarse (figura 28b). Se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto.

Figura 28. Semilla de *Senna multiglandulosa*. a. En buen estado
b. En mal estado.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Tratamiento pregerminativo: sumergir en agua a temperatura ambiente durante 24 horas o en agua hirviendo, retirarlas al minuto de calor y dejarlas en hidratación por 24 horas o más. Considerando que las semillas presentan latencia física por su dura cubierta seminal, el mejor tratamiento pregerminativo es por escarificación mecánica hasta que su aspecto sea poroso y dejar la semilla en remojo por 12 horas (Trujillo, 2019). Sin embargo, debido al pequeño tamaño de las semillas, es más práctico escarificarlas con ácido sulfúrico (95-97 %) durante 60 minutos (Reyes et al, 2021).

Tipo de germinación: **epígea** (figura 29) y es factible observar **plántulas normales** y anormales (figura 30).

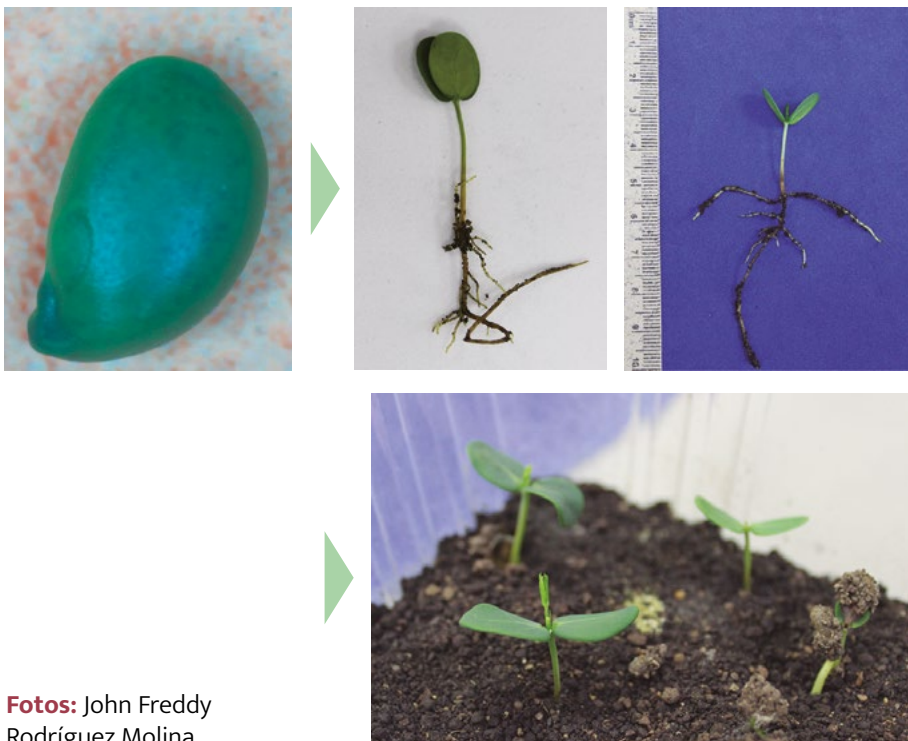
Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).



Plántula normal: plántula que presenta capacidad para continuar su desarrollo en planta normal cuando se cultiva en suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura e iluminación. Esta capacidad para continuar el desarrollo depende de la sanidad y el correcto funcionamiento de las estructuras en desarrollo durante la germinación.

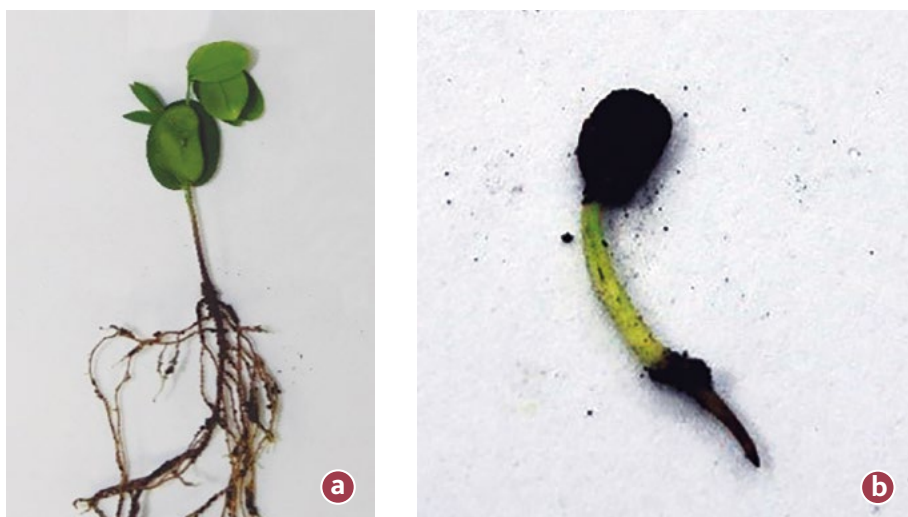


Figura 29. Germinación de la semilla de *Senna multiglandulosa*.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Figura 30. Plántula de *Senna multiglandulosa*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia 10 días después de la siembra (dds). La salida de los plantines a viveros municipales se realizó a los 52 dds con una altura promedio de 8,4 cm, 1,19 mm de diámetro de cuello de raíz y 14,0 cm de longitud de raíz (figura 31).

Figura 31. Plántula de alcaparro enano.

Foto: María Elena Londoño



Las condiciones generales de adaptación de la especie se describen en la tabla 14.

Tabla 14. Condiciones generales de adaptación para *Senna multiglandulosa*

	2.600-3.000 m s. n. m.
	bh-MB y bs-MB.
	12-18 °C; 500-2.000 mm de precipitación anual. Tolerante a la sequía, frío, heladas y vientos fuertes.
	Franco a arenosos, incluso con altos niveles de pedregosidad y endurecimiento, pero con niveles medios a altos de humedad.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012), Gazca y Benavides (2012) y Trujillo (2019)



Arrayán



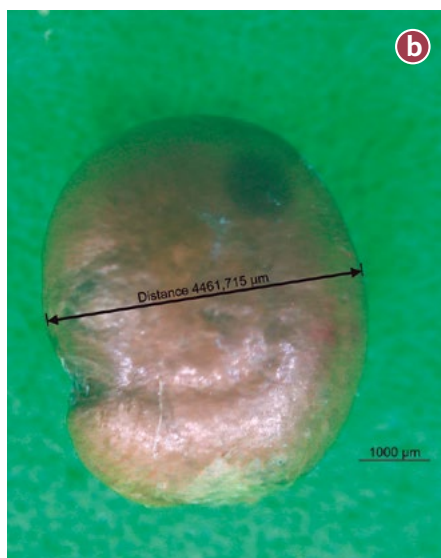
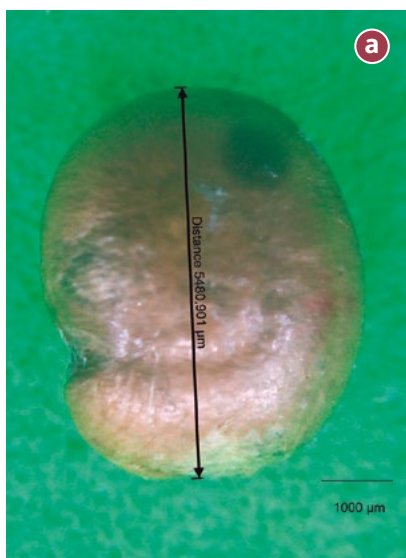
Nombre común: arrayán, palo blanco

Nombre científico: *Myrcianthes leucoxyla*

Familia: Myrtaceae

Semillas de color crema o marrón, redondas, carnosas, con testa dura, opaca y delgada (figura 32) (Cardozo et al., 2009; Mahecha et al., 2012).

Figura 32. Dimensiones de la semilla de *Myrcianthes leucoxyla*.



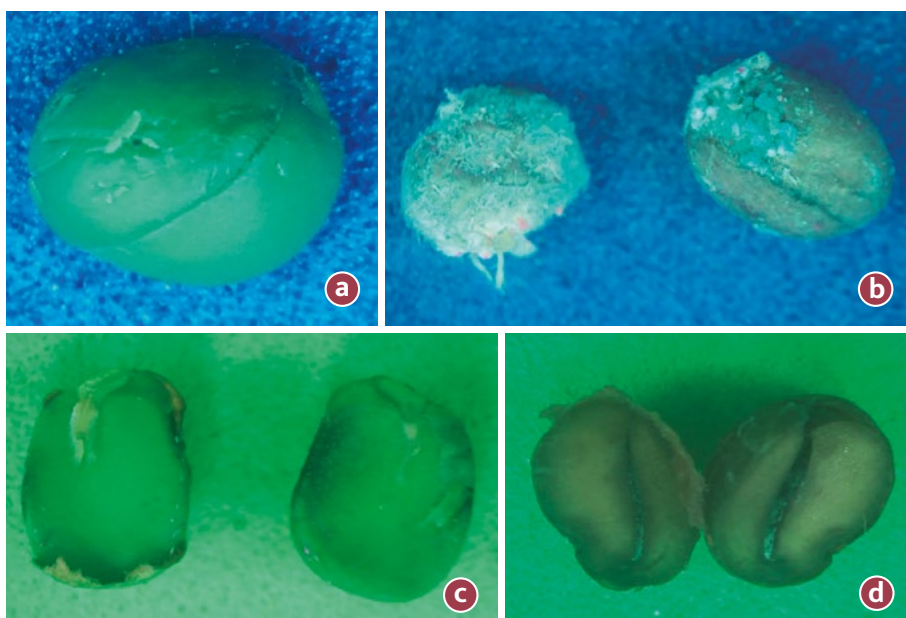
Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 5,48 mm y un ancho de 4,46 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón



Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por su coloración viva (figura 33 a y c), que se distingue de las semillas con humedad y presencia de hongos en la testa (figura 33 b y d). Se recomienda inspeccionar detalladamente las semillas, seleccionar las de mejor aspecto y sembrarlas en el menor tiempo posible para evitar el deterioro. Una semilla en buen estado presenta tejidos turgentes y de colores vivos (figura 33c), contrario a semillas en deterioro, cuyos tejidos lucen oscuros (figura 33d).

Figura 33. Semilla de *Myrcianthes leucoxyla*. a. En buen estado b. Semilla con hongos en la testa. c. Corte longitudinal. d. Corte transversal.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón

Tratamiento pregerminativo: no requiere, aunque la inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas puede inducir la germinación.

Tipo de germinación: **hipógea** (figura 34) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 35).

Comportamiento de la semilla: recalcitrante (Trujillo, 2019).



Hipógeo: en la germinación los cotiledones de la semilla quedan por debajo del suelo (UNLPam, s. f.).

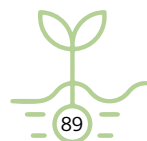




Figura 34. Germinación de la semilla de *Myrcianthes leucoxylo*.



Fotos: Jhon Freddy Rodríguez Molina



Figura 35. Plántula de *Myrcianthes leucoxyla*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia 22 dds. La salida de los plantines a viveros municipales se realizó a los 79 dds, con una altura promedio de 8,0 cm, 0,9 mm de diámetro de cuello de raíz y 13 cm de longitud de raíz (figura 36).

◀ **Figura 36.** Plántula de arrayán.

Foto: Gina Marcela Amado



En la tabla 15 se observan las condiciones generales de adaptación para el arrayán.

Tabla 15. Condiciones generales de adaptación de *Myrcianthes leucoxyla*

	2.200-3.300 m s. n. m.
	bmh-MB, bh-MB, bs-MB y bmh-M.
	12-18 °C, 1.000-4.000 mm de precipitación anual. Especie de sombra y opcionalmente de luz, que se identifica como un bioindicador atmosférico de alta humedad.
	Fértiles y bien drenados, moderadamente profundos; tolera suelos con acidez ligera.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012), Colmenares et al. (2011) y Trujillo (2019)



Balso



Nombre común: balso, balso real, samo, sama

Nombre científico: *Ochroma pyramidale*

Sinónimo: *Ochroma lagopus*

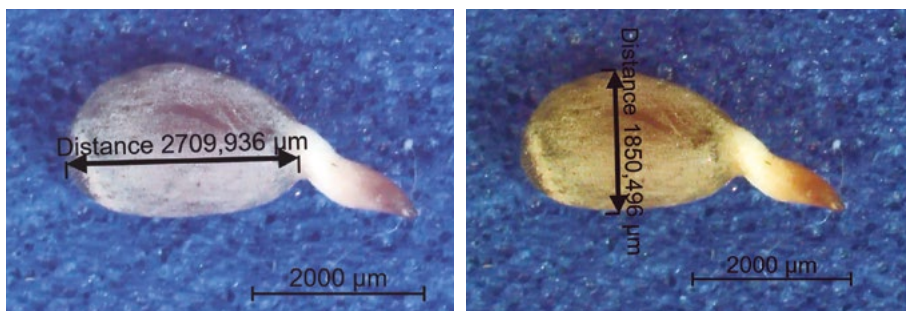
Familia: Malvaceae

Semillas de color café o castaño oscuro, de forma ovoide, lisas y envueltas en medio de una lana de color café, que les sirve de vehículo para ser dispersadas por el viento (**anemófilas**) (Mahecha, et al., 2012; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2000) (figura 37).



Anemófilo: que es dispersado por el viento.

Figura 37. Dimensiones de la semilla de *Ochroma pyramidale*.



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 2,71 mm y un ancho de 1,85 mm.

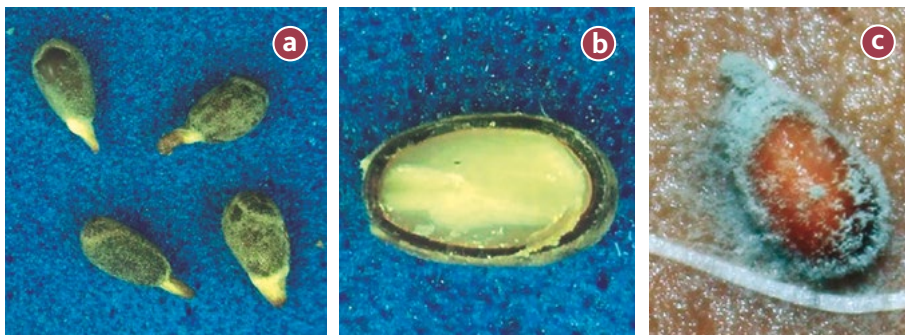
Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón





La inspección visual de la semilla se dificulta debido a su tamaño; sin embargo, se sugiere seleccionar semillas de coloración viva, tejidos turgentes y de colores claros (figura 38a y b), por sobre las semillas con hongos en la superficie de la testa (figura 42c)..

Figura 38. Semillas de *Ochroma pyramidale*. a. En buen estado. b. Corte longitudinal. c. En mal estado con hongos en la testa observados en la prueba de germinación.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina

Tratamiento pregerminativo: sumergir la semilla en agua hirviendo (100 °C) durante 2 minutos o escarificar mecánicamente (lija para metales) hasta que muestre un aspecto poroso y dejar en agua por 24 horas (Trujillo, 2019), o lijar la semilla hasta que pierda el brillo o hervir durante 10 segundos (CATIE, 2000).

Tipo de germinación: epígea (figura 39) y es factible observar plántulas normales y **anormales** (figura 40).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Vozzo, 2010; Trujillo, 2019).



