

Manual de propagación de especies arbóreas y arbustivas para sistemas ganaderos en el trópico alto

Andrés Gómez-Hoyos, Mike Bastidas, Alejandro Montoya, María Cuaical, Giraldo Aza, María Cumbalaza, Socorro Cuaical, Flor Chirán, Edwin Piarpuezan, Theo Tournebize, Edwin Palma, Jacobo Arango

Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Sede Regional para las Américas

Km 17 Recta Cali-Palmira. C.P. 763537

A.A. 6713, Cali, Colombia

Teléfono: +57 602 4450000

Sitio web: <https://alliancebioversityciat.org/>

Citación correcta: Gomez-Hoyos, Andres; Cuaical, Maria; Cuaical, Socorro; Cumbalaza, Maria; Chirán, Flor; Bastidas, Mike; Montoya, Alejandro; Piarpuezan, Edwin; Tournebize, Edwin; Palma, Edwin; Arango, Jacobo (2025). Manual de propagación de especies arbóreas y arbustivas para sistemas ganaderos en el trópico alto. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 24 p.

Autores:

Andrés Gómez-Hoyos, Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Mike Bastidas, Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Alejandro Montoya, Centro Internacional de Agricultura Tropical.

María Cuaical, Vivero Sinchimaki.

Giraldo Aza, Vivero Sinchimaki.

María Cumbalaza, Vivero Sinchimaki.

Socorro Cuaical, Vivero Sinchimaki.

Flor Chirán, Vivero Sinchimaki.

Edwin Piarpuezan, Impulso verde Kuaspue.

Theo Tournebize, Impulso verde Kuaspue.

Edwin Palma, Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Jacobo Arango, Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Diagramación y diseño: Isabela Rivas Benoit.

Créditos fotográficos: a menos que se indique lo contrario, las fotografías utilizadas en esta publicación se acreditan al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Abril 2025.

© CIAT 2025. Algunos derechos reservados. ISBN: 978-958-694-265-2

Esta cartilla no constituye un trabajo científico del CIAT. Es el resultado de un esfuerzo de documentación de experiencias empíricas exitosas, validadas por Impulso Verde y Sinchimaki, en la propagación de especies arbóreas en el trópico alto.

La Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) brinda soluciones científicas que abordan las crisis mundiales de malnutrición, cambio climático, pérdida de la biodiversidad y degradación ambiental.

Contenido

1. Introducción	5
1.1. Vivero Sinchimaki: Un modelo de innovación y sostenibilidad	5
1.2. La influencia de la fundación Impulso Verde	5
2. Fundamentos de la propagación de especies	6
2.1. Descripción de métodos de propagación general	6
2.2. Planeación de actividades	6
2.3. Selección de plantas madre	6
2.4. Determinar el tipo de semilla y el método de propagación de cada especie	7
3. Proceso propagativo de especies en vivero	9
3.1. Criterios sobre las metodologías de propagación	9
3.2. Semillas botánicas	9
3.3. Propagación asexual	10
4. Tratamiento de semillas	11
4.1. Preparación del vivero o almácigo	11
4.2. Tratamiento de semillas botánicas	11
4.3. Tratamiento para propagación asexual	12
5. Periodo de camas germinadoras	13
5.1. Manejo de humedad y luminosidad	14
5.2. Periodo de germinación	14
5.3. Cubierta de sustrato	14
5.4. Manejo de riego	14
5.5. Criterios de elección para plantas de almácigo	15
6. Periodo de almácigo	16
6.1. Sustrato para bolsas de almácigo	16
6.2. Llenado de bolsas y siembra de plantas	16
6.3. Zona de crecimiento o almácigo	16
6.4. Sistema de riego en semilleros	19
6.5. Fertilización y manejo sanitario	19
6.6. Plantas para zona de adaptación	19
6.7. Periodo de adaptación	20
7. Entrega de árboles para campo	21
8. Conclusiones	22
9. Bibliografía	23
10. Agradecimientos	24

Somos la Red de Viveros IMPULSO VERDE



1. Introducción

En las condiciones edafoclimáticas del trópico alto, donde el clima impone desafíos únicos tanto para la agricultura como para la ganadería (incluyendo heladas, épocas secas prolongada, lluvias y granizadas atípicas), la integración de especies arbóreas y arbustivas en los sistemas productivos representa una oportunidad crucial para fortalecer la sostenibilidad y la resiliencia ambiental (Grigorieva et al., 2023). Este manual ha sido diseñado como una herramienta para los agricultores, técnicos y gestores de recursos naturales que buscan fortalecer las prácticas de propagación de material vegetal en viveros, orientadas no solo a la recuperación y conservación de especies nativas, sino también a su potencial uso dentro de sistemas ganaderos (Apráez & Gálvez, 2019).

Elaborado con base en la experiencia acumulada de las comunidades locales representadas en asociaciones de producción lechera (Pradera Verde, Azoprim) y viveros comunitarios (Sinchimaki - asociación agroecología indígena el verde de nuestros campos, Pumamaki) en Cumbal y Guachucal, Nariño — zonas prominentes de ganadería de leche— este manual proporciona una guía paso a paso desde la planeación de actividades hasta la siembra de plántulas en viveros para la reproducción de especies nativas de interés en la ganadería.

Las especies destacadas no solo son aptas para ofrecer sombra, forraje, soportar las condiciones edafoclimáticas particulares de estas regiones, sino que también juegan roles esenciales en la mitigación del cambio climático a través de la captura de carbono, la conservación del agua, suelo y la mejora de la biodiversidad (Cyamweshi et al., 2021; Jagadesh et al., 2024; Keprate et al., 2024).

Con soluciones basadas en la naturaleza y producción sostenible a escala de paisaje, este manual se posiciona como una herramienta indispensable para aquellos que buscan entender el comportamiento de la flora nativa e integrar prácticas de conservación en sus métodos de trabajo agrícola y ganadero, abordando los desafíos contemporáneos de una manera que beneficia tanto a nuestra sociedad como al planeta (Albert et al., 2021; Longley-Wood et al., 2022).

