

19918
307

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA



08 MAYO 2002



*Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural*

MANUAL TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES VEGETALES LEÑOSAS PROMISORIAS PARA EL PIEDEMONTES DE CAQUETÁ

C.I. Macagual, Febrero de 2002

PERSONAL DIRECTIVO

MINISTRO DE AGRICULTURA

Rodrigo Villalba Mosquera

DIRECTOR GENERAL DE CORPOICA

Alvaro Francisco Uribe Calad

DIRECTOR CORPOICA REGIONAL 10

Salvador Rojas González

COORDINADOR PROGRAMA REGIONAL DE AGROFORESTERIA

Carlos Julio Escobar Acevedo

AUTORES

Carlos Julio Escobar Acevedo

John Jairo Zuluaga Peláez

Victoria Eugenia Osorio Moreno

FOTOGRAFÍAS

María Teresa Yépez Gutiérrez

Litza Carolina Echeverry Perdomo

José Darío Ule Rodríguez

TIRAJE

1000 Ejemplares

CONVENIO

Corpoica - Ministerio de Agricultura

Proyecto "Propagación de especies promisorias (frutales, forestales y leguminosas) para la masificación de su uso en los sistemas de producción agroforestal del departamento de Caquetá"

PRODUCCIÓN EDITORIAL

GRÁFICAS FLORENCIA

Teléfono: 435 7300

Florencia, Caquetá - Colombia

ISBN: 958-96882-8-4

Corpoica Regional 10

C.I. Macagual, Km. 20 Vía Morelia - Teléfonos. 4354453 (fax) - 4356445 - 4350152

e-mail: macagual@col1.telecom.com.co

PRESENTACIÓN

Las áreas de los Bosques-Cálidos-Húmedos-Ecuatoriales, poseen una alta diversidad de especies vegetales subvaloradas, sin embargo, un buen número de ellas son consideradas como bioeconómicas, constituyéndose en un capital natural que debe potencializarse a través de diferentes estrategias para contribuir al desarrollo sostenible y competitivo a favor de los moradores de los departamentos de la Región Amazónica, cuyas áreas de colonización atraviesan por un deterioro agroambiental e incremento de la pobreza en los últimos años.

La presente publicación hace parte de las actividades del proyecto ***"Propagación de especies promisorias (frutales, forestales y leguminosas) para la masificación de su uso en los sistemas de producción agroforestal del departamento de Caquetá"***, cuya duración fue prevista entre junio/2001 y mayo/2002 cofinanciada por el Ministerio de Agricultura, mediante convenio con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, haciendolo extensivo a sus diferentes Regionales, entre ellas la Regional 10 o Amazónica.

El objetivo de esta compilación es generar efectos multiplicadores mediante la difusión de la información sobre algunas técnicas de propagación sexual y asexual principalmente de especies leñosas nativas, presentando además avances de resultados de procesos e investigaciones aún no concluidas, complementados con la compilación de conceptos registrados en los documentos relacionados en la bibliografía. Se relacionan un conjunto de especies subutilizadas o poco conocidas, pero con alta viabilidad biofísica para contribuir al desarrollo agrosilvicultural. Se citan un buen número de especies que pueden ayudar a enriquecer las diversas opciones para iniciar el establecimiento de la denominada "Agricultura Tropical", en una mayor escala en estas áreas de Piedemonte Amazónico, a fin de ir respondiendo a las grandes necesidades del autoabastecimiento de alimentos y materias primas para la agroindustria en esta región.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	3
CAPITULO 1. PRODUCCIÓN Y MANEJO DE SEMILLAS.....	5
INTRODUCCIÓN	5
REPRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS.....	5
CLASES DE REPRODUCCIÓN.....	5
QUÉ ES LA SEMILLA?	5
FUENTES DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	6
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE FUENTES SEMILLERAS.....	7
ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA SEMILLA	7
CONDICIONES AMBIENTALES NECESARIAS PARA LA GERMINACIÓN	8
TRATAMIENTOS PARA INDUCIR GERMINACIÓN	9
PRUEBAS PARA DEFINIR SI UNA SEMILLA ES ORTODOXA O RECALCITRANTE	10
ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS	10
REGISTROS DEL HUERTO SEMILLERO.....	11
CERTIFICACIÓN DE SEMILLA.....	11
CAPITULO II. PROPAGACIÓN VEGETATIVA	12
INTRODUCCIÓN	12
BASES CELULARES DE LA PROPAGACIÓN	12
PRINCIPIOS DE LA PROPAGACIÓN.....	12
MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA.....	13
ESTACAS O ESQUEJES	13
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RIZOGÉNESIS	15
SELECCIÓN CLONAL	16
CONTROL DE LOS FACTORES DEL MEDIO	17
TÉCNICA DE INJERTOS	17
ACODOS.....	18
CAPITULO III. EL VIVERO	19
INTRODUCCIÓN	19
UBICACIÓN GENERAL	19
TAMAÑO	19
ELECCIÓN DEL SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO.....	19
JARDÍN DE INJERTACIÓN.....	21
JARDÍN CLONAL	21
CAPITULO IV. AVANCES DE RESULTADOS DE ESPECIES PROPAGADAS EN EL C.I. MACAGUAL	22
INTRODUCCIÓN	22
TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS Y GERMINACIÓN	22
INJERTACIÓN.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS.....	25