Figura 39. Germinación de la semilla de *Ochroma pyramidale*.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina

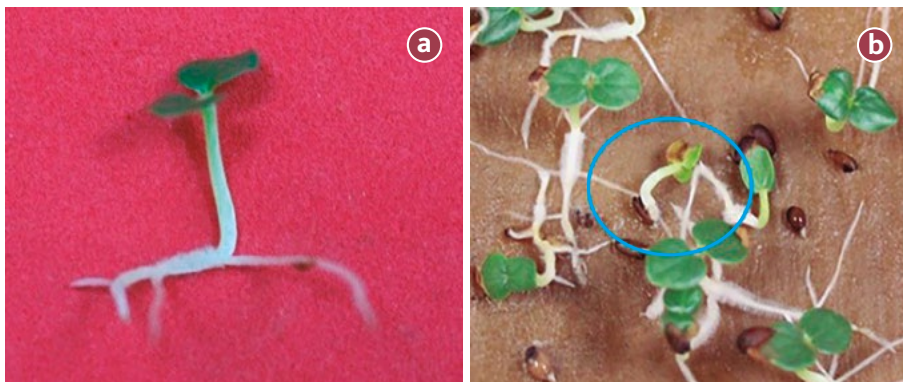
Plántula anormal:

plántula que no presenta capacidad para desarrollarse en planta normal cuando crece en suelo bajo condiciones favorables, debido a que tiene una o más de las estructuras esenciales irreparablemente defectuosas, como raíz primaria con daños limitados, con decoloración o manchas necróticas, hendiduras y grietas cicatrizadas o profundidad limitada.





Figura 40. Plántula de *Ochroma pyramidale* a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 12 dds. Las plántulas alcanzan dimensiones apropiadas para salir del vivero a los 85 dds con dimensiones de 0,23 cm de diámetro del cuello de la raíz, 7,18 cm de longitud del tallo y 11,68 cm de longitud de raíz (figura 41). En la tabla 16 se observan las condiciones generales de adaptación para el balso.



Figura 41. Plántula de balso.

Foto: Gina Marcela Amado



Tabla 16. Condiciones generales de adaptación de *Ochroma pyramidale*

	< 1.800 m s. n. m.
	bs-T, bh-T, bh-PM y bmh-PM.
	20-28 °C y 1.000 y 4.000 mm de precipitación anual. Es una especie de rápido crecimiento y amplia distribución, que requiere de gran cantidad de luz solar, no tolera inundaciones e invade zonas recién perturbadas.
	Bien drenados, preferiblemente de carácter aluvial, entre arcillosos y limosos. No tolera altas salinidades.

Fuente: Elaboración propia con base en Francis y Lowe (2000), Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)





Cedro de altura



Nombre común: cedro de altura, cedro, cedro colorado, cedro cebolla, cedro oloroso

Nombre científico: *Cedrela montana*

Familia: Meliaceae

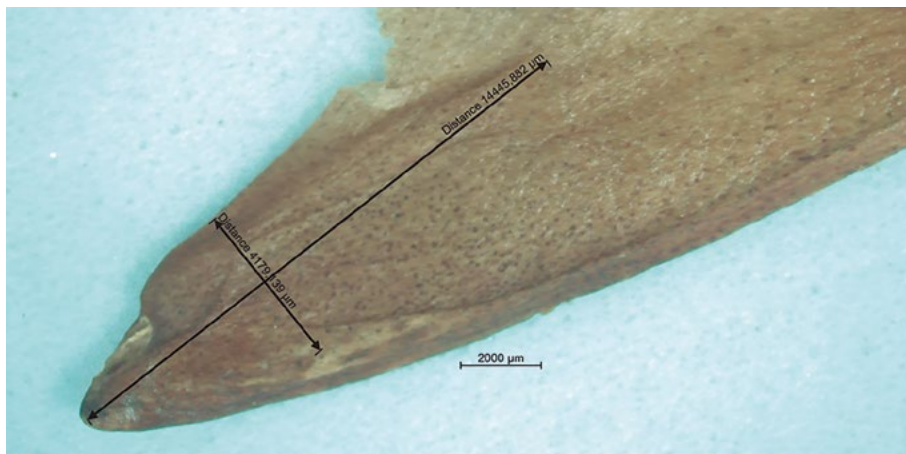
Semillas de color marrón, **aladas**, aplanadas y lisas; poseen una lámina que les sirve para ser dispersadas por el viento (anemófilas) y su embrión se localiza en uno de sus extremos (figura 42) (Mahecha et al., 2012).

Ala:

Membrana fina o extensión seca, o apéndice de una fruta o semilla.



Figura 42. Dimensiones de la semilla de *Cedrela montana*.



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 14,44 mm y un ancho de 4,18 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón





Es posible identificar semillas en buen estado visiblemente por su coloración viva; al tacto se siente el tejido turgente y se puede extraer el embrión (figura 43 a y c); sin embargo, es posible encontrar semillas vanas (figura 43b) o con aspecto húmedo y tejidos en descomposición (figura 43d). Se recomienda inspeccionar detalladamente las semillas y seleccionar las que están en buen estado y que a contraluz se vean llenas.

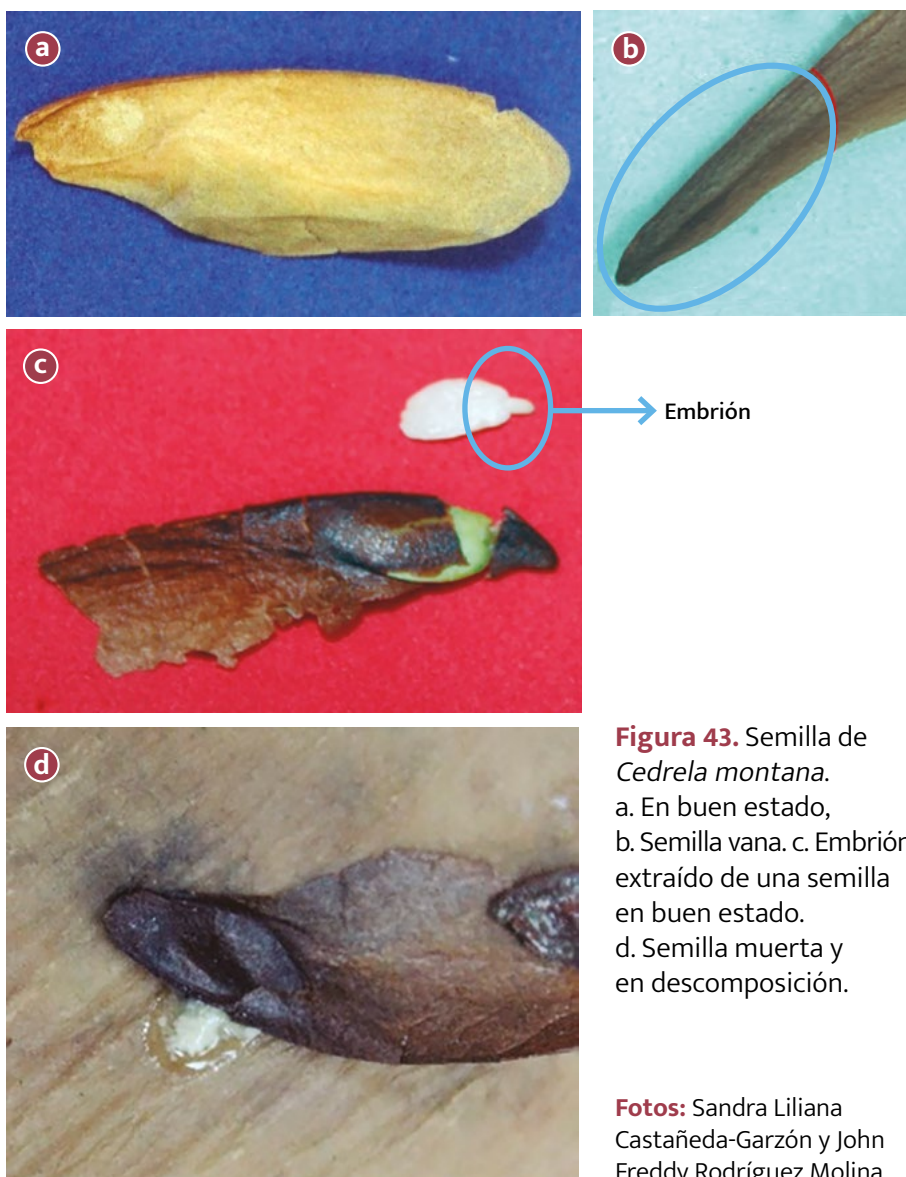


Figura 43. Semilla de *Cedrela montana*.
a. En buen estado,
b. Semilla vana. c. Embrión extraído de una semilla en buen estado.
d. Semilla muerta y en descomposición.

Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina



Tratamiento pregerminativo: no requiere, aunque para lograr una germinación uniforme se recomienda sumergir la semilla en agua por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 44) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 45).

Comportamiento de la semilla: **ortodoxo** (Trujillo, 2019).



Semilla ortodoxa:

semilla resistente a condiciones de muy baja humedad, sin alterar la viabilidad de sus tejidos, que es capaz de germinar una vez rehidratada. Esta semilla puede ser desecada a contenidos de humedad de 4-7 % (equivalente a 15 % de humedad relativa [HR] a 15 °C), para luego ser almacenada a bajas temperaturas por largos periodos sin perder viabilidad (DiSacco et al., 2020).

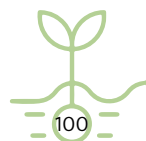
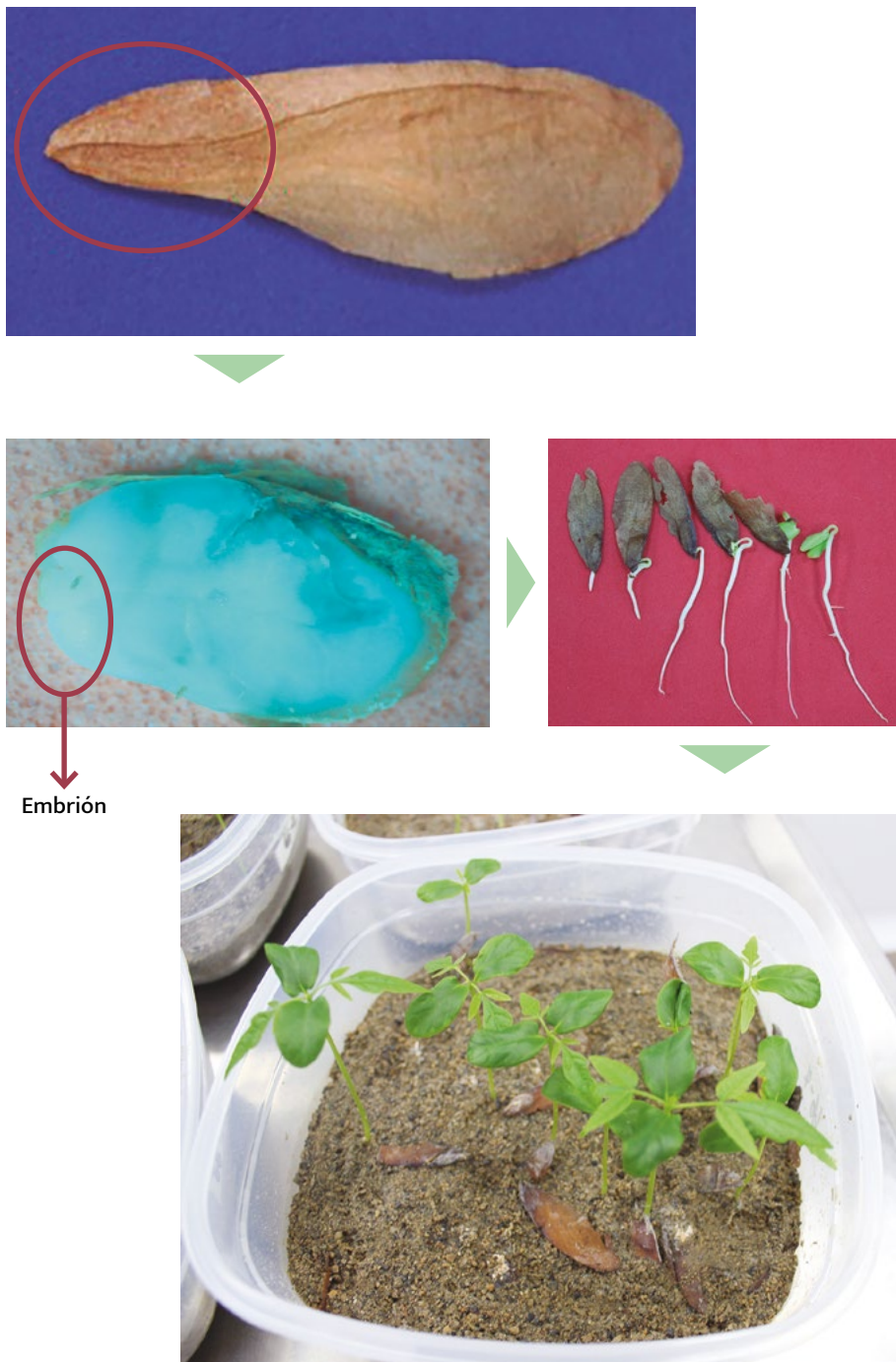




Figura 44. Germinación de la semilla de *Cedrela montana*.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



Figura 45. Plántula de *Cedrela montana*. a. Normal; b. Anormal.



Foto: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 17 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 54 dds con 0,20 cm de diámetro del cuello de la raíz, 7,0 cm de longitud de tallo y 8,25 cm de longitud de raíces (figura 46).

En la tabla 17 se observan las condiciones generales de adaptación para el cedro de altura.

◀ **Figura 46.** Plántula de cedro de altura.

Foto: María Elena Londoño



Tabla 17. Condiciones generales de adaptación de *Cedrela montana*

	1.700-3.000 m s. n. m.
	Parte alta del bmh-PM, bmh-MB, bh-MB y bs-MB.
	Temperatura media 15 °C, 500-200 mm de precipitación anual. Requiere sombra en su estado juvenil, etapa en la que es de rápido crecimiento.
	Húmedos a secos, sueltos y bien drenados, de textura franca a franco arenosa y con pH de neutro a alcalino.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



Cedro rosado



Nombre común: cedro rosado, cedro

Nombre científico: *Cedrela odorata*

Familia: Meliaceae



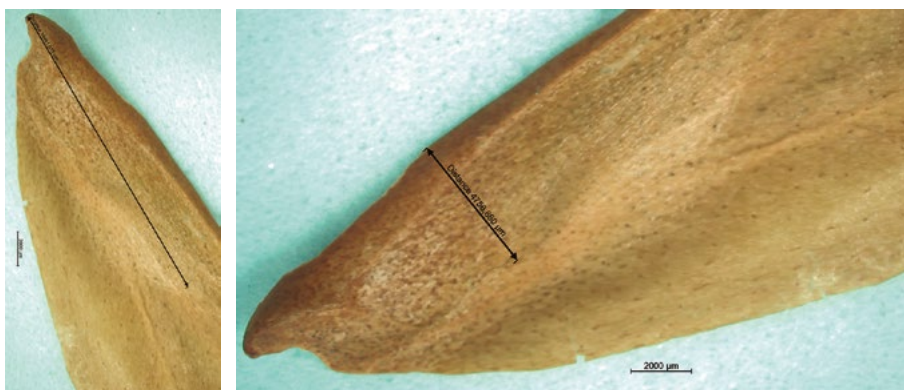
Alado:

que tiene alas o alguna membrana que le permite dispersarse con el viento.

Semillas ovoides, comprimidas y provistas de un ala lateral, oscura, lisa, membranosa, persistente y fácilmente quebradiza; tiene testa de color castaño rojizo (CATIE, 2000) (figura 47).

Semillas ovoides, comprimidas y provistas de un ala lateral, oscura, lisa, membranosa, persistente y fácilmente quebradiza; tiene testa de color castaño rojizo (CATIE, 2000) (figura 47).

Figura 47. Dimensiones de la semilla de *Cedrela odorata*.