Gracias al apoyo de la Fundación Impulso Verde, el vivero Sinchimaki ha sido un modelo en la propagación de especies nativas, contribuyendo significativamente a la reforestación y recuperación ambiental de la zona. Este manual, elaborado con el apoyo del Programa Científico del CGIAR en Sistemas Sostenibles de Alimentos de Origen Animal y Acuático, detalla los conocimientos y técnicas desarrollados en estos viveros, ofreciendo un recurso invaluable para cualquier esfuerzo similar en otras regiones del mundo.

1.1. Vivero Sinchimaki: Un modelo de innovación y sostenibilidad

Ubicado en el Departamento de Nariño, en el Municipio de Cumbal, el vivero Sinchimaki, cuyo nombre en quechua significa “manos protectoras de la naturaleza”, es un testimonio del compromiso comunitario con la conservación ambiental y la producción sostenible. Fundado en 2015 como parte de un programa del SENA (servicio nacional de aprendizaje) para jóvenes rurales en producción de material vegetal nativo en vivero, este vivero ha crecido bajo la guía de sus 11 socios—6 mujeres y 5 hombres— propios del territorio. Sinchimaki se centra en la producción y propagación de especies nativas y en peligro de extinción, contribuyendo a la reforestación y recuperación ambiental de la región. La asociación hace parte de los 16 viveros de la red de viveros comunitarios Impulso Verde, distribuidos en los municipios de Cumbal, Guachucal, Aldana, Pupiales, Potosí, Tuquerres, Córdoba, Buesaco, Consaca, Sapuyes, Pasto, Ancuya, Puerres,

1.2. La influencia de la fundación Impulso Verde

La Fundación Impulso Verde ha sido clave en fomentar el uso de especies nativas para la restauración de los ecosistemas y el fomento de su uso en sistemas silvopastoriles en la región. A lo largo de su trabajo ha formado una red de 16 viveros distribuidos en el trópico alto del departamento de Nariño (uno de ellos es Sinchimaki), a través de capacitaciones técnicas, socioorganizativas y el financiamiento estratégico para los procesos de reforestación en los predios. Junto con la red de viveros comunitarios Impulso Verde, se han sembrado más de 1.200.000 árboles nativos.

2. Fundamentos de la propagación de especies

2.1. Descripción de métodos de propagación general

Las plantas en general, se pueden propagar de dos maneras principales, estas son: sexual y asexual.

Propagación sexual

En la propagación sexual, el desarrollo de las semillas se realiza a partir de distintas estructuras frutales, que varían dependiendo de la especie vegetal. En el manejo y operación del vivero, estas estructuras se han agrupado en tres categorías principales para optimizar los procesos de recolección y tratamiento:

Pepas: incluye cápsulas, vainas, bayas y bellotas. Estos son frutos que pueden ser secos o carnosos, algunos se abren al madurar para liberar las semillas, mientras que otros protegen las semillas hasta que son recolectadas.

Plumas: consiste en sámaras, que son frutos con extensiones aladas diseñadas para dispersión por el viento y piel de los animales facilitando una distribución amplia de las semillas.

Piñas: abarca los conos, típicos de las coníferas, donde las semillas están protegidas en estructuras rígidas hasta su madurez.

Propagación asexual

La propagación asexual se lleva a cabo mediante esquejes (estacas), permitiendo la replicación exacta de un ejemplar específico. Esto es particularmente útil para la producción rápida de plantas con características deseables, como resistencia a enfermedades, forma específica del árbol, alternativa en tiempos de escasez de semilla sexual o tiempos de floración.

En el proceso de propagación de material vegetal en vivero se pueden identificar 6 pasos fundamentales que se enumeran a continuación. Los primeros tres pasos se describen en el apartado 2 (actual), otros dos pasos se describen en el apartado 4 y el último en el apartado 6:

- Planeación de actividades.
- Selección de plantas madre.
- Determinación del tipo de semilla y el método de propagación de cada especie.
- Preparación del vivero o almácigo.
- Manejo del vivero.
- Adaptación a la zona.

2.2. Planeación de actividades

Para asegurar el éxito en la propagación de especies, es crucial coordinar meticulosamente la recolección de semillas y la siembra, tomando en cuenta los recursos disponibles de la región. Es imprescindible efectuar la recolección durante el periodo óptimo de maduración para garantizar la viabilidad de las semillas, lo cual debe ser seguido por un almacenamiento adecuado y una preparación cuidadosa previa a su siembra en almácigo. Adicionalmente, es notable mencionar que los productores locales a menudo planifican sus actividades considerando las fases lunares. Aunque investigaciones como la de Flores-M et al. (2012) indican que el efecto de la luna podría influir en la movilización de la savia y afectar el desarrollo de las plantas, esta práctica se basa en experiencias tradicionales y no está validada científicamente en el contexto de este proyecto.

2.3. Selección de plantas madre

La selección de las plantas madre es un paso crucial en el proceso de propagación, ya que la calidad y las características genéticas del material inicial directamente influyen la salud y el vigor de las futuras plántulas.

Una planta madre es un ejemplar seleccionado de una especie, conocido por su robustez, salud y características deseables, que sirve como fuente de material reproductivo, ya sea semillas o partes vegetativas.

Históricamente, la recolección de semillas en la región enfrentaba desafíos significativos debido a la presión sobre los bosques y la vegetación de páramo. Los árboles madre ideales a menudo se ubicaban en áreas remotas, cerca del volcán Cumbal, limitando el acceso y la recolección sostenible del material genético. Gracias a los esfuerzos de los colaboradores de los viveros y al apoyo de iniciativas locales de conservación, se han establecido fuentes de árboles madre más accesibles. Estos árboles ahora se encuentran en zonas cercanas al casco urbano, facilitando la recolección de semillas y otros materiales de propagación. Este cambio no solo mejora la eficiencia de las operaciones del vivero sino que también contribuye a la conservación local, al reducir la presión sobre las poblaciones silvestres y permitir un manejo más controlado y sostenible de los recursos genéticos.