CAPITULO I

PRODUCCIÓN Y MANEJO DE SEMILLAS

INTRODUCCIÓN

Los mejores individuos de las especies de interés agro - silvo - comercial, pueden multiplicarse a través de la regeneración por semilla o propagación vegetativa. Aún cuando los resultados de un programa de mejoramiento genético no pueden aprovecharse sino en función de los ciclos biológicos de las especies, por lo tanto, es fundamental establecer áreas destinadas a la producción de semillas. El problema inicial es determinar la cantidad de semilla necesaria que se requiere propagar para lo cual se debe estimar un margen de seguridad del 30% para suplir las pérdidas o fracasos en la producción de semillas agroforestales, con lo que se asegura una reserva de semilla suficiente cuando el almacenamiento es posible.

REPRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS

Las plantas están formadas por células y su reproducción depende de la multiplicación de las mismas. Existen dos tipos de reproducción. **Asexual o vegetativa:** ocurre cuando se separa una parte del cuerpo vegetal y se desarrolla una nueva planta. **Sexual:** considerado el más importante. Durante el proceso de floración las plantas producen dos tipos de células que al juntarse realizan la fecundación del polen que se produce en las flores masculinas y se traslada a las flores femeninas para unirse con los óvulos que son las células reproductoras femeninas, en un proceso llamado fecundación. Cada óvulo fecundado tiene la posibilidad de desarrollar una semilla, la que a su vez puede originar una planta (Figura 1).

CLASES DE REPRODUCCIÓN

- **Esporófitas.** Se reproducen por medio de esporas asexuales
- **Espermatófitas.** Se reproducen sexualmente (plantas con semillas)

Las semillas en las plantas suelen clasificarse en:

- **Gimnospermas.** Se caracterizan por presentar óvulos no encerrados en el pistilo de la flor. ("semilla desnuda")
- **Angiospermas.** Se caracterizan por presentar la semilla encerrada en el ovario, la cual se desarrolla en un fruto ("semilla encerrada"). Se pueden clasificar como monocotiledóneas (embrión con un cotiledón) y dicotiledóneas (embrión con dos cotiledones).



Foto 1. Germinación de achapo donde se observa los dos cotiledones.

QUÉ ES LA SEMILLA?

Es el órgano principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas. Su vida es una serie de eventos biológicos que empieza en la floración y termina con la germinación y emergencia del embrión (Figura 1). Su época de cosecha depende de factores genéticos, fisiológicos y efectos climáticos como son la luz, temperatura, humedad y viento entre otros.