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 18,46 mm y un ancho de 4,75 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón





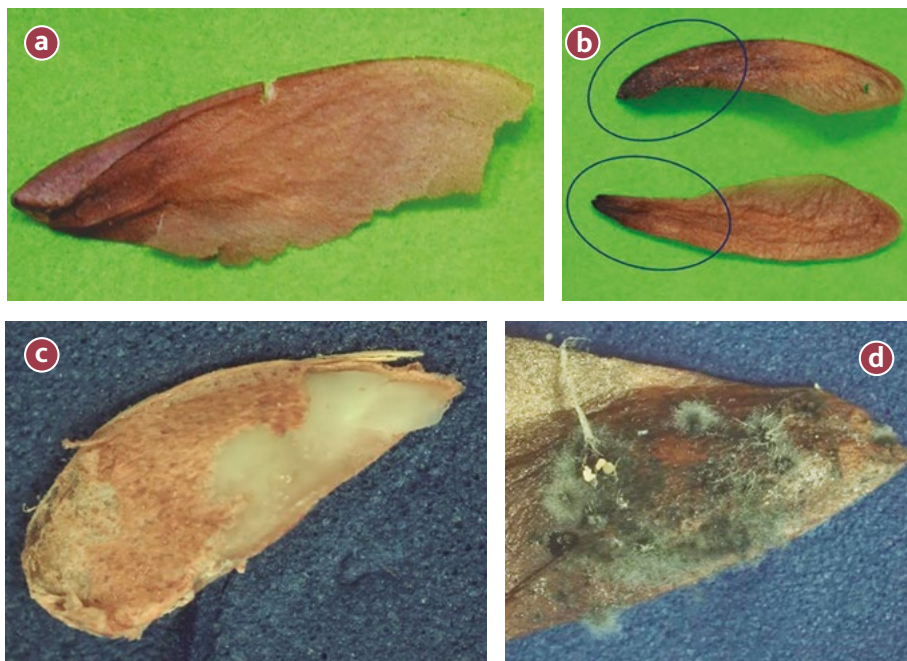
Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por su coloración viva; al tacto se siente el tejido turgente y se puede extraer el embrión (figura 48 a y c). Sin embargo, es posible encontrar semillas vanas (figura 48b) o presencia de hongos u otros problemas fitosanitarios (figura 48d). Se recomienda inspeccionar detalladamente las semillas y seleccionar las que están en buen estado y que a contraluz se vean llenas.

Tratamiento pregerminativo: no requiere, aunque para lograr una germinación uniforme se recomienda sumergir la semilla en agua por 24 horas (Trujillo, 2019).

Germinación: epígea (figura 49) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 50).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).

Figura 48. Semilla de *Cedrela odorata*. a. En buen estado; b. Semilla vana; c. Embrión y tejidos extraídos de una semilla en buen estado; d. Semilla con presencia de hongos en la testa.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina



Figura 49. Germinación de la semilla de *Cedrela odorata*.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Figura 50. Plántula de *Cedrela odorata*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 20 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 48 dds con 0,16 cm de diámetro del cuello de la raíz, 6,26 cm de longitud de tallo y 11,64 cm de longitud de raíces (figura 51).

En la tabla 18 se observan las condiciones generales de adaptación para el cedro rosado.

◀ **Figura 51.** Plántula de cedro rosado.

Foto: María Elena Londoño

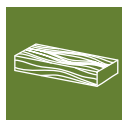
Tabla 18. Condiciones generales de adaptación de *Cedrela odorata*

	< 2.000 m s. n. m.
	bs-T, bh-PM, bh-T y bmh-T.
	Temperatura media de 26 °C y precipitación anual entre 1.000 y 2.500 mm; es una especie con alta exigencia de luz.
	Bien drenados, arcillosos derivados de piedra caliza, con fertilidad natural entre media y alta. Su tolerancia a suelos densos y anegados es muy baja.

Fuente: Elaboración propia con base en Francis & Lowe (2000), Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



Chicalá



Nombre común: chicalá, fresno, chirlobirlo, floramarillo, chirobiro, amarillo, chicalá polvillo

Nombre científico: *Tecoma stans*

Familia: Bignoniaceae

Semillas de forma ligeramente cordada o circular, comprimidas, poseen un ala marginal de **color blanco, translúcida, delgada y suave** (Mahecha et al., 2012) (figura 52).

Cartáceo: de consistencia similar al papel o pergamino (Mahecha et al., 2012).

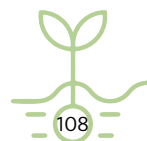


Figura 52. Dimensiones de la semilla de *Tecoma stans*.



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 6,97 mm y un ancho de 3,52 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón





Es posible identificar semillas en buen estado visiblemente por su coloración clara (figura 53a) y aspecto turgente, en contraste con las semillas de colores oscuros (figura 53b). Se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto.

Figura 53. Semilla de *Tecoma stans*. a. En buen estado; b. En mal estado.

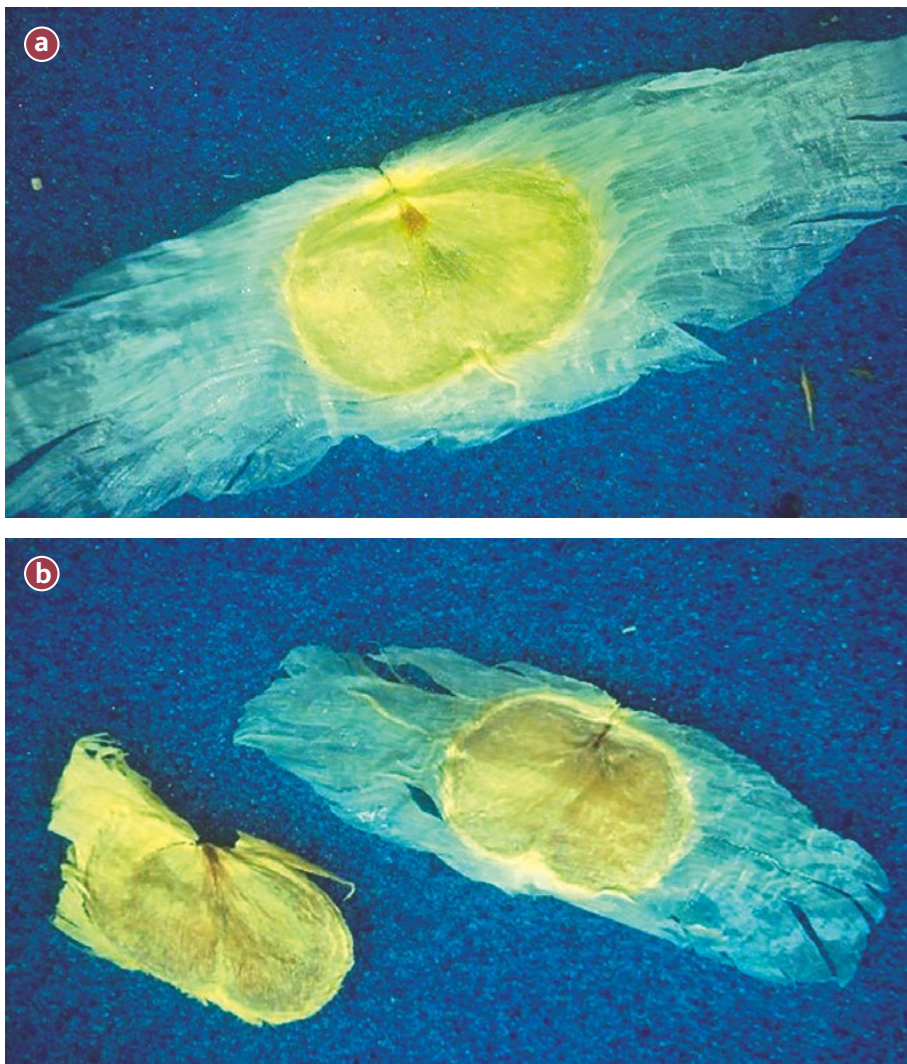


Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón



Tratamiento pregerminativo: sumergir la semilla en agua por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 54) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 55).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).

Figura 54. Germinación de la semilla de *Tecoma stans*.

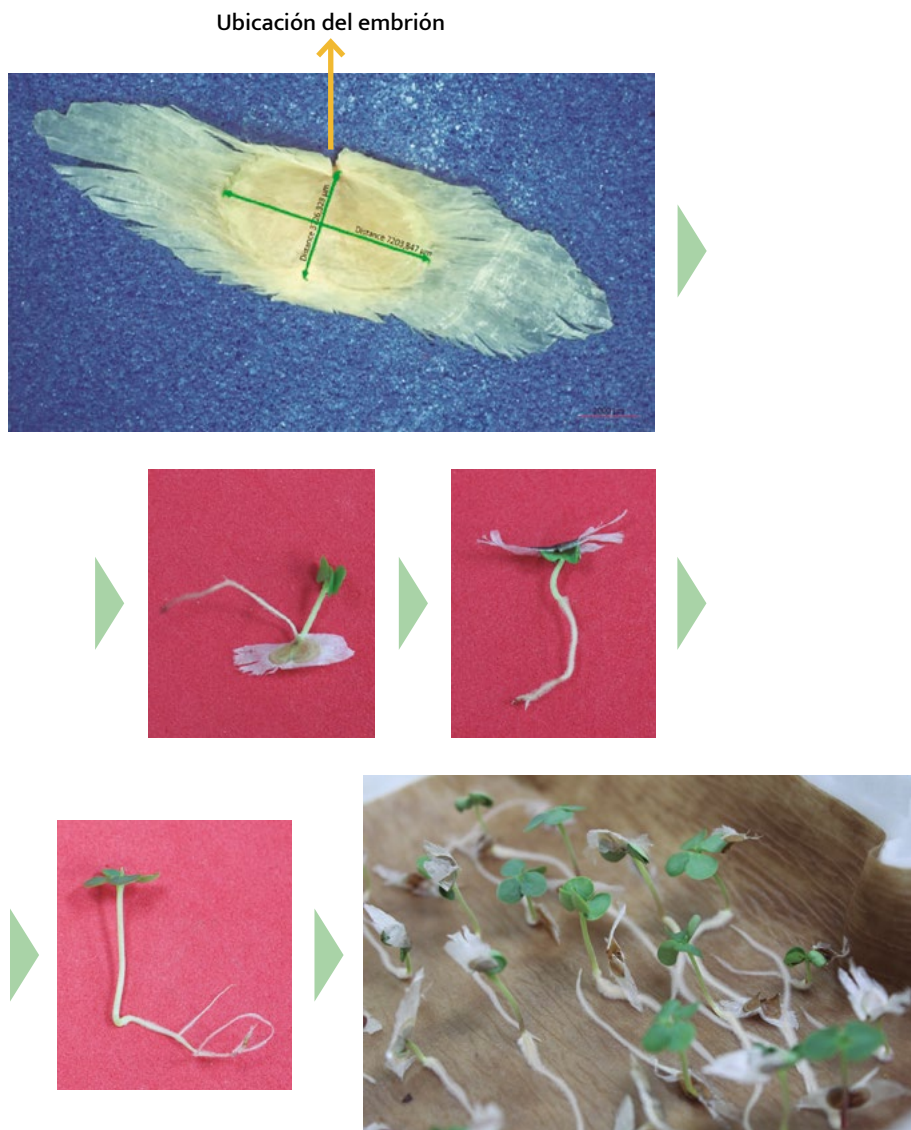
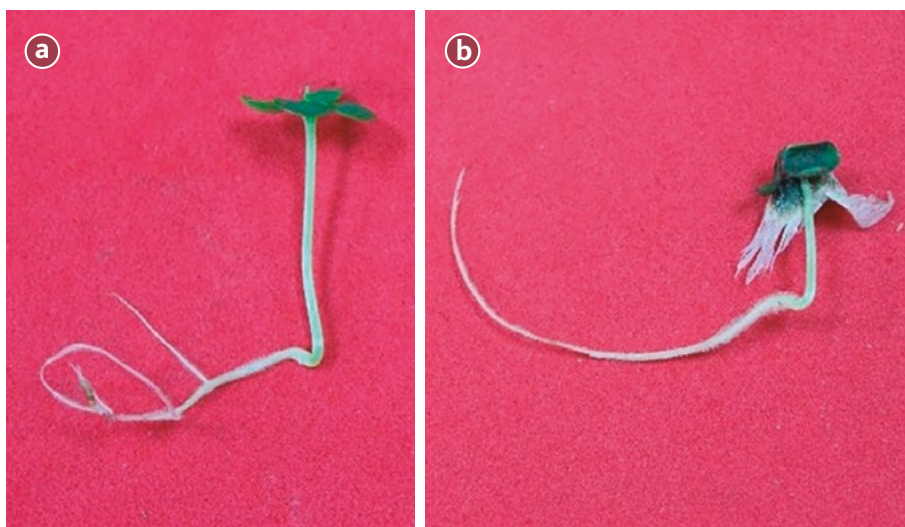


Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina



Figura 55. Plántula de *Tecoma stans*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 14 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 53 dds con 0,17 cm de diámetro del cuello de la raíz, 7,78 cm de longitud de tallo y 9,01 cm de longitud de raíces (figura 56).

En la tabla 19 se observan las condiciones generales de adaptación para el chicalá.

◀ **Figura 56.** Plántula de chicalá.

Foto: María Elena Londoño



Tabla 19. Condiciones generales de adaptación de *Tecoma stans*

	1.600-2.800 m s. n. m.
	bh-PM, bmh-PM, bmh-MB, bh-MB y bs-MB.
	Temperatura media entre 12 y 24 °C y precipitación entre 1.000 y 2.000 mm anuales. Zonas con abundante brillo solar.
	Bien drenados, profundos, de fertilidad baja a media, texturas francas y soporta suelos ácidos.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



Cují



Nombre común: cují, trupillo, algarrobo, cují negro

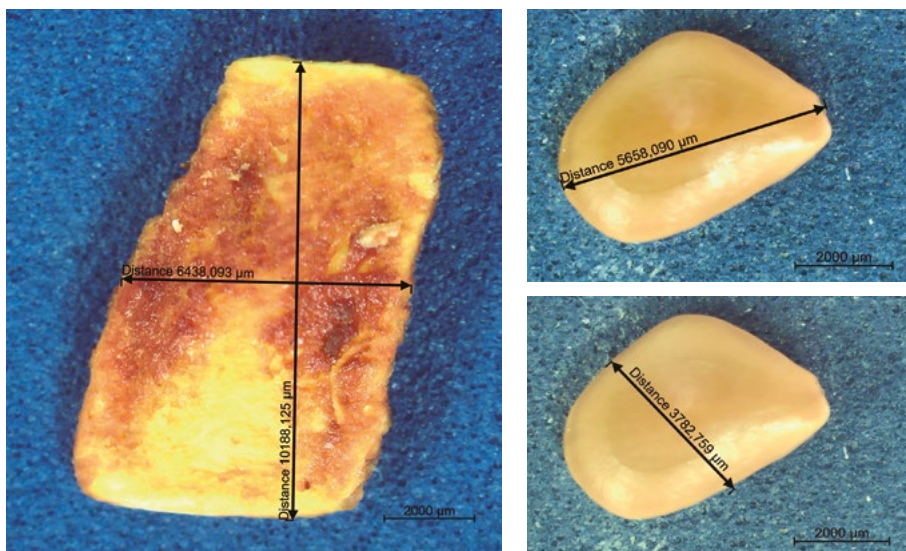
Nombre científico: *Neltuma juliflora*

Sinónimo: *Prosopis juliflora*

Familia: Fabaceae

Semillas duras de color café marrón, brillantes, forma ovoide, aplanada o achatada (Mahecha et al., 2012) y con una cubierta pegajosa (figura 57).

Figura 57. Dimensiones de la semilla de *Neltuma juliflora*.



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 10,19 y 5,65 mm y un ancho de 6,43 y 3,78 mm.