Figura 1. Árboles madre para la obtención de semilla.

Para garantizar la propagación exitosa de cualquiera de las diferentes especies se debe de garantizar una elección idónea de los árboles madre, independientemente del método de propagación, siempre se debe de garantizar que los árboles madre están bien desarrollados, sanos y con un potencial productivo de semillas (Figura 1). Al seleccionar un árbol madre, se consideran varios factores:

Salud general y vigor: el árbol debe estar libre de enfermedades y plagas.

Características fenotípicas: se prefieren árboles que demuestran características deseables como alta tasa de germinación de semillas, buen crecimiento, desarrollo de ramas y adaptabilidad a las condiciones locales.

Accesibilidad: se priorizan árboles en localizaciones que permitan una recolección fácil y sostenible.

2.4. Determinar el tipo de semilla y el método de propagación de cada especie

La diversidad de especies vegetales y sus correspondientes métodos de producción de semillas exige un entendimiento preciso de la temporalidad y las técnicas de propagación. Si bien muchas especies tienden a producir semillas durante la época seca, los cambios climáticos recientes han introducido un mayor grado de incertidumbre, a veces resultando en producciones reducidas o nulas.

A través de la combinación de observación en campo, prácticas desarrolladas por los productores, comunidades indígenas y estudios académicos, se ha compilado en los viveros información vital sobre la propagación de especies de interés tanto productivo como ambiental (Tabla 1).

Tabla 1. Especies arbóreas multipropósito trabajadas y su forma de propagación.

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Propagación	Descripción de la Semilla
Palo rosa	<i>Vallea stipularis</i>	Sexual y Asexual	Piñas; Estacas
Arrayan	<i>Myrcianthes</i> sp.	Sexual	Pepas
Rama blanca	<i>Gynoxys parvifolia</i>	Sexual	Plumas
Cedrillo	<i>Tapirira guianensis</i>	Sexual	Pepas
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Sexual	Piñas
Capuli	<i>Prunus serotina</i>	Sexual	Pepas
Cuaza	<i>Escallania myrtilloides</i>	Sexual	Plumas
Motilon	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Sexual	Pepas
Romerillo	<i>Baccharis artemisioides</i>	Sexual	Plumas
Charmuelan	<i>Myrsine coriacea</i>	Sexual	Pepas
Pumamaki	<i>Oreopanax</i> sp.	Sexual	Pepas
Punde	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Sexual	Pepas
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Sexual	Pepas
Pelotillo	<i>Viburnum pichinchense</i>	Sexual	Pepas
Pino colombiano	<i>Prumnopitys montana</i> -	Sexual	Piñas
Quillotoco	<i>Tecoma stans</i>	Sexual	Pepas
Pandala	<i>Prunus huantensis</i>	Sexual	Pepas
Cerote	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Sexual	Pepas
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Sexual	Pepas
Roble colombiano o andino	<i>Quercus humboldtii</i>	Sexual	Pepas
Capote	<i>Machaerium capote</i>	Sexual	Plumas
Puliza	<i>Diplostegium glandulosum</i>	Asexual	Estacas
Moquillo	<i>Saurauia</i> sp.	Asexual	Estacas
Flor de quinde	<i>Salvia tortuosa</i>	Asexual	Estacas
Tilo	<i>Sambucus peruviana</i>	Asexual	Estacas
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	Asexual	Estacas
Guanto de páramo	<i>Datura sanguinea</i>	Sexual	Pepas
Espino	<i>Bernadesia spinosa</i>	Sexual y Asexual	Estacas y Pepas
Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Sexual	Pepas
Jazmín de noche	<i>Cestrum nocturnum</i>	Asexual	Estacas
Sal buena	<i>Chromolaena scabra</i>	Sexual	Plumas
Cordoncillo o Cueche	<i>Piper barbatum</i>	Sexual	Pepas
Encino	<i>Weinmannia pinnata</i>	Sexual	Plumas
	<i>Weinmannia rollotti</i>		

3. Proceso propagativo de especies en vivero

La propagación eficaz de especies arbóreas y arbustivas en viveros requiere un conocimiento detallado de las técnicas de propagación sexual y asexual adaptadas a las condiciones específicas del trópico alto. Esta sección explora métodos para optimizar la germinación, el crecimiento y la viabilidad de las plántulas en vivero.

3.1. Criterios sobre las metodologías de propagación

Los criterios para las metodologías de propagación detallan una serie de características deseables en los diferentes tipos de semillas, como se mencionó en el apartado 2.1. Estas características son fundamentales en los procesos de recolección, cosecha y siembra para aumentar la probabilidad de éxito en la germinación y desarrollo de las plántulas. Se enfatiza la selección de semillas con óptimas condiciones físicas y genéticas, así como los tratamientos pre-siembra que mejoran sus tasas de germinación y adaptación al medio de crecimiento (Figura 2).



Figura 2. Recolección de semillas de buena calidad.

3.2. Semillas botánicas

Semillas en pepas

Las semillas deben recolectarse de árboles madre bien desarrollados, sin signos visibles de enfermedad, y en estado de madurez completa. Es esencial seleccionar las semillas más sanas, que presenten las mejores características físicas (color, tamaño, forma) (Figura 3). Tras la recolección, se trasladan al vivero para realizar el tratamiento correspondiente.



Figura 3. Semillas en frutos en forma de pepas.

Semillas en vainas

Para este tipo de semillas se deben recolectar las vainas que presenten las mejores condiciones físicas y sanitarias, y que estén completamente maduras. Sin embargo, es importante recolectarlas antes de que se abran por maduración excesiva, lo que podría provocar la pérdida de las semillas (Figura 4).