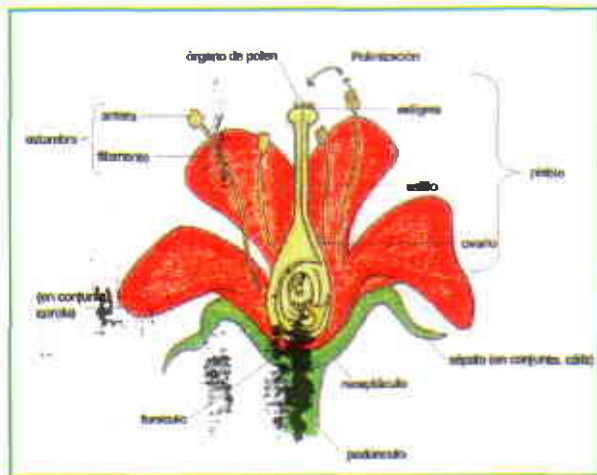


Figura 1. Estructuras reproductoras masculinas y femeninas de la flor.
FUENTE. Velázquez, Y.C., et. al. 1997.

FUENTES DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Conforme se avanza en el proceso de mejoramiento genético de las especies leñosas, se logran ganancias genéticas cada vez mayores. Bajo estos principios se sugiere la siguiente clasificación de fuentes semilleras categorizadas de mayor a menor ganancia genética potencial.



Foto 2. Semillas de sangretoro (*Virola* sp.)

Huerto Semillero

Es una plantación de clones o progenies que han sido seleccionados intensivamente con base en ciertas características de importancia económica aislada o manejada para no producir contaminación de polen de árboles inferiores y manejada para aumentar la producción de semilla y facilitar su recolección.

Huerto Semillero Genéticamente Comprobado

Es aquel que tiene respaldo de pruebas progenies establecidas y evaluadas en los sitios potenciales de plantación y que ha sido sometido a los aclareos genéticos para dejar únicamente los clones que han demostrado su superioridad.

Huerto Semillero Genéticamente no Comprobado

Es un huerto similar al anterior pero que no ha sido sometido a aclareos genéticos, ya sea por la ausencia de ensayos genéticos o por la corta edad de los ensayos.

Rodales Semilleros

Pueden ser rodales plantados de procedencia conocida o naturales, con amplia base genética aislados o manejados para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y que han sido sometidos a aclareos de mejoramiento para dejar 75 - 200 árboles por hectárea con características fenotípicas apropiadas. Sus límites son marcados en el campo y registrados para ser utilizados en la selección de árboles superiores, recolección y conservación de semillas.

Fuentes Seleccionadas

Son rodales que no cumplen con uno o varios de los requisitos establecidos para los rodales semilleros, ya sea porque presentan problemas de aislamiento, porque contienen menos de 75 árboles por hectárea o porque aún no han sido sometidos a aclareos de depuración. Sin embargo deben poseer un área mínima de 1 hectárea y una densidad que permita obtener mínimo 75 árboles.

Otras Fuentes Identificadas

Son grupos de árboles que por su baja densidad, por ocupar poca área o porque no contienen el número suficiente de árboles aceptables por hectáreas, no clasifican dentro de la categoría anterior.

Huertos Semilleros para Investigación (bancos clonales)

Es de gran importancia para programas a largo plazo. Se utiliza para preservar y probar grandes números de genotipos. Necesitan una amplia base genética para evitar la endogamia en generaciones futuras y preservar los genes.



Foto 3. Jardín clonal de caucho (*Hevea brasiliensis*)

Huertos Vegetativos

Son aquellos que se establecen mediante el uso de propágulos vegetativos tales como injertos, estacas y plantas obtenidas por cultivo de tejidos.

Árbol Semillero

Seleccionado entre varios de la misma especie; presentan mayores alturas, volumen y sanidad con relación al conjunto que los rodea, capaz de producir semilla de calidad superior.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE FUENTES SEMILLERAS

- **Localización.** La decisión a cerca de dónde se establecerá el huerto debe considerar el riesgo de los factores ambientales adversos y las condiciones financieras de manejo. El huerto más eficaz es aquel que está próximo de los centros de operaciones, con equipo y mano de obra centralizados y fácilmente disponibles.
- **Tamaño.** Está determinado por la cantidad de semilla necesaria y varía según la especie a sembrar. La fase más difícil del planteamiento de un huerto semillero es hacer una buena estimación del número de plántulas que pueden obtenerse de un huerto semillero maduro de un determinado tamaño.
- **Manejo del huerto semillero.** Los métodos adecuados del manejo varían de acuerdo con la especie, la ubicación del huerto semillero y las condiciones existentes año tras

año dentro del mismo huerto. El suelo del huerto debe protegerse de la erosión y la materia orgánica del mismo debe mantenerse a niveles adecuados para que se establezcan relaciones apropiadas entre los nutrientes y el agua.

ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA SEMILLA

Se toma una muestra al azar de todos los empaques donde se haya almacenado la semilla y se analiza teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

Pureza

Se toman dos muestras y se evalúan independientemente; cada una es sometida a un proceso de pesado y selección manual de la semilla y de las impurezas. El porcentaje se calcula a partir de la siguiente fórmula

$$\% \text{ de Pureza} = \frac{\text{Peso de la semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

Peso

Se toman las semilla puras y se agrupan en 8 muestras de cien (100) semillas cada una, se pesan por separado, se suman los valores de cada grupo y luego se divide por el número de muestras para lograr el promedio.

Germinación

Se toman 400 semillas evaluadas en 4 repeticiones de 100 unidades cada una. A cada repetición se le calcula el porcentaje de germinación mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{No. de semillas germinadas}}{\text{No. de semillas sembradas}} \times 100$$

Humedad

La semilla tiene un contenido de humedad (CH) sobrante dentro de sí, el cual presenta condiciones cambiantes. Para calcular la cantidad de agua libre o contenido de humedad de las semillas se toman 2 muestras de 5 gramos y se someten a un proceso de secado a 103°C durante 17 horas y luego se calcula el CH como se enuncia a continuación:

$$\% \text{ de CH} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

El análisis de calidad se debe hacer antes de su uso en el vivero, ya que algunas especies parecen estar normal y han perdido su capacidad de germinación.

Valor real

Indica la cantidad de semillas vivas de un lote, la cual se obtiene multiplicando la pureza por el porcentaje de germinación. Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Valor Real} = \frac{\% \text{ de Pureza} \cdot \% \text{ de Germinación}}{100}$$



Foto 4. Arbol semillero de ahumado (*Miquartia guianensis*)

CONDICIONES AMBIENTALES NECESARIAS PARA LA GERMINACIÓN

Temperatura

Los cambios que ocurren durante la germinación comprenden procesos metabólicos que se producen en estrecha relación con la temperatura y su efecto se presenta en la capacidad germinativa o en la velocidad de germinación. Sin embargo, pueden presentarse difi-

cultades al tratar de fijar en forma precisa las temperaturas de una especie ya que con frecuencia estas varían según el estado de maduración de las semillas o son difíciles de detectar debido a la lentitud de la germinación a ciertas temperaturas.

Humedad

Es proporcionada a la semilla por dos fuentes: una externa como la humedad relativa del ambiente y la lluvia y una interna a través del contenido de humedad. Una reducción del contenido de humedad retarda considerablemente los procesos fisiológicos como la respiración de la semilla y el consumo de sustancias nutritivas almacenadas en sus cotiledones, previniendo la proliferación de hongos y bacterias.

Termoperíodo

El estudio de las temperaturas o del intervalo térmico de germinación, es insuficiente para conocer la respuesta germinativa de especies que producen semilla cuya germinación se ve favorecida por una alternancia de temperatura como la que se produce por calentamiento del suelo. Las semillas que responden a este cambio ambiental pueden presentar diversos mecanismos para detectar este factor (por ejemplo la presencia de una testa impermeable que se hace permeable al calentarse). El efecto de la alternancia de temperatura parece tener relación con la hidratación de las semillas, pues la escarificación de estas es suficiente para permitir la germinación a una temperatura constante. Los cambios físico químicos producidos por el termoperíodo en las semillas, que conducen a la desaparición de la latencia son de diversa naturaleza según la especie.

Vigor Germinativo

La germinación en un grupo de semillas no ocurre de manera uniforme, si no que se inicia con la germinación de unas pocas hasta que al cabo de un tiempo germinan todas las que posean las condiciones favorables para hacerlo. El tiempo transcurrido entre el inicio de la germinación y su terminación puede ser corto o largo, cuando más corto es este período es mayor la energía germinativa. A la velocidad de germinación se le considera como el vigor germinativo y se puede medir en función del tiempo (máxima germinación en 24 horas).