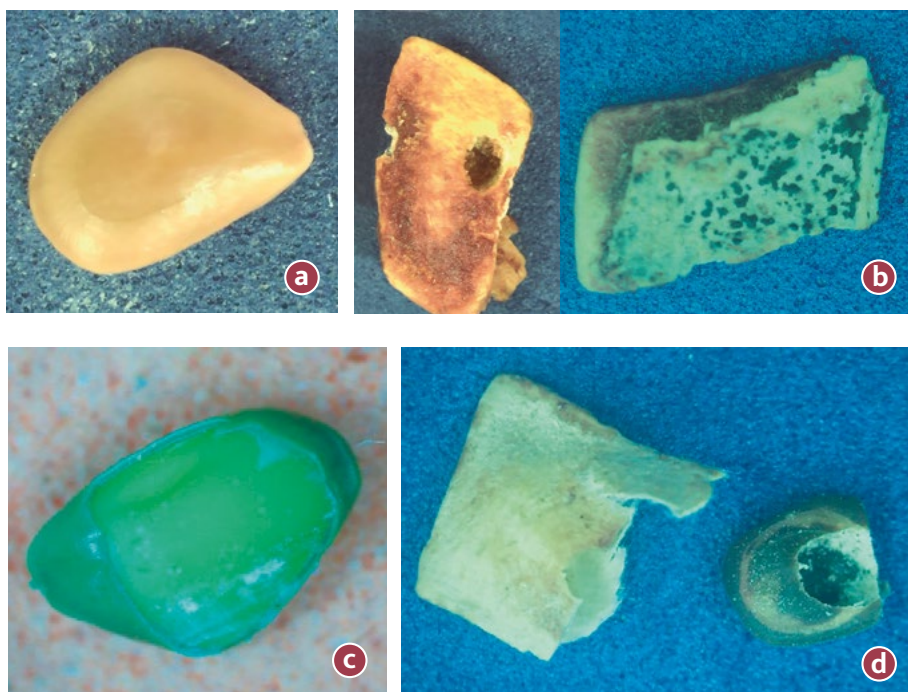
Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón





Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por su coloración viva y brillante, así como tejidos turgentes (figura 58 a y c). Sin embargo, es posible observar manchas negras y perforaciones en la testa o en la semilla (figura 58 b y d). Se recomienda inspeccionar detalladamente las semillas y seleccionar las de mejor aspecto y que no tengan perforaciones.

Figura 58. Semilla de *Neltuma juliflora*. a. En buen estado; b. Perforada y con presencia de hongos en la testa; c. Corte transversal; d. Semilla perforada.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina

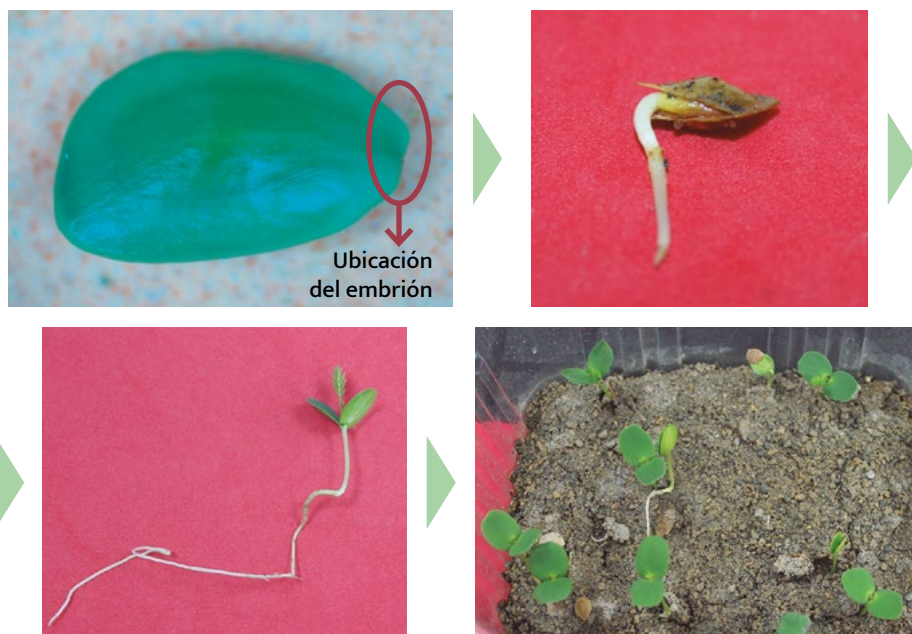
Tratamiento pregerminativo: remojar las semillas en agua caliente de 3 a 5 minutos y después en agua fría por 1 día (López et al., 2016) o sumergir en agua a temperatura ambiente por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 59) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 60).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).

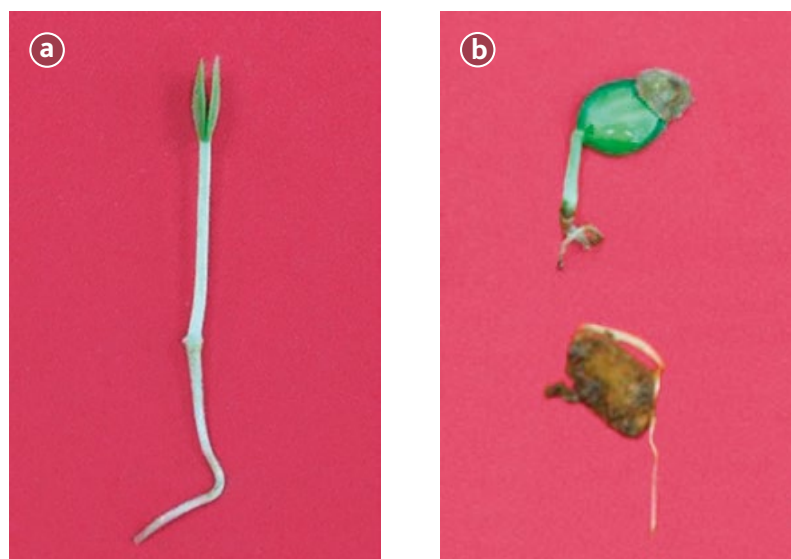


Figura 59. Germinación de la semilla de *Neltuma juliflora*.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Figura 60. Plántula de *Neltuma juliflora*. a. Normal; b. Anormal



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 10 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 104 dds con 0,11 cm de diámetro del cuello de la raíz, 8,80 cm de longitud de tallo y 8,90 cm de longitud de raíces (figura 61).

En la tabla 20 se observan las condiciones generales de adaptación para el cují.

◀ **Figura 61.** Plántula de cují o trupillo.

Foto: María Elena Londoño

Tabla 20. Condiciones generales de adaptación de *Neltuma juliflora*

	< 1.500 m s. n. m.
	bs-T y bh-PM.
	Temperatura media de 27 °C y precipitación promedio anual entre 200 y 1.700 mm. Resiste largos periodos de sequía, incluso superiores a nueve meses.
	pH entre 5,0 y 8,0 y sin tolerancia a las arcillas pesadas. Crece en diferentes condiciones de suelos (rocosos, arenosos, aluviales o salinizados).

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Galera (2000)



Dinde mora



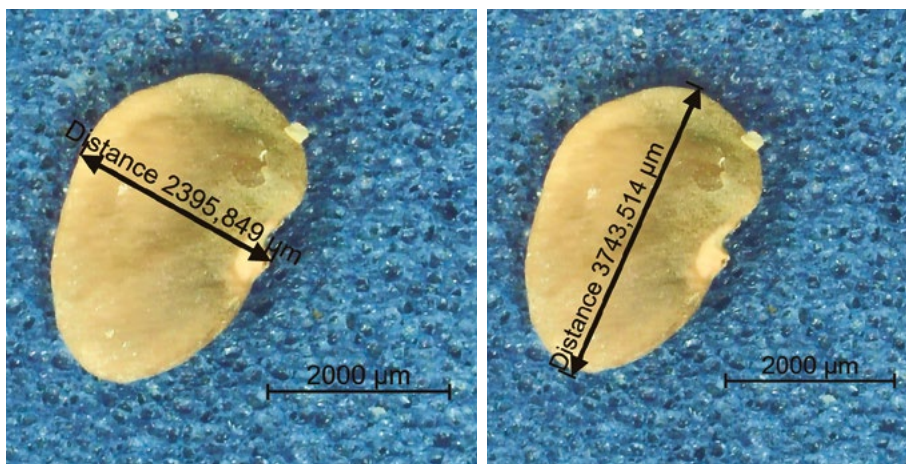
Nombre común: dinde mora, dinde, palo mora, morita, palo amarillo

Nombre científico: *Maclura tinctoria*

Familia: Moraceae

Semillas de color marrón, textura lisa, forma circular y algo aplanadas (Carvajal-Rojas et al., 2014). (figura 62).

Figura 62. Dimensiones de la semilla de *Maclura tinctoria*.



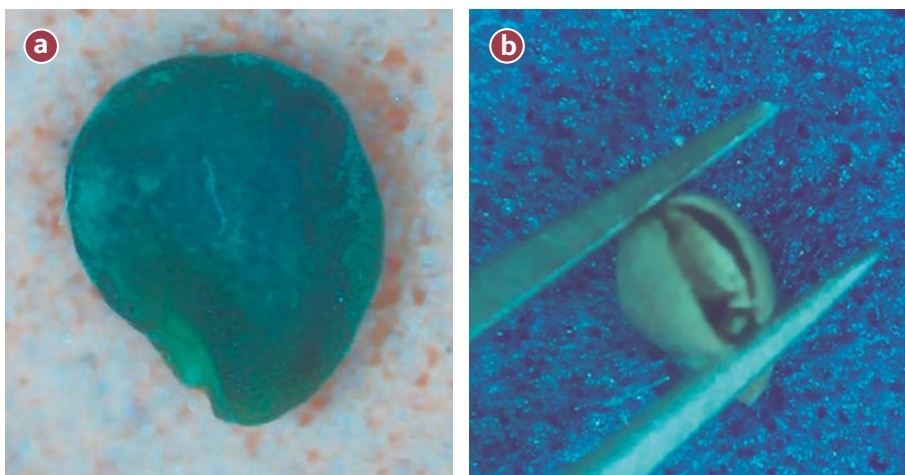
Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 3,74 mm y ancho de 2,39 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón



La inspección visual de la semilla se dificulta debido a su tamaño; sin embargo, se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto (figura 63a) e identificar variación en tonos de color de la testa y posibles fisuras (figura 63b).

Figura 63. Semilla de *Maclura tinctoria*. a. En buen estado; b. En mal estado.



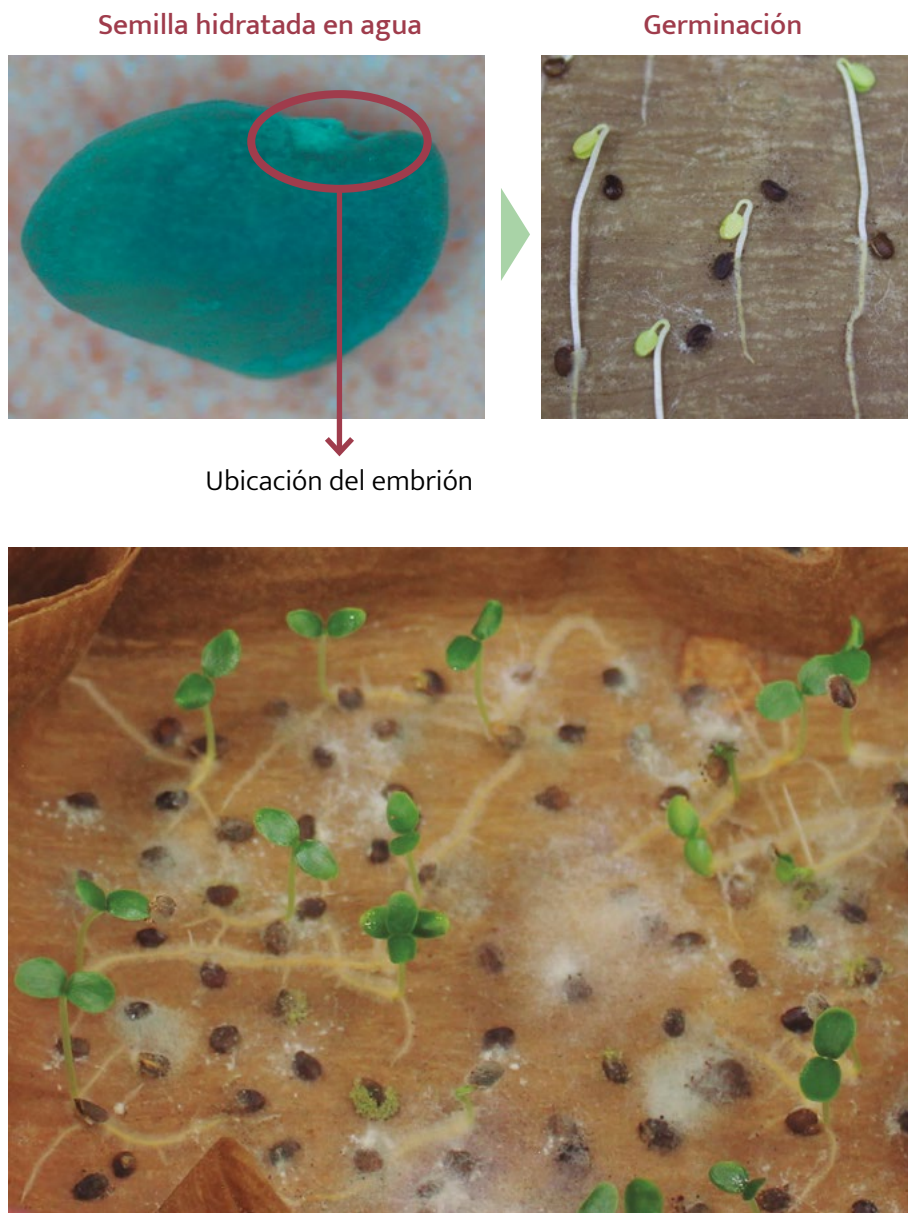
Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón

Tratamiento pregerminativo: inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 64) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 65).



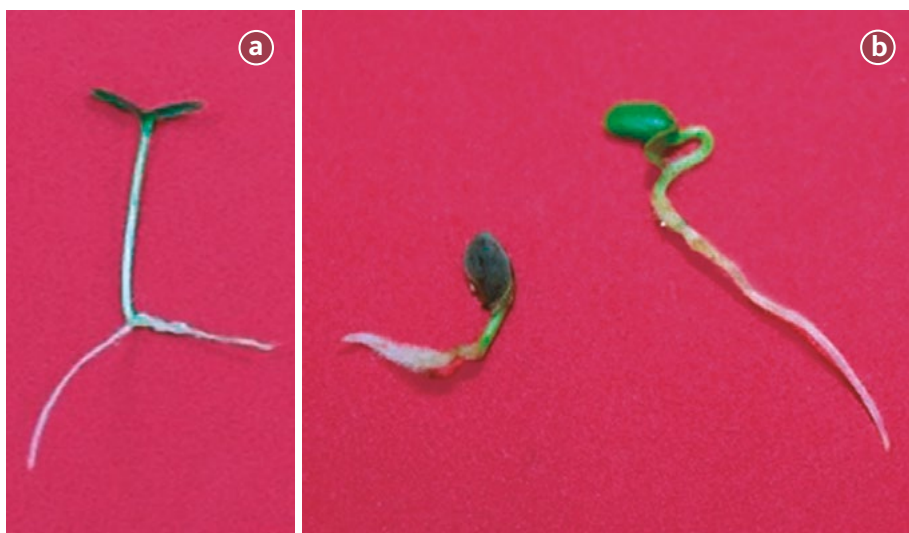
Figura 64. Germinación de la semilla de *Maclura tinctoria*.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



Figura 65. Plántula de *Maclura tinctoria*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 20 DDS. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 84 DDS con 0,14 cm de diámetro del cuello de la raíz, 10,75 cm de longitud de tallo y 4,91 cm de longitud de raíces (figura 66).

En la tabla 21 se observan las condiciones generales de adaptación para el dinde mora.

◀ **Figura 66.** Plántula de dinde mora.

Foto: Gina Marcela Amado



Tabla 21. Condiciones generales de adaptación de *Maclura tinctoria*

	< 1.500 m s. n. m.
	bs-T, bh-T, bh-PM y bmh-PM.
	Especie heliófita ligera, es decir, que crece razonablemente rápido a plena luz, pero también tolera algo de sombra cuando está joven. Preferencia por condiciones húmedas.
	Bien drenados, calcáreos y de textura arcillo-arenosa. Tolerante a suelos poco profundos, degradados y con inundaciones por cortos periodos.



Heliófita:

especie que requiere la luz directa del sol para su desarrollo.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Barrace et al. (2003).