Figura 4. Semillas en frutos en forma de vainas.

Semillas en forma de plumas (sámaras)

La recolección de sámaras debe realizarse en el momento óptimo, ya que una recolección prematura da lugar a semillas inmaduras, y si se realiza demasiado tarde, las semillas podrían ser arrastradas por el viento. Un buen indicador de la madurez es cuando las flores se tornan de color café oscuro y la estructura alada de la semilla es claramente visible (Figura 5).



Figura 5. Semillas en frutos en forma de plumas.

Semillas en forma de piñas (conos)

Las piñas no son en sí las semillas, son la estructura que las contienen. Para una recolección adecuada, es crucial determinar el estado de madurez de la piña. El momento óptimo es cuando la piña adquiere un color café oscuro y comienza a abrirse ligeramente. Si se recolecta demasiado temprano, será difícil extraer las semillas, y si se recolecta demasiado tarde, las piñas se abrirán completamente y dispersarán las semillas (Figura 6).



Figura 6. Semillas en frutos en forma de piñas.

3.3. Propagación asexual

La propagación asexual es un método eficaz para obtener clones exactos de un ejemplar con características deseables, como resistencia a enfermedades, productividad o adaptabilidad a condiciones específicas. En este tipo de propagación, no se utilizan semillas, sino partes vegetativas de las plantas, como estacas, lo que garantiza que las plántulas mantengan las mismas propiedades genéticas que el árbol madre.

Propagación de especies mediante esquejes (estacas)

La recolección de estacas debe realizarse a partir de árboles de edad moderada, ya que estos presentan una arquitectura óptima para favorecer el desarrollo radicular. Las estacas seleccionadas deben tener un diámetro de entre 2 y 4 cm y una longitud de 25 a 30 cm. Es importante que las estacas cuenten con al menos 3 yemas, lo que incrementa las probabilidades de éxito en el enraizamiento, rebrote y posterior crecimiento de la plántula (Figura 7).



Figura 7. Propagación de especies mediante esquejes (estacas)

4. Tratamiento de semillas

4.1. Preparación del vivero o almácigo

Camas germinadoras y sustrato para siembra

Antes de iniciar cualquier actividad de siembra, es vital preparar adecuadamente las camas germinadoras, que proporcionarán el ambiente óptimo para que las semillas germinen. Estas camas constan de un soporte físico y un sustrato cuya composición varía según los requerimientos de la semilla.

Tipos de camas germinadoras:

Camas aéreas: Utilizadas para especies que requieren buena aireación y drenaje (Figura 8A). Además este tipo de camas permiten limitar las enfermedades y plagas.

Camas en suelo: Preferidas para especies que se benefician de un contacto directo con el suelo natural, requieren más humedad y poca luminosidad (Figura 8B).

El sustrato debe estar siempre bien humedecido para facilitar la germinación. A continuación, se describen las variaciones de los sustratos para cada tipo de semilla.

Para semillas tipo pepas (frutos): El sustrato debe consistir únicamente en tierra negra, con una profundidad de 25 cm. Las semillas deben cubrirse con una capa de tierra proporcional (1:1 o 2:1) al tamaño de la semilla. Por ejemplo, si una semilla mide 2 cm, la capa de tierra será de 2 a 4 cm

Para semillas tipo plumas (sámaras) y piñas (conos): Se recomienda una ligera capa de tierra con una profundidad de 10 cm. Las semillas se esparcen sobre el sustrato y se cubren con ramas de la planta madre, afrecho de quinua, aserrín o paja seca.

Para siembra de estacas y brotes de raíz: El sustrato debe tener alta capacidad de retención de humedad (tierra de zanjas), con una profundidad de 30 cm. Las estacas se deben plantar de forma vertical a una profundidad de 5-7 cm, dejando 10 cm de distancia entre las plantas y los surcos.



Figura 8. Camas germinadoras aéreas (A) y en suelo (B).

4.2. Tratamiento de semillas botánicas

Tratamiento de las semillas tipo fruto o pepa

Tras la recolección en el campo, las semillas deben llevarse al vivero para su tratamiento adecuado, el cual consta de 3 pasos:

1. Se sumergen en agua durante 1 a 8 días en tanques según la especie (Figura 9).
2. Posteriormente, se lavan con lejía (específico), agua de arroz, agua con sábila o agua de lentejas para retirar impurezas y estimular la germinación, luego se limpian completamente las semillas.
3. Por último, se realiza un secado en un lugar sombreado y a temperatura ambiente durante 2 días.



Figura 9. Tanques para el tratamiento de semilla.

Tratamiento de semillas en vaina

Las semillas deben recolectarse cuando las vainas estén completamente maduras, pero evitando que se maduren en exceso y se abran en el árbol. Después de la recolección es recomendable seguir los siguientes 2 pasos:

1. Desgrane o proceso de extracción de las semillas.
2. Una vez desgranadas, se secan en un lugar sombreado y a una temperatura ambiente, que en promedio es de 15 grados Celsius durante 6-8 días.

Tratamiento de semillas en pluma y piña

Estos tipos de semillas requieren un tratamiento menos intensivo y se resumen en el secado:

1. Una vez ingresan al vivero, se les realiza un ligero secado en un lugar sombreado y seco, a temperatura ambiente, sin presencia de vientos, durante 4-5 días.
2. Se debe tener un cuidado riguroso en las camas germinadoras, teniendo en cuenta ciertos criterios de siembra como se describe en la sección 5.