TRATAMIENTOS PARA INDUCIR GERMINACIÓN Y CLASIFICAR SEMILLAS

El número de investigaciones dirigidas al estudio de los factores que inducen a la germinación de las semillas de diferentes especies es inmenso y se han propuesto numerosas alternativas para romper la latencia de las semillas,

abreviar su duración, e inducir la germinación de semillas afectadas fisiológicamente envejecidas o aún inmaduras. El Cuadro 1 presenta seis pruebas de viabilidad que se le pueden practicar a las semillas, de acuerdo a la información que se desea obtener y a la disponibilidad de recursos e infraestructura que tenga la Institución o Asociación encargada de desarrollar la investigación.

Cuadro 1. Pruebas para detectar la viabilidad de las semillas

Prueba	Observaciones
2,3,5, defeniltetrazolio (Concentraciones de 1 a 5%)	Se debe conocer muy bien la morfoanatomía de la semilla, en particular del embrión, de lo contrario se puede considerar viable, o muerta, una semilla en forma equivocada.
Respirometría por el método Warburg	Requiere de un volumen mínimo de 10gr de semilla para poder detectar su respiración.
Rayos X	Puede detectar únicamente semillas vanas o dañadas por parásitos.
Impregnaciones de cloroformo y rayos X	Puede detectar semillas vanas o dañadas por parásitos con más precisión que el caso anterior.
Flotación	Separa las semillas vanas de las llenas. En el caso de semillas muy pequeñas hay que vencer la tensión superficial del agua y detectar si existen cámaras aéreas en las semillas.
Germinación	Es un método muy eficiente, se requiere conocer bien la forma adecuada para germinar y/o romper la latencia.

FUENTE. Velázquez, Y.C., et. al. 1997.

Tratamiento para Semillas Ortodoxas

Estas semillas pueden ser desecadas hasta contenidos de humedad muy bajos sin sufrir daños, al menos hasta un nivel de humedad constante que se mantenga en equilibrio con una humedad ambiental relativa del 10% (a este valor las semillas con almidón tienen un contenido de humedad cercano a 5%, en tanto que las semillas que contengan grasas tienen valores de 2 a 3 %). Sus longevidades aumentan cuando disminuye el contenido de humedad y con la temperatura durante el almacenamiento en una forma cuantificable y predecible.

Tratamiento para Semillas Recalcitrantes

En contraste con las semillas ortodoxas, las recalcitrantes no deben ser desecadas por debajo de un punto relativamente alto en el contenido de humedad sin causarles daño. A pesar de que existen gran variación en el contenido de humedad crítico entre las especies, bajo el cual la viabilidad se reduce, algunas especies comienzan a morir rápidamente aun en equilibrio con una humedad relativa ambiental de 98-99%, y la mayoría de las semillas mueren cuando su contenido de humedad está en equilibrio con una humedad ambiental de 60 - 70% (que corresponde a un contenido de humedad de 16-30% sobre

el peso fresco). Todavía no existe un método satisfactorio para mantener la viabilidad de las semillas de estas especies, en particular las de origen tropical, por arriba de un periodo corto, menor a un año.

Tratamiento de Semillas Intermedias

Una tercera categoría ha sido demostrada recientemente con semillas de café (*Coffea arabica*), palma aceitera (*Elaeis Oleifera*), papaya (*Carica papaya*) y neem (*Azadirachta indica*). La principal

característica de este comportamiento es cierta sensibilidad a la desecación hasta un nivel de humedad relativamente bajo de 7 a 10% (en equilibrio con una humedad relativa ambiental de 30-50%). Sin embargo, la longevidad de las semillas secas de origen tropical se reduce en temperaturas bajas (por debajo de 5°C) y temperaturas bajo cero. Es posible almacenar las semillas "intermedias" por periodos de alrededor de 10 años, desecándolas hasta un 7 a 10% de contenido de humedad, y manteniéndolas a la temperatura de un laboratorio.