Guásimo



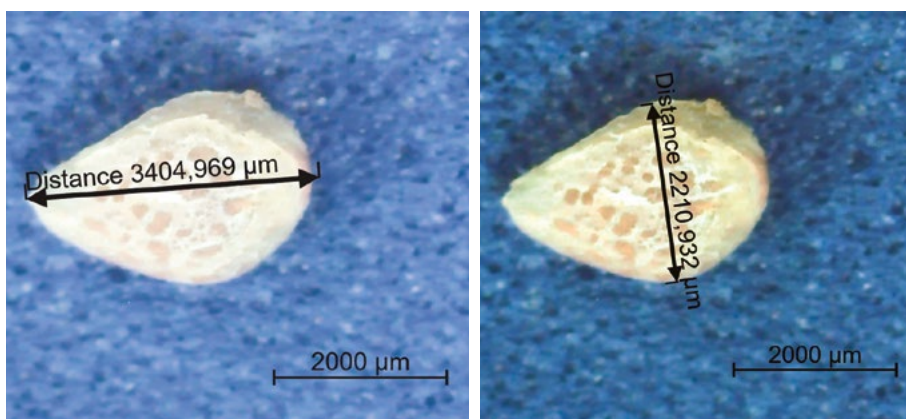
Nombre común: guásimo, guásima, nacedero

Nombre científico: *Guazuma ulmifolia*

Familia: Malvaceae

Semillas de color pardo, duras y redondeadas (Aguirre, 2012) (figura 69).

Figura 67. Dimensiones de la semilla de *Guazuma ulmifolia*.



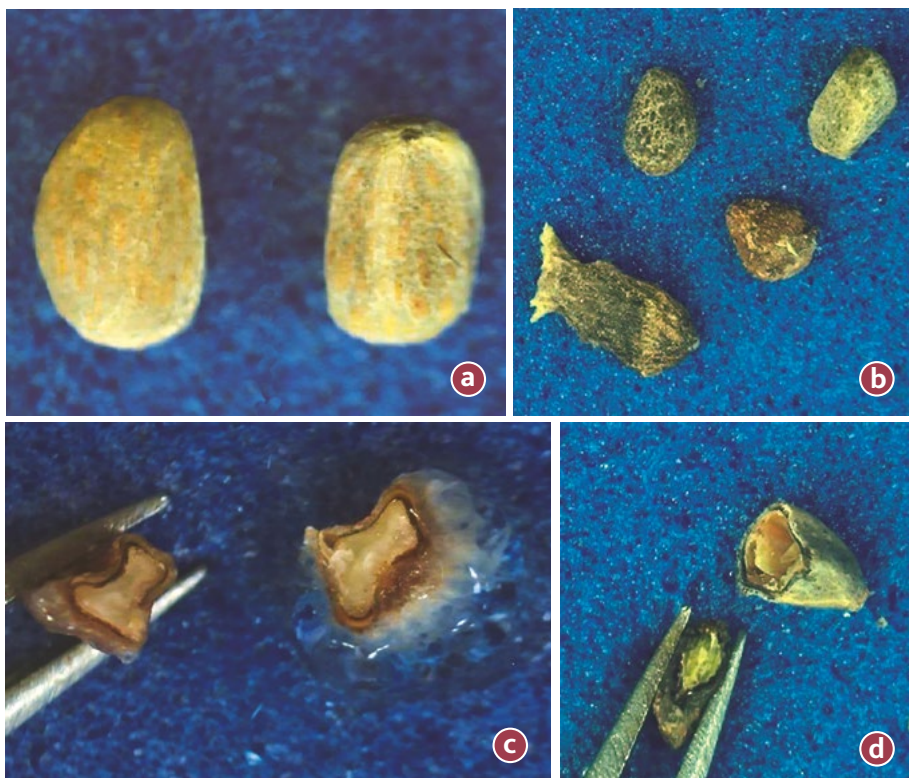
Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 3,40 mm y un ancho de 2,21 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón



La inspección visual de la semilla se dificulta debido a su tamaño; sin embargo, se sugiere identificar variación en tonos de color de la testa (figura 68b); colores negros o grises oscuros pueden asociarse a semillas deterioradas (figura 68d). Se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto (figura 68 a y c).

Figura 68. Semilla de *Guazuma ulmifolia*. a. En buen estado; b. Semillas deterioradas, coloración oscura; c. Corte transversal; d. Corte transversal.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón

Tratamiento pregerminativo: remojar en agua por 24 horas (Trujillo, 2019) (figura 69).

Tipo de germinación: epígea (figura 70) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 71).

Comportamiento de la semilla: **recalcitrante** (Trujillo, 2019).



Figura 69. Semilla hidratada de *Guazuma ulmifolia*.

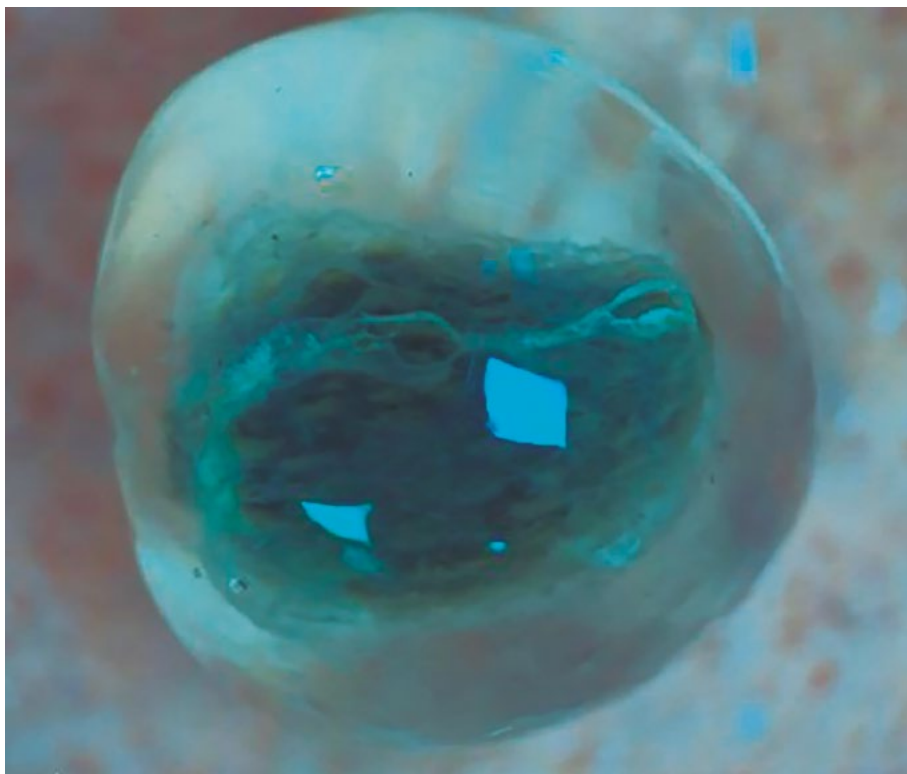


Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón



Semilla recalcitrante:

semilla incapaz de tolerar la pérdida de agua, razón por la cual su viabilidad disminuye drásticamente si es desecada a menos del 75 % de HR a 15 °C. Este tipo de semillas presenta altos contenidos de humedad al momento de la dispersión y solo se conservan vivas mientras esta se mantenga (DiSacco et al., 2020).



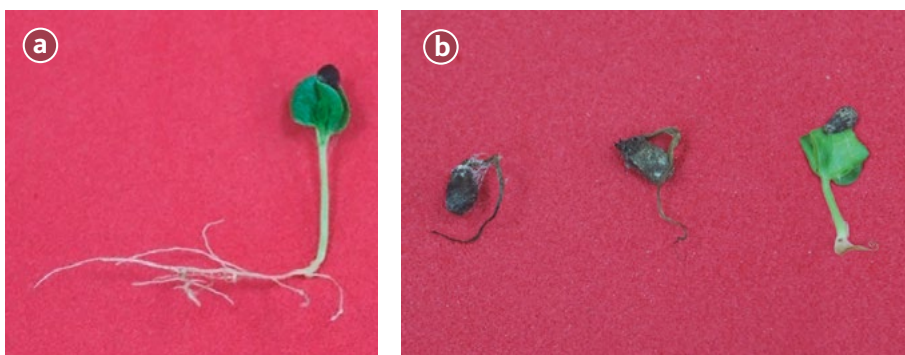


Figura 70. Germinación de la semilla de *Guazuma ulmifolia*.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina

Figura 71. Plántula de *Guazuma ulmifolia*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 12 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 97 dds con 0,23 cm de diámetro del cuello de la raíz, 7,07 cm de longitud de tallo y 15,85 cm de longitud de raíces (figura 72).

En la tabla 22 se observan las condiciones generales de adaptación para el guácimo.

◀ **Figura 72.** Plántula de guásimo.

Foto: Gina Marcela Amado

Tabla 22. Condiciones generales de adaptación para *Guazuma ulmifolia*

	< 1.500 m s. n. m.
	bs-T, bh-T, bh-PM y bmh-PM.
	18-25 °C de temperatura media y 600 a 3.000 mm de precipitación media anual. Adaptación tanto a condiciones secas como húmedas. Su presencia suele estar asociada a zonas perturbadas, en etapas avanzadas de bosques secundarios.
	Amplio rango de suelos, generalmente con pH mayor a 5.5.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y CATIE (1991)



Guayacán - Ocobo



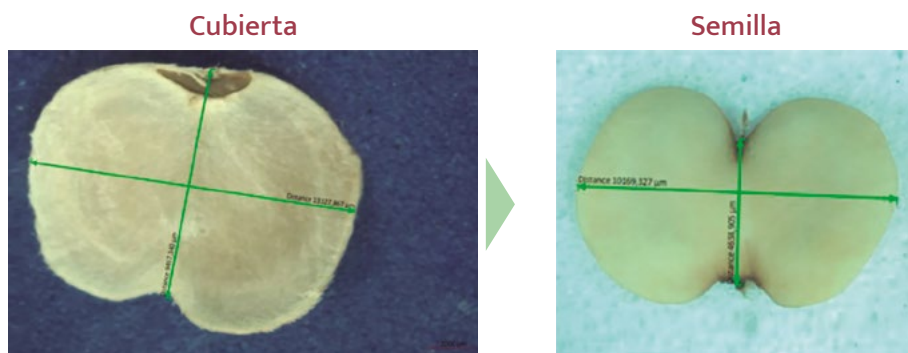
Nombre común: guayacán, ocobo, flor morado, minás

Nombre científico: *Tabebuia rosea*

Familia: Bignoniaceae

Semillas aladas, blancuzcas (Carvajal et al., 2014), membranosas y formadas por dos cubiertas fácilmente reconocibles, de color pardo claro y con alas blancas (CATIE, 2000) (figura 73).

Figura 73. Dimensiones de la semilla de *Tabebuia rosea*.



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 13,33 y 10,17 mm y un ancho de 9,47 y 4,64 mm.

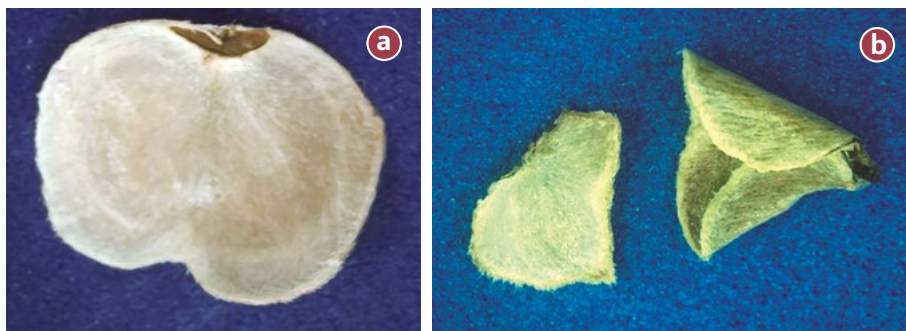
Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón

Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por su coloración viva (figura 74a), en contraste con las semillas de colores oscuros, formas distintas o dobleces (figura 74b). Se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto.





Figura 74. Semilla de *Tabebuia rosea*. a. En buen estado; b. En mal estado.



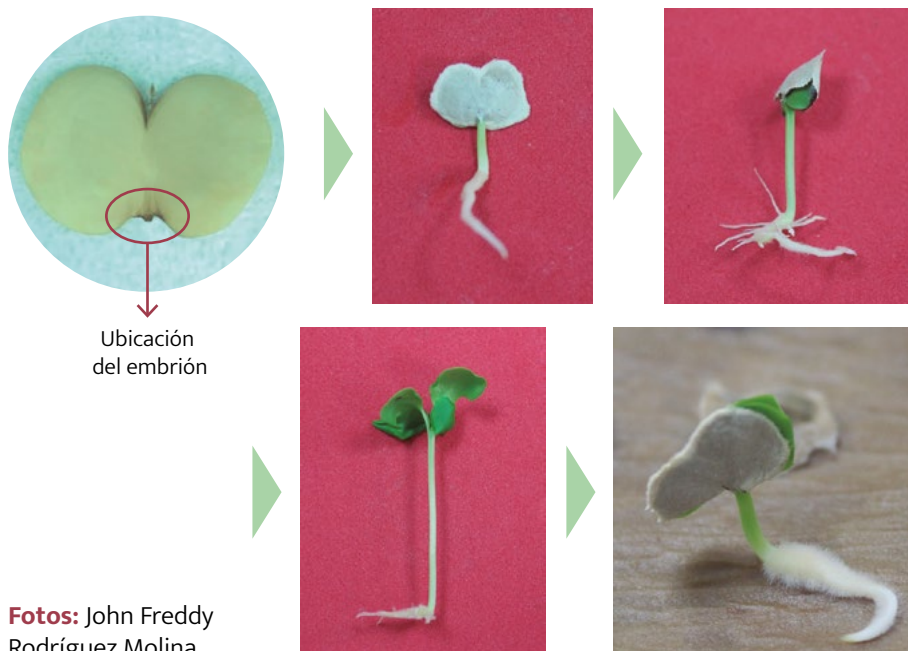
Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón

Tratamiento pregerminativo: no requiere, aunque se recomienda sumergir la semilla en agua por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 75) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 76).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019; Vozzo, 2010).

Figura 75. Germinación de la semilla de *Tabebuia rosea*.

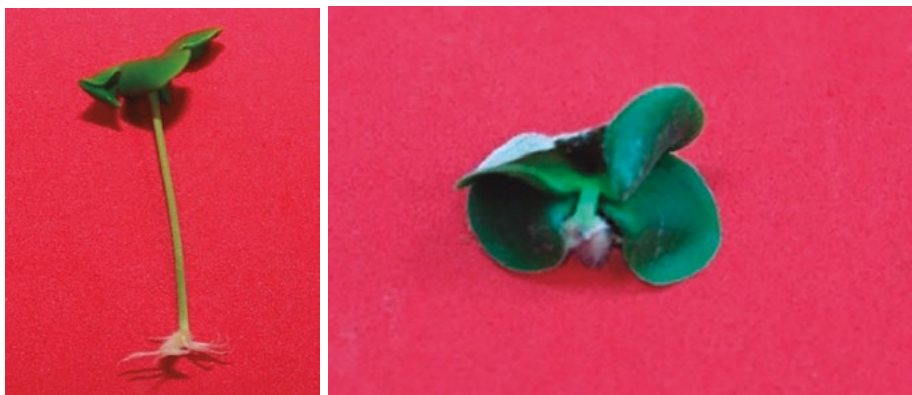


Fotos: John Freddy Rodríguez Molina





Figura 76. Plántula de *Tabebuia rosea*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 24 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 98 dds con 0,19 cm de diámetro del cuello de la raíz, 7,00 cm de longitud de tallo y 9,50 cm de longitud de raíces (figura 77). En la tabla 23 se observan las condiciones generales de adaptación para el ocobo.



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 20 DDS. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 84 DDS con 0,14 cm de diámetro del cuello de la raíz, 10,75 cm de longitud de tallo y 4,91 cm de longitud de raíces (figura 66).

En la tabla 21 se observan las condiciones generales de adaptación para el dinde mora.

Figura 77. Plántula de ocobo.