4.3. Tratamiento para propagación asexual

En la propagación asexual, es esencial realizar cortes precisos y cuidadosos para asegurar el éxito del proceso. Los cortes en las estacas deben ser finos y realizarse en bisel, lo que minimiza el daño al árbol madre y optimiza

la calidad de la estaca para su futuro desarrollo. Las consideraciones claves incluyen:

Tamaño y grosor: Las estacas deben seleccionarse de modo que su tamaño y grosor sean adecuados para favorecer un buen rebrote y desarrollo radicular. Un diámetro de 2 a 4 cm y una longitud de 20 a 30 cm suelen ser ideales.

Uso de sábila en cortes: Para mantener la humedad, facilitar la cicatrización y estimular el crecimiento radicular, se aplica sábila directamente sobre los cortes. Este tratamiento natural es efectivo para promover la salud de la estaca mientras inicia su enraizamiento.

Tiempo de plantación: Las estacas deben ser plantadas a más tardar 24 horas después de su corte para asegurar su viabilidad. Este tiempo breve entre el corte y la plantación es crucial para prevenir la desecación y la pérdida de vitalidad de la estaca.

Manipulación cuidadosa: Durante la manipulación de las estacas, es importante tratarlas con cuidado para evitar daños físicos, especialmente en las yemas, que son esenciales para el desarrollo futuro de la planta.

La propagación asexual es un método valioso para preservar las características genéticas deseables de las plantas, y aplicar estas prácticas correctas es vital para maximizar las probabilidades de éxito en la propagación de nuevas plantas.

5. Periodo de camas germinadoras

Las instalaciones para las camas de germinación son estandarizadas en cuanto a dimensiones de largo y ancho, aunque varían en profundidad y tipo de sustrato, para adaptarse a las necesidades específicas de cada especie. La gestión de estas camas incluye ajustes en la metodología de siembra, los niveles de humedad y la exposición a la luz, adecuándose así a las particularidades de cada especie.

Tabla 2. Manejo y periodo de germinación de especies trabajadas.

Nombre común	Nombre científico	Necesidad de riego	Nivel de sombra	Germinación
Palo rosa	<i>Vallea stipularis</i>	2 veces por día	medio	2 meses
Arrayan	<i>Myrcianthes</i> sp.	cada dos días	alto	1 mes
Rama blanca	<i>Gynoxys parvifolia</i>	2 veces por día	medio	4 meses
Cedrillo	<i>Tapirira guianensis</i>	cada dos días	Medio	1 mes
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	2 veces por día	alto	1 mes
Capuli	<i>Prunus serotina</i>	cada dos días	alto	1 mes
Cuaza	<i>Escallania myrtilloides</i>	2 veces por día	alto	2 meses
Motilon	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	cada dos días	medio	6 meses
Romerillo	<i>Baccharis artemisioides</i>	2 veces por día	medio	3 meses
Charmuelan	<i>Myrsine coriacea</i>	cada dos días	alto	2 meses
Pumamaki	<i>Oreopanax</i> sp.	cada dos días	alto	1 mes
Punde	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	cada dos días	alto	1 mes
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	cada dos días	bajo	2 meses
Pelotillo	<i>Viburnum pichinchense</i>	cada dos días	medio	2 meses
Pino colombiano	<i>Prumnopitys montana</i>	2 veces por día	medio	6 meses
Quillotocito	<i>Tecoma stans</i>	cada dos días	alto	2 meses
Pandala	<i>Prunus huantensis</i>	cada dos días	alto	1 mes
Cerote	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	cada dos días	medio	2 meses
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	cada dos días	alto	2 meses
Roble colombiano o andino	<i>Quercus humboldtii</i>	cada dos días	alto	8 meses
Capote	<i>Machaerium capote</i>	2 veces por día	medio	3 meses
Puliza	<i>Diplostegium glandulosum</i>	2 veces por día	medio	3 semanas
Moquillo	<i>Saurauia</i> sp.	2 veces por día	medio	3 semanas
Flor de quinde	<i>Salvia tortuosa</i>	2 veces por día	medio	3 semanas
Tilo	<i>Sambucus peruviana</i>	2 veces por día	bajo	1 mes
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	2 veces por día	bajo	3 semanas
Guanto de páramo	<i>Datura sanguinea</i>	2 veces por día	medio	1 mes
Espino	<i>Bernadesia spinosa</i>	2 veces por día	medio	1 mes
Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	cada dos días	medio	2 meses
Jazmín de noche	<i>Cestrum nocturnum</i>	2 veces por día	medio	3 semanas
Sal buena	<i>Chromolaena scabra</i>	2 veces por día	medio	3 semanas
Cordoncillo o Cueche	<i>Piper barbatum</i>	2 veces por día	medio	3 semanas
Encino	<i>Weinmannia pinnata</i>	cada dos días	Medio	8 meses
	<i>Weinmannia rollotti</i>			

5.1. Manejo de humedad y luminosidad

Riego constante: Necesario para aquellas especies que dependen de altos niveles de humedad para germinar.

Riego moderado: Se recomienda realizar el riego hasta lograr la capacidad de campo. Es decir, que no haya resequedad ni encharcamiento o escorrentía.

Requerimientos de luminosidad: Algunas especies necesitan luz para germinar, mientras que otras prefieren condiciones de oscuridad o sombra.

5.2. Periodo de germinación

El tiempo que tardan las semillas en germinar puede variar significativamente, desde tan solo 20 a 30 días hasta un período de hasta 12 meses, dependiendo de la especie.

5.3. Cubierta de sustrato

Semillas tipo pepa o fruto: Estas semillas se cubren con sustrato a una profundidad ajustada según el tamaño de la semilla.

Semillas tipo pluma y piña: No se cubren con el sustrato estándar de las camas. En su lugar, se utilizan materiales como ramas de la planta madre, una ligera capa de aserrín, afrecho de quinua o paja seca para facilitar la germinación (Figura 10).



Figura 10. Cobertura de semilla tipo pluma, con ramas de la planta madre.