Foto: María Elena Londoño





Tabla 23. Condiciones generales de adaptación para *Tabebuia rosea*

	< 2.000 m s. n. m.
	bs-T, bh-T, bh-PM y bmh-PM.
	Temperatura media de 21 °C y precipitación media anual entre 1.000-3.000 mm. Pionera, con una alta capacidad de adaptación tanto a condiciones secas como húmedas.
	Poco exigente, con preferencia hacia aquellos con textura arenosa o franco-arenosa, profundos y bien drenados.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



Guayacán de Manizales



Nombre común: guayacán de Manizales, guayacán amarillo

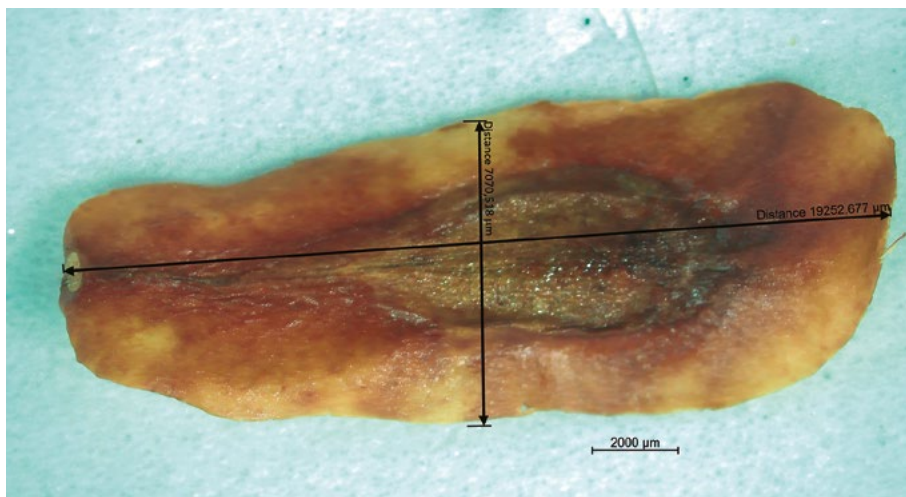
Nombre científico: *Lafoensia acuminata*

Sinónimo: *Lafoensia speciosa*

Familia: Lythraceae

Semillas aplanadas y aladas de color amarillo brillante (Carvajal-Rojas et al., 2014) (figura 78).

Figura 78. Dimensiones de la semilla de *Lafoensia acuminata*.



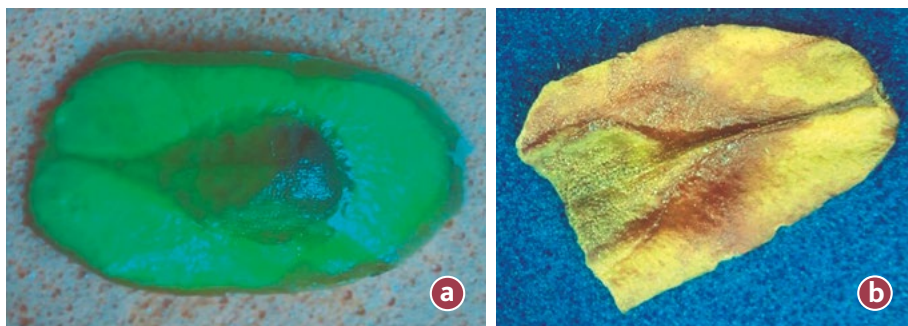
Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 19,25 mm y un ancho de 20,07 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón



Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por su coloración brillante (figura 79a), en contraste con semillas partidas y de colores opacos en la mayor parte de su superficie (figura 79b). Se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto.

Figura 79. Semilla de *Lafoensia acuminata*. a. En buen estado; b. En mal estado.



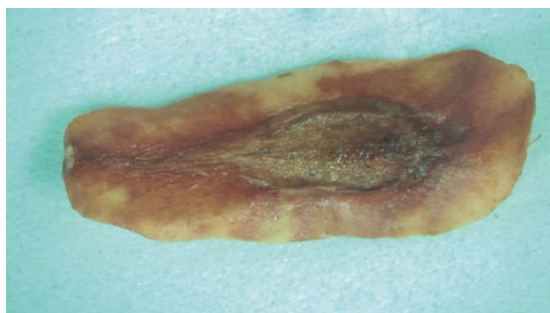
Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina

Tratamiento pregerminativo: sumergir la semilla en agua por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 80) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 81).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).

Figura 80. Germinación de la semilla de *Lafoensia acuminata*.

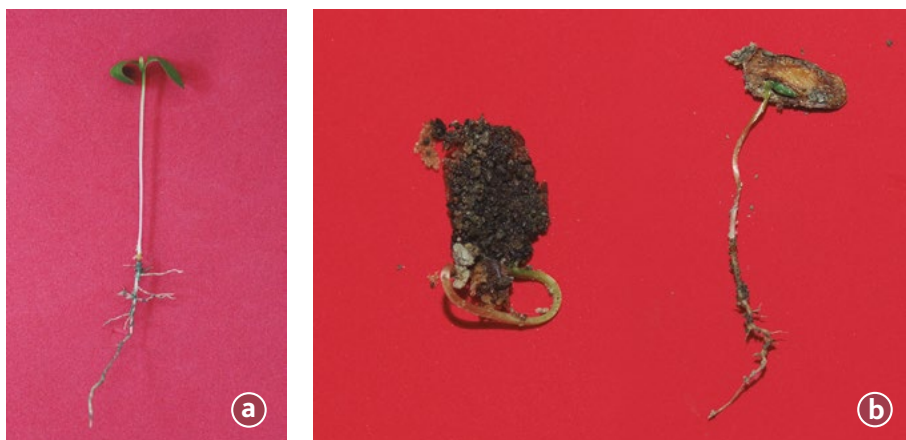


Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina





Figura 81. Plántula normal de *Lafoensia acuminata*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 16 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 48 dds con 0,09 cm de diámetro del cuello de la raíz, 7,00 cm de longitud de tallo y 3,68 cm de longitud de raíces (figura 82).

En la tabla 24 se observan las condiciones generales de adaptación para el guayacán de Manizales.

Figura 82. Plántula de guayacán de Manizales.

Foto: María Elena Londoño



Tabla 24. Condiciones generales de adaptación para *Lafoensia acuminata*

	1.300-2.900 m s. n. m.
	Parte alta del bmh-PM, bmh-MB, bh-MB y bs-MB.
	Temperatura media anual ente 12 y 24 °C y precipitación media anual entre 500 y 2.000 mm. Requiere algo de sombra en su estado juvenil, pero abundante luz solar al madurar; resiste altas temperaturas.
	Ácidos, fértiles, con buen drenaje y húmedos.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



Hayuelo



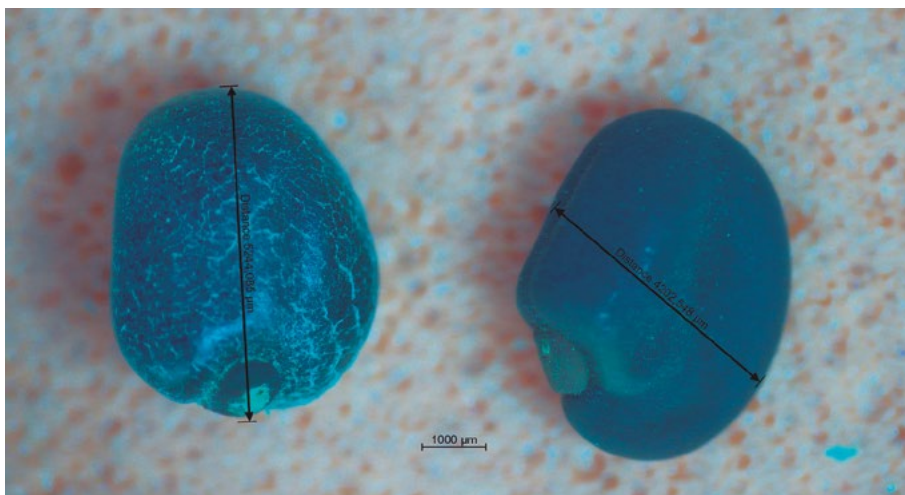
Nombre común: hayuelo, chamano, ayullo, coca silvestre, jayo

Nombre científico: *Dodonaea viscosa*

Familia: Sapindaceae

Semilla de color negro, opaca y de forma redondeada. (figura 83).

Figura 83. Dimensiones de la semilla de *Dodonaea viscosa*.



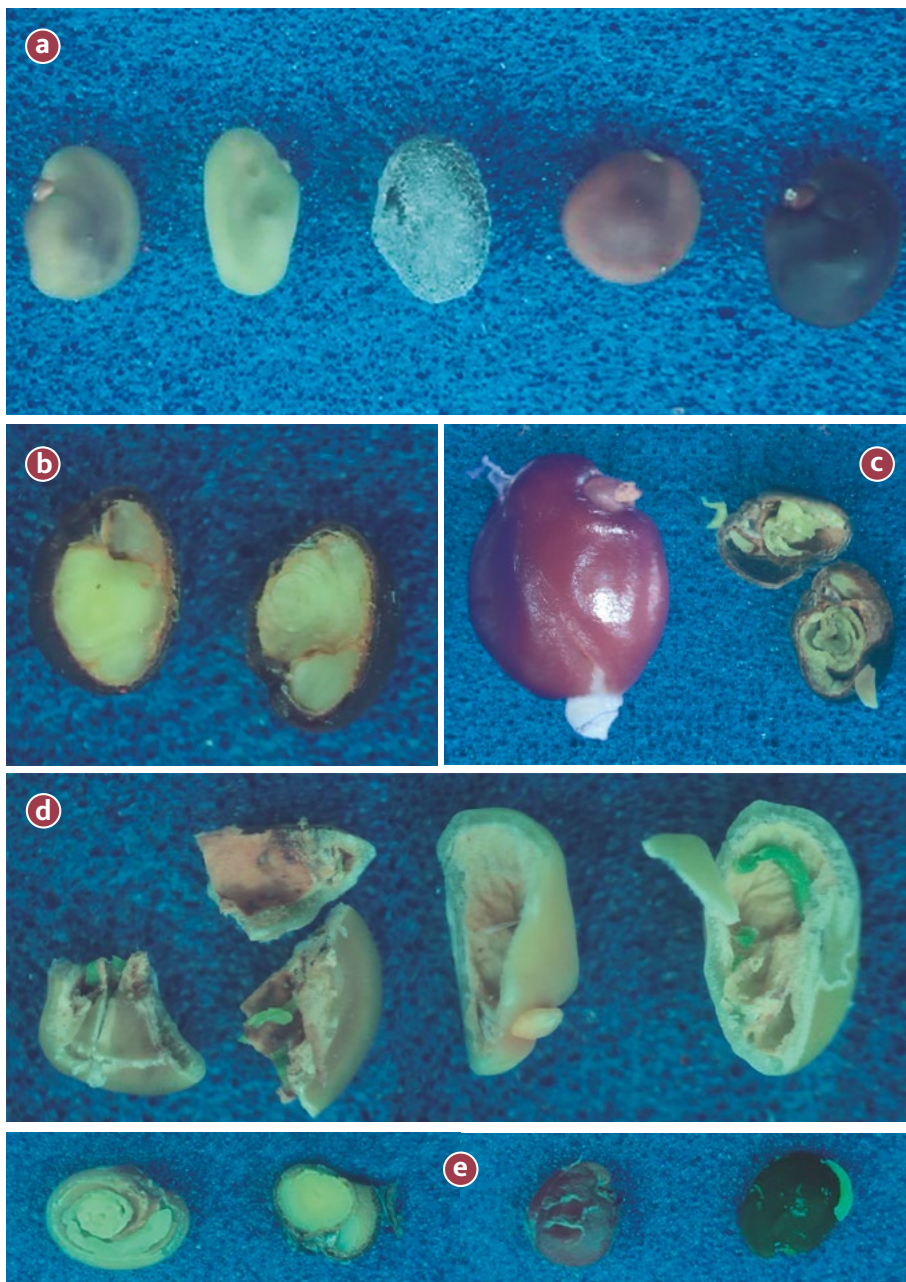
Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 5,24 mm y un ancho de 4,20 mm.

Foto: John Freddy Rodríguez Molina

Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por la diferencia en la coloración (figura 84a): las semillas de color negro exhiben generalmente tejidos turgentes y vivos (figura 84b), contrario a semillas de tonalidades café a verde (figura 84 c y d). Se recomienda inspeccionar detalladamente las semillas y seleccionar las de mejor aspecto y de color negro (figura 84e).



Figura 84. Semilla de *Dodonaea viscosa*. a. Variación de color en las semillas; b. Semillas con tejidos turgentes; c. Semilla con tejidos deteriorados o secos; d. Contenido de semillas café claro y verde; e. Semillas en mal estado (izq.) y semillas en buen estado (dcha.).



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

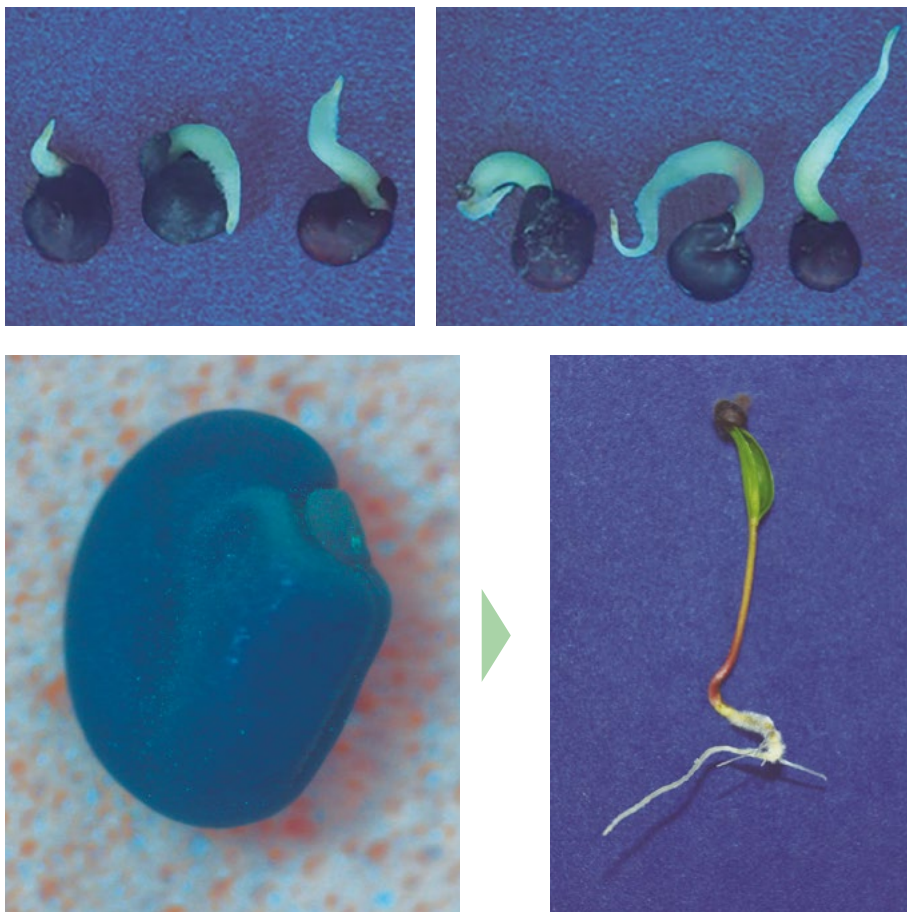


Tratamiento pregerminativo: no requiere, aunque para lograr una germinación uniforme se recomienda sumergir la semilla en agua caliente por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 85) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 86).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).

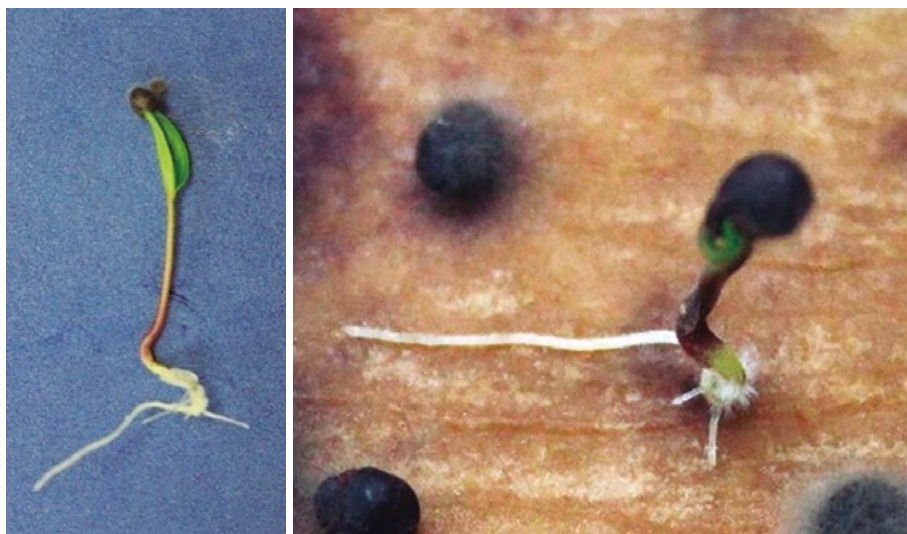
Figura 85. Germinación de la semilla de *Dodonaea viscosa*.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



Figura 86. Plántula de *Dodonaea viscosa*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 13 dds. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 53 dds con 0,95 cm de diámetro del cuello de la raíz, 6,50 cm de longitud de tallo y 7,50 cm de longitud de raíces (figura 87).