5.4. Manejo de riego

El riego es esencial para el éxito de la germinación y el crecimiento temprano de las plantas en las camas germinadoras (Figura 11). La frecuencia y método

de riego varían según el tipo de propagación y las necesidades específicas de las semillas. Se presentan las recomendaciones de riego para la propagación asexual y por semilla botánica:

Propagación asexual

Las especies propagadas asexualmente responden muy bien al riego mediante microaspersión dos veces al día. Este sistema ha probado mantener la humedad necesaria para el óptimo desarrollo de las estacas.

Semillas Botánicas:

Tipo Fruto y Pepa: Estas semillas requieren agua mediante nebulización en periodos de dos días para proporcionar una humedad adecuada sin saturar el sustrato.

Tipo Pluma y Piña: Requieren riegos dos veces al día mediante nebulización. Este método frecuente ayuda a mantener la humedad esencial y previene la pérdida de semillas por volatilización, crucial debido al tapado especial que requieren estas semillas.



Figura 11. Aplicación de riego por aspersión.

El riego se realiza mediante el uso de diferentes boquillas usadas comúnmente en la aspersión de agroquímicos. El tamaño de la gota se gradúa manualmente de acuerdo a la necesidad de aplicación. Para nebulización usar el tamaño de boquilla más pequeño y para aspersión el tamaño intermedio.



Figura 12. Plantas recientemente trasplantadas a bolsas de almácigo, ilustrando el tamaño y desarrollo adecuados para este proceso

5.5. Criterios de elección para plantas de almácigo

La selección de plantas para el trasplante a bolsas de almácigo se basa en criterios específicos de desarrollo y tamaño:

Tamaño de las plántulas

Las plántulas aptas para el traslado a almácigo deben haber alcanzado una altura de entre 5 y 10 cm (figura 12) y presentar una buena composición física (Figura 13A), sin manchas ni tejidos muertos (Figura 13B). Este tamaño indica que las plantas están suficientemente desarrolladas para soportar el trasplante y continuar su crecimiento en un nuevo medio.

Propagación asexual

Para las especies propagadas asexualmente, el criterio de selección es similar, pero se presta especial atención al tamaño y desarrollo de los rebrotes. Las estacas deben mostrar un crecimiento robusto y sano antes de su traslado o simplemente se siembran directamente en almácigos.



Figura 13. Plantas deseables (A) y no deseables (B) en el momento de realizar trasplantes.



Figura 14. Preparación de sustrato y llenado de bolsas para almácigo.

6. Periodo de almácigo

6.1. Sustrato para bolsas de almácigo

El sustrato utilizado para el llenado de bolsas en el almácigo consiste en una mezcla de tierra negra, gallinaza, tierra de zanja, arena, cascarilla de arroz, cascara de huevo y concho de café, en proporciones (10:4:4:1:2:10:6) respectivamente. Este sustrato está diseñado para proporcionar el equilibrio ideal de nutrientes y estructura para el crecimiento de las plántulas (figura 14).

6.2. Llenado de bolsas y siembra de plantas

Para el almácigo, se utilizan bolsas de vivero de 1 libra. Las actividades de preparación del sustrato y el llenado de las bolsas se llevan a cabo el mismo día para asegurar frescura y evitar la desecación del sustrato. Al día siguiente, las plantas se riegan con agua enriquecida con cristales de sábila. Este tratamiento tiene como objetivo promover el enraizamiento y cicatrizar los posibles daños que pudieron haberse ocasionado en las raíces durante su extracción de las camas germinadoras.

Posteriormente, se procede a la siembra de las plantas. Estas labores se organizan de esta manera específica para prevenir la compactación del sustrato y evitar una rápida proliferación de hierbas indeseadas, facilitando así un desarrollo adecuado de las plantas.

6.3. Zona de crecimiento o almácigo

Esta zona está diseñada para proporcionar un ambiente controlado y favorable para el desarrollo de las plantas, protegido por plástico y polisombra que ayuda a mitigar los efectos adversos de factores ambientales como la radiación solar, heladas, lluvias y vientos. Las camas de crecimiento están situadas directamente sobre el suelo y construidas con guaduas y estacas (Figura 15). Cada cama mide 10 metros de largo por 1 metro de ancho y están separadas entre sí por 30 cm. Para evitar la competencia y facilitar el manejo, cuando en una cama se cultivan varias especies, se emplean separaciones con guaduas a 30 cm de distancia entre cada especie (Figura 16).



Figura 15. Disposición de camas de crecimiento para diferentes especies arbóreas en almacigo.