En la tabla 25 se observan las condiciones generales de adaptación para el hayuelo.

◀ **Figura 87.** Plántula de hayuelo.

Foto: María Elena Londoño

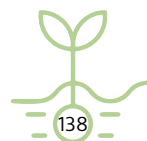




Tabla 25. Condiciones generales de adaptación para *Dodonaea viscosa*

	2.200- 2.900 m s. n. m.
	bs-MB y bh-MB.
	Temperatura media anual entre 12 y 16 °C y precipitación anual entre 600 y 2.000 mm. Heliófila. Se adapta a ambientes deteriorados, secos y con fuertes vientos.
	Profundos, bien drenados y arcillosos.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



Iguá



Nombre común: iguá, cedro amarillo, iguá amarillo, samán iguá

Nombre científico: *Pseudosamanea guachapele*

Sinónimo: *Albizia guachapele*

Familia: Fabaceae



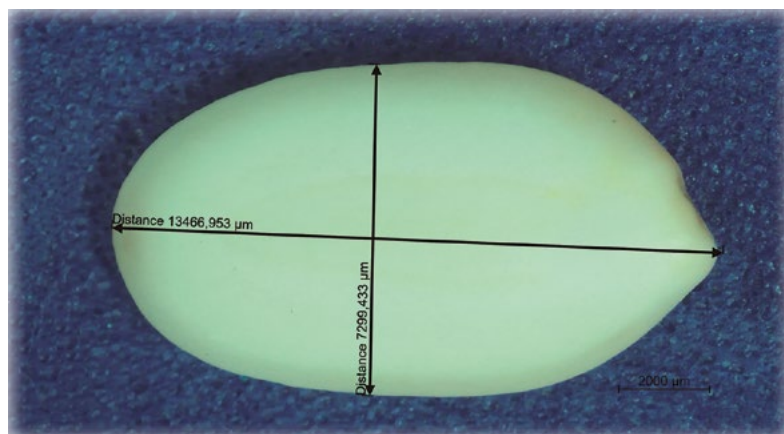
Arilo:

cubierta carnosa o pulposa que cubre o sale como apéndice de la base de la semilla.

Funicular: que tiene la forma de un cordón o que está asociado a este.

Semillas ovaladas, aplanadas o comprimidas lateralmente y sin **arilo funicular**, la testa es gruesa, ligeramente lustrosa, de color crema (Vozzo, 2010; Aguirre, 2012) (figura 88).

Figura 88. Dimensiones de la semilla de *Pseudosamanea guachapele*.



Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 13,46 mm y un ancho de 7,29 mm.

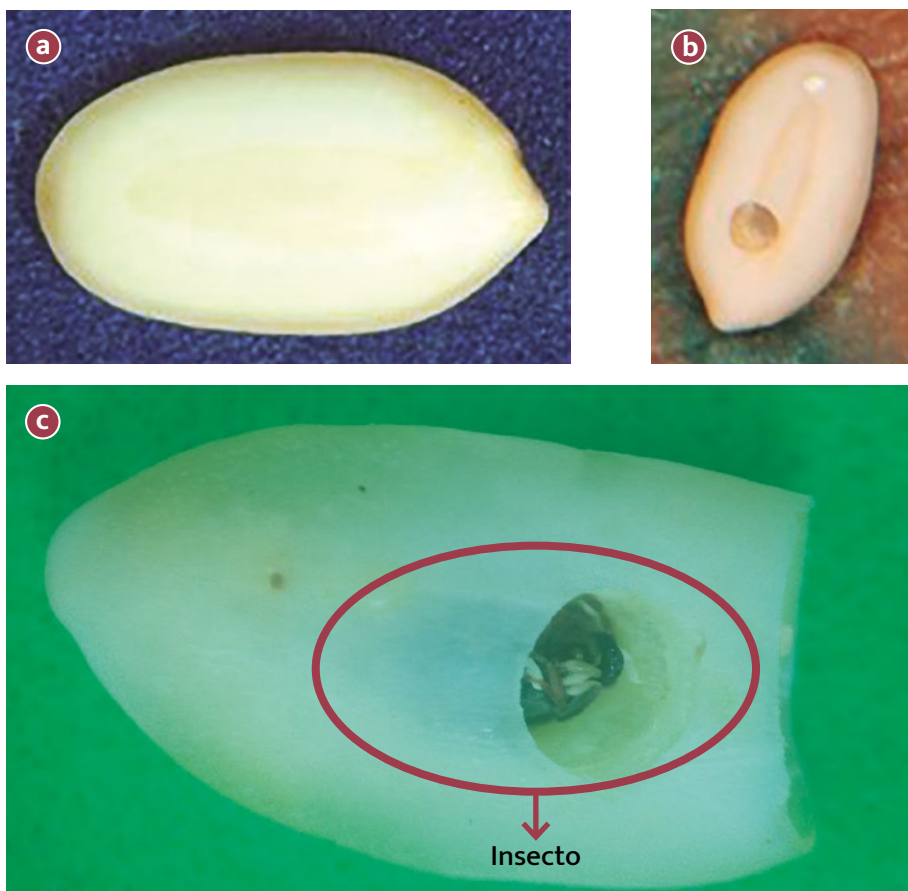
Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón





Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por su coloración clara (figura 89a), en contraste con las semillas con perforaciones e insectos al interior (figura 89 b y c). Se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto.

Figura 89. Semilla de *Pseudosamanea guachapele*. a. Semilla en buen estado; b. Semilla con perforaciones; c. Semilla con insectos en el interior.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

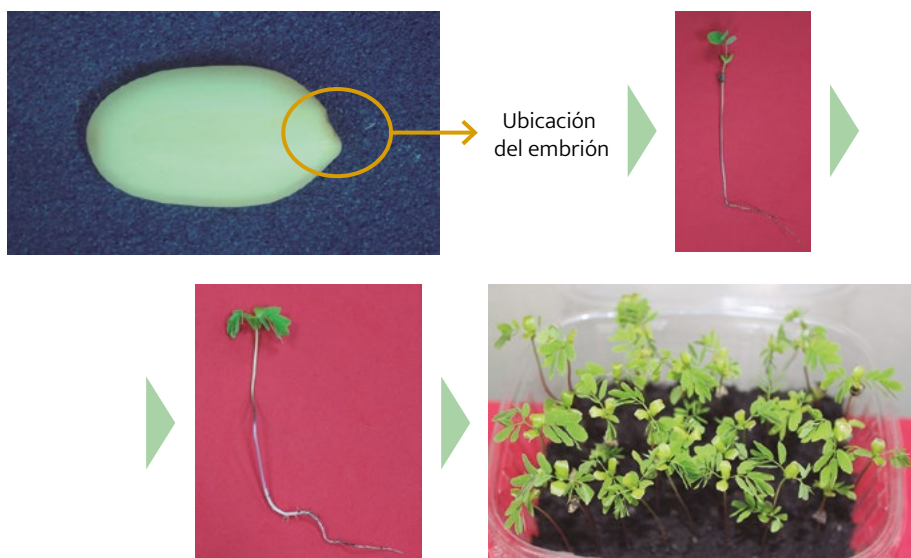
Tratamiento pregerminativo: escarificar la semilla hasta que pierda su brillo y tome un aspecto poroso y dejar en remojo por 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: epígea (figura 90) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 91).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).

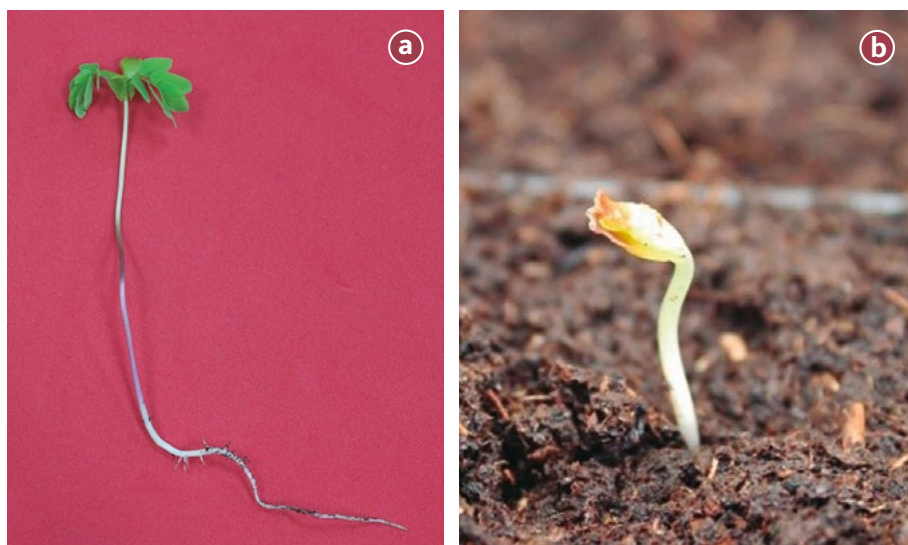


Figura 90. Germinación de la semilla de *Pseudosamanea guachapele*.



Fotos: Sandra Liliana Castañeda-Garzón y John Freddy Rodríguez Molina

Figura 91. Plántula de *Pseudosamanea guachapele*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 5 DDS. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 32 DDS con 0,08 cm de diámetro del cuello de la raíz, 5,93 cm de longitud de tallo y 4,36 cm de longitud de raíces (figura 92).

En la tabla 26 se observan las condiciones generales de adaptación para el iguá.

◀ **Figura 92.** Plántula de iguá.

Foto: María Elena Londoño

Tabla 26. Condiciones generales de adaptación para *Pseudosamanea guachapele*

	< 1.500 m s. n. m.
	bs-T, bh-T, bh-PM y bmh-PM.
	Temperatura media anual entre 20 y 30 °C, precipitación anual entre 1.000 y 3.000 mm. De crecimiento rápido, tolerante a la sombra en su estado juvenil y exigente en luz en la madurez.
	Profundos, bien drenados, de fertilidad media a alta, pH mayor a 5 y textura limosa y areno limosa.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



Laurel de cera



Nombre común: laurel de cera, olivo de cera, laurel, olivo

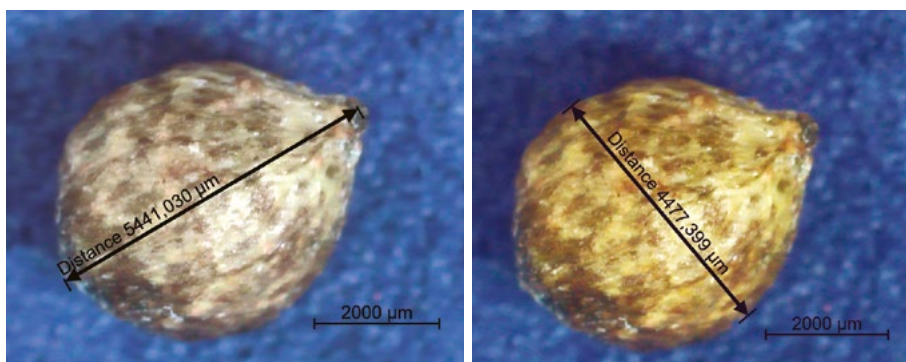
Nombre científico: *Myrica pubescens*

Sinónimo: *Morella pubescens*

Familia: Myricaceae

Semillas de testa dura y superficie rugosa (Carvajal et al., 2014), de color café (figura 93).

Figura 93. Dimensiones de la semilla de *Myrica pubescens*.



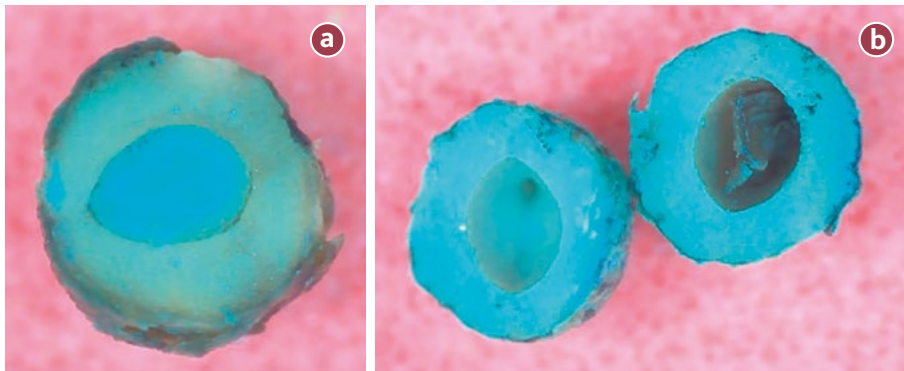
Nota: los valores en micras (μm) equivalen a una longitud de 5,44 mm y ancho de 4,47 mm.

Foto: Sandra Liliana Castañeda-Garzón

Visualmente es posible identificar semillas en buen estado por su coloración brillante y tejidos turgentes y blanquecinos (figura 94a), en contraste con las semillas de color opaco o vanas (figura 94b). Se recomienda inspeccionar las semillas y seleccionar las de mejor aspecto.



Figura 94. Semilla de *Myrica pubescens*. a. En buen estado (corte longitudinal); b. En mal estado (corte transversal).



Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Tratamiento pregerminativo: considerando que la semilla tiene una cubierta de cera impermeable al agua sobre la superficie que impide su germinación, se sugiere eliminar dicha cubierta o escarificar con lija y sumergir la semilla en agua a temperatura ambiente durante 24 horas (Trujillo, 2019).

Tipo de germinación: hipógea (figura 95) y es factible observar plántulas normales y anormales (figura 96 a y b).

Comportamiento de la semilla: ortodoxo (Trujillo, 2019).

Figura 95. Germinación de la semilla de *Myrica pubescens*.

Fotos: Gina Marcela Amado





Figura 96. Plántula de *Myrica pubescens*. a. Normal; b. Anormal.



Fotos: Gina Marcela Amado



En condiciones del Vivero Forestal del C. I. Tibaitatá, la germinación inicia a los 36 DDS. Las plántulas cumplen su ciclo de crecimiento en vivero a los 131 DDS con 0,12 cm de diámetro del cuello de la raíz, 7,38 cm de longitud de tallo y 5,00 cm de longitud de raíces (figura 97).

En la tabla 27 se observan las condiciones generales de adaptación para el laurel de cera.

◀ **Figura 97.** Plántula de laurel de cera.

Foto: María Elena Londoño



Tabla 27. Condiciones generales de adaptación para *Myrica pubescens*

	1.700-3.900 m s. n. m.
	Parte alta del bmh-PM, bmh-MB, bh-MB, bs-MB y bmh-M.
	Temperatura media anual entre 12 y 18 °C, precipitación anual entre 500 y 2.000 mm. Resistente a vientos fuertes y heladas, con requerimiento abundante de luz solar.
	No es exigente; se puede encontrar en aquellos de tipo pedregoso, poco profundos y ácidos.

Fuente: Elaboración propia con base en Mahecha et al. (2012) y Trujillo (2019)



www.vegetablesindia.org

www.vegetablesindia.org



Referencias

- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización*. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático.
- Ahemd, H., Al-Faraj, A., & Abdel-Ghany, A. (2016). Shading Greenhouses to Improve the Microclimate, Energy and Water Saving in Hot Regions: A Review. *Scientia Horticulturae*, 201, 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.030>
- Ansorena, M. (1994). *Sustratos propiedades y caracterización*. Mundiprensa.
- Barrace, A., Beer, J., Boshier, D., Chamberlain, J., Cordero, J., Detlefsen, G., Finegan, B., Galloway, G., Gordon, J.,... Stewart, J. (2003). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Catie. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9730>
- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, A., Sarmineto, H., & Gutiérrez, M. (2017). *Nombres Comunes de las Plantas de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/es/>
- Bojacá, C., Casilimas, H., Monsalve, O., Gil, R., Villagrán, E., Arias, L., & Fuentes, L. (2012). *Manual de producción de pepino bajo invernadero*. AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34357>
- Bojacá, C., Villagrán, E., Gil, R., & Franco, H. (2017). *El riego y la fertilización del cultivo del tomate*. <http://dx.doi.org/10.2307/j.ctvc5pd2j>
- Buamscha, M., Caontardi, L., Dumroese, E., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., Jacobs, D., Landis, T., Luna, T., Mexal, J., & Wilkinson, K. (2012). *Producción de plantas en viveros forestales*. Consejo Federal de Inversiones.
- Cañón, J., Ávila-R., L., Herrera, E., & Serrano, O. (2021). *De semillas a bosques: Experiencias de viverismo con especies andinas*. *Compensaciones*





ambientales del Proyecto de transmisión de Energía Eléctrica Nueva Esperanza. EPM-Fundación Natura. <https://natura.org.co/publicaciones/de-semillas-a-bosques/>

- Cardozo, R., Córdoba, S., González, J., Guzmán, J., Lancheros, H., Mesa, L., Pacheco, R., Pérez, B., Ramos, F., Torres, M., & Zúñiga, P. (2009). *Especies útiles en la Región Andina de Colombia*. Tomo I. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. https://www.researchgate.net/publication/315111177_Especies_utiles_en_la_region_Andina_de_Colombia_Tomo_I
- Carvajal-Rojas, L., Ariza-Cortés, W., Caro-Pabón, L., & Valero-Fonseca, N. (2014). *Especies forestales representativas del sur oriente de Boyacá*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Corpochivor.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [Catie]. (1991). *Guazuma ulmifolia Lam., especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Catie.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [Catie]. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina*. Volumen 1. Catie. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2959/Manejo_de_semillas_de_100_especies.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cerovich, M. & Miranda, F. (2004). *Control de calidad en semillas de arroz (Oryza sativa L.) y evaluaciones en laboratorio*. <https://es.scribd.com/document/331819358/Control-de-Calidad-Arroz>
- Colmenares-Trejos, L., Melgarejo, L., & Romero, H. (2011). Ecophysiological Studies of Two Andean Forest Contrasting Species *Abatia parviflora* and *Myrcianthes leucoxyla* under Bogotá Conditions, Colombia. *Brazilian Society of Plant Physiology*, 23(4), 305-312. <https://doi.org/10.1590/s1677-04202011000400008>
- Comisión Nacional Forestal [Conafor]. (2008). *Manual. Identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales*. Conafor. http://centro.paot.org.mx/documentos/conafor/manual_idnetificacion.pdf
- Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal [Conif]. (2012). *Manual de viveros forestales*. Conif.
- Constitución Política de Colombia. (1991, julio 20). *Gaceta Constitucional n.º 116*. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html





- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2023). *Proyecciones de población*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- DiSacco, A., Way, M., Lobos, P., Suárez, C., & Díaz, J. (2020). *Manual de recolección, procesamiento y conservación de semillas de plantas silvestres*. Royal Botanic Gardens, Kew e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://brahmsonline.kew.org/Content/Projects/msbp/resources/Training/Manual%20semillas%20RBG%20KEW_DWreduced.pdf
- Dufault, R. (1998). Vegetable transplant nutrition. *Hortecology*, 8(4), 515-523. <https://journals.ashs.org/horttech/downloadpdf/journals/horttech/8/4/article-p515.pdf>
- Francis, J., & Lowe, C. (2000). *Bioecología de arbóreas nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/Bioecologia_gtr15.pdf
- Galera, F. (2000). *Las especies del género Prosopis (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico*. <https://www.fao.org/4/ad314s/ad314s00.htm>
- Gazca, M. & Benavides, H. (2012). Ensayo de leguminosas para la reforestación de la 2a. sección del bosque de Chapultepec. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(14), 39-54. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v3i14.473>
- Gobernación de Cundinamarca. (2024). *Llegó la versión 2.0 de 'Agua a la Vereda'*. Gobernación de Cundinamarca. <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/llego-la-version-20-de-agua-a-la-vereda>
- Gold, K., León-Lobos, P., & Way, M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. INIA. <https://biblioteca.inia.cl/items/e33cbbde-55de-4cfe-a6b3-59d9ab6281b4>
- Gurovich, L. (1984). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. IICA. <https://hdl.handle.net/11324/7213>
- Holcman, E., & Sentelhas, P. (2012). Microclimate under Different Shading Screens in Greenhouses Cultivated with Bromeliads. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 16(8), 858-863. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000800007>



- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2020). *Resolución 0780006. “Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país”*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/56d15d28-b186-498e-bc07-7a6fcf65fb-2c/2020R78006.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2024). *Resolución No. 00012483. “Por la cual se modifican los artículos 4 y 14 de la Resolución No. 0780006 del 25 de noviembre de 2020”*. <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2023/2023r000012483>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2024). *Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia*. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/eventos/presentacion_escenarios_de_cambio_climatico_cop16.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [Inifap]. (2004). *Calidad de planta en vivero y prácticas que influyen en su producción*. Inifap.
- International Seed Testing Association [ISTA]. (2016). *Reglas Internacionales para el análisis de semillas 2016. Introducción a las reglas ista*. https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf
- Jacobs, D. & Landis, T. (2014). Nutrición y fertilización de las plantas. En K. Wilkinson, T. Landis, D. Haase, B. Daley, & R. Dumroese (Eds.), *Manual de viveros tropicales* (pp. 233-251). <https://rngr.net/publications/manual-de-viveros-tropicales/>
- López, R., Sarmiento, C., Espitia, L., Barrero, A., Consuegra, C., & Gallego, B. (2016). *100 plantas del Caribe colombiano. Usar para conservar: aprendiendo de los habitantes del bosque seco*. Fondo Patrimonio Natural. https://www.researchgate.net/profile/Rene-Lopez-Camacho-2/publication/326882449_100_plantas_del_Caribe_Usar_para_conservar_aprendiendo_de_los_habitantes_del_bosque_seco/links/5b6a274845851546c9f6b5c1/100-plantas-del-Caribe-Usar-para-conservar-aprendiendo-
- Mahecha, G., Ovalle, A., Camelo, D., Rozo, A., & Barrero, D. (2012). *Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. <https://www.car.gov.co/cendoc/vercoleccion/8>





- Marcinkowska, J. (2002). Methods of Finding and Identification of Pathogens in Seeds. *Plant Breeding and Seed Science*, 46(1), 31-48. <https://bibliotekanauki.pl/articles/55928721.pdf>
- Mexal, J. & Landis, T. (2012). Nutrición. En Buamscha, M., Caontardi, L., Dumroese, E., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., Jacobs, D., Landis, T., Luna, T., Mexal, J., & Wilkinson, K. (Eds.), *Producción de plantas en viveros forestales* (pp. 101-113). <https://rngr.net/publications/produccion-de-plantas-en-viveros-forestales>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Manual viveros forestales*. <https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2023/09/MANUAL-VIVEROS-FORESTALES.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Guía Técnica de Buenas Prácticas Ambientales y Sociales de Producción de Plantas Forestales en Viveros en el Marco de REDD+ en República Dominicana*. <https://ambiente.gob.do/app/uploads/2022/08/GTBP-Produccion-de-Plantas-Forestales-en-Viveros.pdf>
- Montero, J., Stanghellini, C., & Castilla, N. (2008). Invernadero para la producción sostenible en áreas de clima de inviernos suaves. *Horticultura Internacional*, 65(31), 14-28. https://www.researchgate.net/publication/37792061_Invernadero_para_la_produccion_sostenible_en_areas_de_clima_de_invierno_suaves
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). *Glosario de Términos Fitosanitarios NIMF 5*. FAO https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM_05_2018_Es_2018-07-10_PostCPM13.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2019). *Materiales para capacitación en semillas. Módulo 6: Almacenamiento de semillas*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a83fb354-0af4-4044-a305-eca26161cb09/content>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2023). *Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP*. Parques Nacionales Naturales de Colombia. <https://runap.parquesnacionales.gov.co/>





- Patiño, M., Osorio, K., Flórez, D., Sarmiento, L., Vargas, D., & Medina, M. (2023). *Manual ilustrado de hongos presentes en semillas de cultivos semestrales: arroz, maíz, soya y sorgo*. AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407037>
- Portal Frutícola. (2017). *La turba: el abono perfecto para las plantas. Usos en la agricultura*. Portal Frutícola. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/10/la-turba-el-abono-perfecto-para-las-plantas-usos-en-la-agricultura/>
- Prieto, J., García, J., Mejía, J., Huchín, S., & Aguilar, J. (2009). *Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío*. Inifap. <https://es.scribd.com/document/374541047/Produccion-de-Planta-Del-Genero-Pinus-en-Vivero-en-Clima-Templado-Frio>
- Prodefo. (2000). *Manual de producción de plantas forestales en contenedores*. Prodefo. <https://geoportal.fiprodefo.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/DocTec25.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2020). *Guía base para el establecimiento de viveros forestales*. PNUD https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cr/undp_cr_Guia_base_establecimiento_viveros_forestales_20.pdf
- Reyes, J., Islas, M., & Hernández, N. (2021). *Catálogo de especies nativas. Viveros Yecapixtla y Nezahualcóyotl*. Sedema. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Catalogos/Catalogo%20Especies%20Nativas%202021%2013.10.2021.pdf>
- Robson, T., Pieristè, M., Durand, M. K., & Aphalo, P. (2022). The Benefits of Informed Management of Sunlight in Production Greenhouses and Polytunnels. *Plants, People, Planet*, 4(4)314-325. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10258>
- Rodrigues-Junior, A., Mello, A., Baskin, C., Baskin, J., Oliveira, D., & Garcia, Q. (2019). A Function for the Pleurogram in Physically Dormant Seeds. *Annals of Botany*, 123(5), 867-876. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy222>
- Rodríguez, S., Vergara, M., Ramos, J., & Sainz, C. (2002). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. Universidad Veracruzana.





- Santolini, E., Pulvirenti, B., Guidorzi, P., Bovo, M., Torreggiani, D., & Tassinari, P. (2022). Analysis of the Effects of Shading Screens on the Microclimate of Greenhouses and Glass Facade Buildings. *Building and Environment*, 211, 108691. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108691>
- TFIL Viverismo. (2020). *Tema 3: contenedores y sustratos*. TFIL Viverismo tfilviverismo.blogspot.com/p/contenedores-y-sustratos.html
- Triviño, T. & Torres, F. (2009). *Manual práctico. manejo de semillas y viveros agroforestales*. Semicol. <https://es.scribd.com/doc/268185493/Manual-Semillas-y-Viveros-Semico>
- Trujillo, E. (2019). *Guía de reforestación. Aumentada y actualizada*. El Semillero S.A.S.
- Universidad Nacional de la Pampa [UNLPam]. (s. f.). *Glosario de términos botánicos*. https://sistematicavegetal.weebly.com/uploads/8/0/5/2/8052174/glosario_de_terminos_botanicos_facagronomaunlapa.pdf
- Valera, L. & Garay, J. (2017). *Guía de apoyo docente. Producción vegetal y establecimiento de plantaciones*. Universidad de los Andes. <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Tema-4-PVEP.pdf>
- Villagrán, E., Flores-Velázquez, J., Akrami, M., & Bojacá, C. (2021). Influence of the Height in a Colombian Multi-Tunnel Greenhouse on Natural Ventilation and Thermal Behavior: Modeling Approach. *Sustainability*, 12(24), 13631. <https://doi.org/10.3390/su132413631>
- Villagrán, E. & Jaramillo, J. (2020). Microclimatic Behavior of a Screen House Proposed for Horticultural Production in Low-Altitude Tropical Climate Conditions. *Comunicata Scientiae*, 11(1), 1-10. <https://dx.doi.org/10.14295/CS.v11i0.3350>
- Villagrán, E., Numa-Vergel, S., & Rodríguez, Y. (2023). Materiales de cubierta y cerramiento para la construcción de invernaderos: criterios técnicos para su selección. En E. Villagrán, y S. Numa-Vergel (Eds.) *Estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas de producción agrícola. Un enfoque desde la agricultura protegida y técnicas de biotecnología para el manejo del cultivo*. (pp. 63-85). AGROSAVIA. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/39614/Ver_Documento_39614.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Villota, L., Torres-Romero, E., Rodríguez, E., Sánchez, J., & Avella, A. (2020). *Domesticación de plantas nativas empleadas en procesos de restauración ecológica. "Un nuevo enfoque para la propagación y el viverismo"*. Fundación Natura - Enel-Emgesa. https://www.researchgate.net/publication/338557616_Domesticacion_de_plantas_nativas_empleadas_en_procesos_de_restauracion_ecologica_Un_nuevo_enfoque_para_la_propagacion_y_el_viverismo
- Vozzo, J. (2010). *Manual de semillas de árboles tropicales*. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. <https://rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales>
- World Flora Online [wfo]. (2025). *WFO. The World Flora Online*. World Flora Online. <https://www.worldfloraonline.org/>





Autoría

GINA MARCELA AMADO SAAVEDRA

gamado@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-9200-912X>

SANDRA LILIANA CASTAÑEDA-GARZÓN

slcastaneda@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-1329-6317>

JOHN FREDDY RODRÍGUEZ MOLINA

jfrodriguez@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-3416-0243>

NATALIA FLÓREZ TUTA

nflorez@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-8831-7595>

GUSTAVO ALFONSO ARAÚJO CARRILLO

garaujo@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-4314-615X>

JHON JAIRO ZULUAGA PELÁEZ

jzuluaga@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-8302-5227>

EDWIN ANDRÉS VILLAGRÁN MUNAR

evillagran@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-1860-5932>

LEIDY YIBETH DEANTONIO FLORIDO

ldeantonio@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-8520-1340>





MÓNICA BETANCOURT VÁSQUEZ

mbetancourt@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-6702-9524>

GUSTAVO ADOLFO RODRÍGUEZ YZQUIERDO

grodriguezy@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-3709-8534>

RUTH YESENIA QUIROGA MATEUS

ryquiroga@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-23153205>

DIANA MARCELA TORRES JIMÉNEZ

dmtorres@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-8131-3890>

MAGDA ROCÍO GÓMEZ MARROQUÍN

mrgomez@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-7487-0805>







Este libro terminó de imprimirse
en Bogotá D. C., Colombia,
en diciembre de 2025

Reconociendo la importancia de contar con material vegetal de especies forestales nativas —arbóreas y arbustivas— que cumpla con los estándares de calidad requeridos para el desarrollo de iniciativas de reforestación ambiental, esta cartilla se presenta como una herramienta para fortalecer los procesos asociados a la producción de material vegetal, con énfasis en el departamento de Cundinamarca. El documento compila la experiencia obtenida en el Vivero Forestal del Centro de Investigación Tibaitatá de AGROSAVIA, y aborda los principales elementos que intervienen en la propagación de especies nativas, incluyendo el diseño y operación de viveros forestales, el marco normativo vigente, el manejo y la preparación de semillas, y los criterios fundamentales para garantizar material vegetal con óptima calidad física y sanitaria.

Asimismo, esta publicación busca aportar elementos de apoyo para los viveristas forestales y los tomadores de decisiones comprometidos con la conservación de los recursos hídricos y los ecosistemas estratégicos del departamento. Con ello se contribuye a fortalecer las acciones institucionales orientadas a avanzar hacia una Cundinamarca más verde, resiliente y en equilibrio con su biodiversidad.



Correo: bac@agrosavia.co

Teléfono: (+57 601) 4227300 ext. 1257 o 1274

Skype: biblioteca.agropecuaria

www.agrosavia.co

ISBN: 978-958-740-889-8



Distribución gratuita

Prohibida su venta