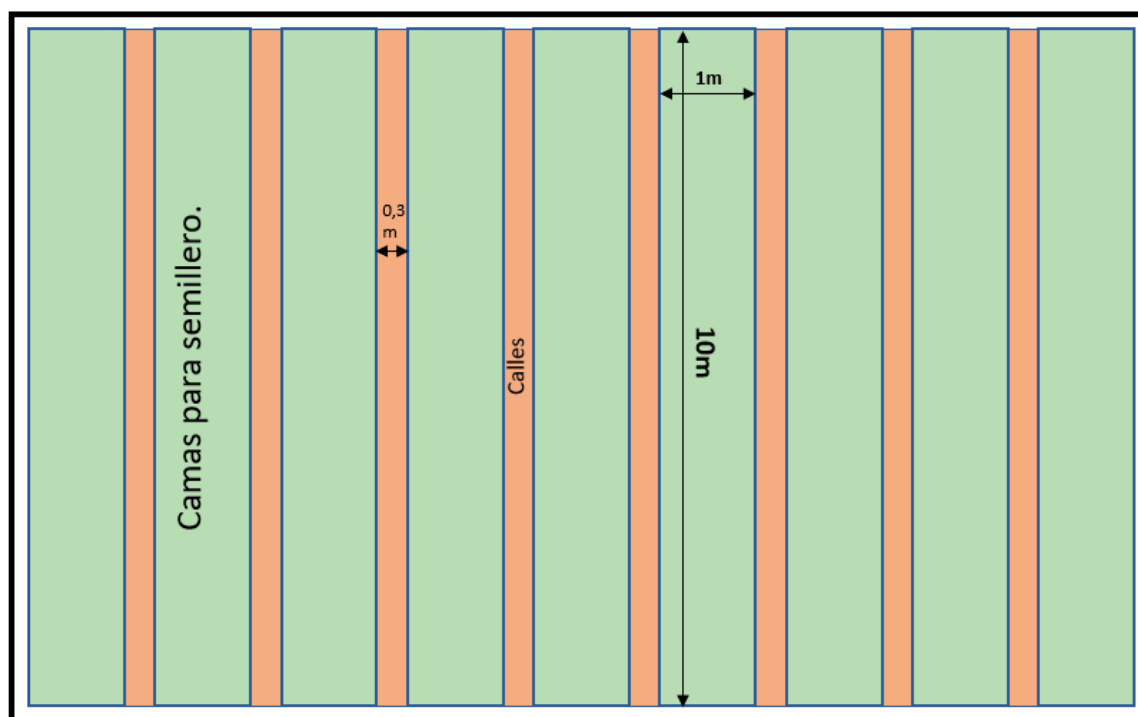


Figura 16. Diseño de camas de crecimiento para especies arbóreas en almacigo.

Tabla 3. Frecuencia de riego según especie y fase de desarrollo.

Nombre común	Nombre científico	Camas de germinación		Almácigo y zona de adaptación	
		Tipo de riego	Frecuencia de riego	Tipo de riego	Frecuencia de riego
Palo rosa	<i>Vallea stipularis</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 2 días
Arrayan	<i>Myrcianthes</i> sp.	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 3 o 4 días
Rama blanca	<i>Gynoxys parvifolia</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 2 días
Cedrillo	<i>Tapirira guianensis</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 2 días
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	Cada 3 o 4 días
Capuli	<i>Prunus serotina</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 3 o 4 días
Cuaza	<i>Escallania myrtilloides</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 2 días
Motilon	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 3 o 4 días
Romerillo	<i>Baccharis artemisioides</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 2 días
Charmuelan	<i>Myrsine coriacea</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 3 o 4 días
Pumamaki	<i>Oreopanax</i> sp.	nebulización	cada dos días	aspersión	diaria
Punde	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 3 o 4 días
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 4 días
Pelotillo	<i>Viburnum pichinchense</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 3 o 4 días
Pino colombiano	<i>Prumnopitys montana</i> -	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 4 días 2
Quillotcto	<i>Tecoma stans</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 4 días
Pandala	<i>Prunus huantensis</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 4 días
Cerote	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 3 o 4 días
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	diario
Roble colombiano o andino	<i>Quercus humboldtii</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 2 días
Capote	<i>Machaerium capote</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 3 o 4 días
Puliza	<i>Diplostephium glandulosum</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 2 días
Moquillo	<i>Saurauia</i> sp.	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 2 días
Flor de quinde	<i>Salvia tortuosa</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 4 días
Tilo	<i>Sambucus peruviana</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 3 o 4 días
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 3 o 4 días
Guanto de páramo	<i>Datura sanguinea</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	diario
Espino	<i>Bernadesia spinosa</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 3 días
Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	nebulización	cada dos días	aspersión	cada 4 días
Jazmín de noche	<i>Cestrum nocturnum</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 3 días
Sal buena	<i>Chromolaena scabra</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 2 días
Cordoncillo o Cueche	<i>Piper barbatum</i>	microaspersión	2 veces por día	aspersión	cada 3 días
Encino	<i>Weinmannia pinnata</i>	nebulización	2 veces por día	aspersión	cada 3 o 4 días
	<i>Weinmannia rollotti</i>				

6.4. Sistema de riego en semilleros

El riego en los semilleros se adapta a las necesidades específicas de cada especie, empleando sistemas de aspersión manual con mangueras para garantizar una distribución uniforme del agua. El tamaño de gota y frecuencia del riego varía según la especie y sus requerimientos particulares de humedad. Por ejemplo, el pumamaki necesita ser regado una vez al día debido a sus necesidades hídricas elevadas. En contraste, especies como el aliso requieren un riego menos frecuente, aproximadamente cada 3 a 4 días, acorde a su tolerancia a condiciones más secas (Tabla 3).

6.5. Fertilización y manejo sanitario

Actualmente, no existe un protocolo sanitario y un plan de fertilización estandarizados para las especies en el vivero. Tanto la fertilización como el manejo sanitario se llevan a cabo de manera reactiva y controlada. La fertilización se aplica foliarmente utilizando productos orgánicos preparados dentro del vivero.

Este tratamiento solo se administra cuando es claramente necesario, es decir, cuando el follaje de las plantas muestra signos de deficiencia nutricional, evidenciado por un cambio en el color del follaje a tonos verde claro o amarillento.

El manejo sanitario también sigue un enfoque orgánico y se implementa únicamente como respuesta directa a la detección de plagas o enfermedades. Solo las plantas afectadas reciben tratamientos, lo que ayuda a minimizar el uso de intervenciones químicas y fomenta un ambiente de crecimiento más natural y sostenible.

6.6. Plantas para zona de adaptación

El criterio principal para seleccionar las plantas que avanzarán a la zona de adaptación se basa en su altura. Cuando las plantas alcanzan entre 25 y 30 cm, están listas para ser trasladadas a esta área preparatoria (Figura 17). Esta etapa es crucial para acondicionar las plantas antes de su traslado definitivo al campo.



Figura 17. Condiciones generales de plantas listas para salir a periodo de adaptación.

6.7. Periodo de adaptación

En la zona de adaptación, las plantas pasan por un periodo de aclimatación de entre 8 y 15 días. Durante esta fase, se les proporciona el mismo riego brindado durante su fase de semillero (Tabla 3). Esta exposición gradual ayuda a las plantas a prepararse para las variaciones ambientales que enfrentarán en su ubicación definitiva.



Figura 18. Zona de adaptación a condiciones medioambientales locales.



Figura 19. Entrega de material vegetal en óptimas condiciones.

7. Entrega de árboles para campo

Una vez completado el proceso de vivero, se procede a la entrega de árboles preparados para ser plantados en el campo. Estos árboles se seleccionan cuidadosamente para garantizar que cuentan con un excelente estado de salud y un tamaño óptimo para la siembra. Han pasado por un riguroso período de adaptación diseñado para maximizar su capacidad de éxito y resiliencia en su nuevo entorno. Este período asegura que los árboles estén bien aclimatados y preparados para enfrentar los variados desafíos medioambientales del lugar, lo que contribuye significativamente a su adecuado desarrollo y crecimiento en campo. Es recomendable que, en el proceso de transporte, se protejan los árboles del viento para evitar pérdidas del material.



8. Conclusiones

Este manual ha proporcionado una guía exhaustiva para la propagación de especies arbóreas y arbustivas en sistemas ganaderos del trópico alto, enfatizando técnicas tanto de propagación sexual como asexual adaptadas a las condiciones únicas de la región. A través de los diversos capítulos, hemos explorado métodos detallados para la selección de plantas madre, preparación y manejo de viveros, y las técnicas específicas requeridas para asegurar la germinación y crecimiento exitoso de las plántulas.

La aplicación de prácticas de propagación adaptadas localmente es esencial para el éxito de la reintroducción y conservación de especies nativas. La selección cuidadosa y el manejo de las semillas y plantas madre garantizan que las características genéticas deseables se preserven y se promuevan dentro de los ecosistemas locales.

Finalmente, la educación y el entrenamiento continuos de los agricultores, técnicos y gestores de recursos naturales son fundamentales para perpetuar y expandir el impacto de estos esfuerzos de conservación. Al equipar a estos actores con el conocimiento y las habilidades necesarias, se fortalece la capacidad comunitaria para enfrentar los desafíos ambientales y climáticos actuales y futuros, asegurando un legado de sostenibilidad y resiliencia ambiental para generaciones futuras.

La integración de especies arbóreas y arbustivas en los sistemas ganaderos requiere de alimentación constante por parte de todos los actores de la ganadería contribuyendo a la sostenibilidad, resiliencia ambiental, mitigación del cambio climático, la conservación del agua y la mejora de la biodiversidad. El vivero Sinchimaki, respaldado por la Fundación Impulso Verde, ha demostrado ser un modelo excepcional de cómo tales iniciativas pueden ser implementadas con éxito.

9. Bibliografía

Albert, C., Hack, J., Schmidt, S., & Schröter, B. (2021). Planning and governing nature-based solutions in river landscapes: Concepts, cases, and insights. *Ambio*, 50(8), 1405–1413. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01569-z>

Apráez, J., & Gálvez, A. (2019). Alternativas Alimentarias para la producción pecuaria del Trópico Alto de Nariño. Universidad de Nariño.

Cyamweshi, A. R., Kuyah, S., Mukuralinda, A., & Muthuri, C. W. (2021). Potential of *Alnus acuminata* based agroforestry for carbon sequestration and other ecosystem services in Rwanda. *Agroforestry Systems*, 95(6), 1125–1135. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00619-5>

Flores-M, L., Meléndez-M, F., Lune-B, G., & González-L, Eliseo. (2012). INFLUENCIA DE LAS FASES LUNARES SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ (*Zea mays* variedad NB6).

Grigorieva, E., Livenets, A., & Stelmakh, E. (2023). Adaptation of Agriculture to Climate Change: A Scoping Review. *Climate*, 11(10), 1–37. <https://doi.org/10.3390/cli11100202>

Jagadesh, M., Dash, M., Singh, S. K., Kumari, A., Garg, V. K., & Jaiswal, A. (2024). Carbon Sequestration Potential of Forests and Forest Soils and Their Role in Climate Change Mitigation BT - Forests and Climate Change: Biological Perspectives on Impact, Adaptation, and Mitigation Strategies (H. Singh (ed.); pp. 315–326). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3905-9_16

Keprate, A., Bhardwaj, D. R., Sharma, P., Verma, K., Abbas, G., Sharma, V., Sharma, K., & Janju, S. (2024). Climate Resilient Agroforestry Systems for Sustainable Land Use and Livelihood BT - Transforming Agricultural Management for a Sustainable Future: Climate Change and Machine Learning Perspectives (S. Kanga, S. K. Singh, K. Shevkani, V. Pathak, & B. Sajan (eds.); pp. 141–161). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63430-7_7

Longley-Wood, K., Engels, M., Lafferty, K. D., McLaughlin, J. P., & Wegmann, A. (2022). Transforming Palmyra Atoll to native-tree dominance will increase net carbon storage and reduce dissolved organic carbon reef runoff. *PLoS ONE*, 17(1 January). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262621>

10. Agradecimientos

Agradecemos profundamente al vivero Asociación Agroecológica y Ambiental Sinchimaki en Cumbal, Nariño, por su compromiso inquebrantable con la conservación ambiental y la producción sostenible, elementos clave para la elaboración de este manual. Su trabajo junto a la Fundación Impulso Verde Kuaspue en la utilización de especies nativas para la restauración de ecosistemas ha fortalecido notablemente la sostenibilidad de los sistemas ganaderos del trópico alto. Extendemos nuestra gratitud al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, al Fondo Verde del Clima y a la CAF por su apoyo financiero a través del proyecto Colombia Agroalimentaria Sostenible. Este trabajo también fue posible gracias a las contribuciones de las iniciativas de Ganadería y Clima y Nature positive del CGIAR y el Science Program Sustainable Animal and Aquatic Foods (SAAF).



CGIAR
SUSTAINABLE ANIMAL
AND AQUATIC FOODS