Cuadro 2. Tratamiento para eliminar la testa dura de las semillas

Tratamiento	Observaciones
Eliminar la testa Escarificación mecánica a) Incisión b) Raspado	Conocer la ubicación del embrión en la semilla para no dañarlo.
Escarificación con ácidos a) ácido sulfúrico b) ácido clorhídrico	Probar con diferentes concentraciones desde el 100% hasta el 10%, también probar con diferentes tiempos de exposición al ácido.
Escarificación Térmica a) Inmersión en agua caliente b) Calentamiento en seco	<p>La temperatura puede alcanzar los 100 °C y se puede mantener constante o hacer que gradualmente se enfríe.</p> <p>La temperatura puede ser mayor de 100°C, se debe tener cuidado con el tiempo de exposición.</p>

Pruebas para Definir si una Semilla es Ortodoxa o Recalcitrante

A pesar de que es posible hacer presunciones acerca del comportamiento de una especie de semilla en almacenamiento basándose en su tamaño, apariencia, historia de vida y filogenia, es necesario hacer pruebas para saber con precisión el comportamiento de cada especie en particular. La prueba se inicia dividiendo una porción de semillas en dos partes iguales. Se prueba la viabilidad de una de las fracciones de semillas frescas y la otra mitad se somete a una desecación gradual y cuidadosa antes de probar su viabilidad. Para completar, una prueba adicional que se realiza antes y después de someter las semillas a la congelación, indicaría si las semillas que toleran la desecación son ortodoxas verdaderas o intermedias.

ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

Muchas especies de árboles tropicales producen semillas con altos contenidos de humedad y rápi-

das tasas metabólicas, que se comportan como recalcitrantes cuando se pretende almacenarlas. Esto se debe a que carecen de la posibilidad de arreglar la estructura de sus componentes celulares durante la salida de agua de las células, ocasionada por la deshidratación, por lo que se pierde la estructura funcional del protoplasma que ya no puede recobrase al ocurrir la rehidratación.



Foto 5. Medios de almacenamiento de semillas

La presencia de agua libre en las células elimina el efecto protector de la congelación debido a la formación de cristales de hielo que pueden dañar a las células; sin embargo, estudios recientes muestran que algunas semillas que se suponen eran recalcitrantes son deshidratadas cuidadosamente a niveles que hacen posible su almacenamiento prolongado, como es el caso de la papaya. Es probable entonces que en el futuro, gracias a investigaciones más extensivas, se encuentren mayor número de semillas de comportamiento intermedio, indicando que lo ortodoxo y lo recalcitrante son los extremos de un gradiente de posibilidades.

REGISTROS DEL HUERTO SEMILLERO

Los registros representan la historia del huerto, y son la base de las recomendaciones presentes y futuras; identifican el material genético contenido en el huerto semillero y reducen la posibilidad de errores.

El registro de fuentes semilleras se logra una vez se hayan completado el proceso de identificación, evaluación, selección, clasificación, manejo e inscripción del material. El registro es un listado y archivo de la fuentes semilleras seleccionadas e inscritas por sus propietarios o por el Gobierno y quienes están interesados en la producción y comercialización de la semilla que cosechen de la misma. El listado incluye numeración, nombre científico de la especie, procedencia, clasificación según su calidad genética, nombre del propietario y el área total.

Es deseable que el registro esté en manos de una entidad gubernamental, la cual tendrá un criterio imparcial para ingresar o rechazar la inscripción por parte del sector privado o del mismo Gobierno.

Procesos para Establecer el Registro

El Banco de Semillas debe establecer con criterios claros y objetivos las especies que está interesado en registrar con base en el programa nacional de reforestación o demanda de material vegetal forestal. Una vez definida las especies, se debe anunciar al público sobre el interés de recolectar y producir semilla de las especies determinadas. Para ingresar al registro, el interesado deberá enviar su solicitud al Banco, el cual lo inscribirá y le asignará el número correspondiente. Este proceso es continuo ya que a medida que se establezcan nuevas plantaciones, se irán ingresando mejores fuentes al registro, convirtiéndolo en un sistema dinámico que cada vez mejora la calidad del material reproductivo forestal.

Ventajas del Registro

- Mantiene la identidad de la semilla y del material vegetativo.
- Asegura al usuario la calidad de la semilla
- Además de la procedencia, informa sobre las características que se han mejorado.
- Uniformiza la información general (formulario) y los precios dentro de las mismas categorías

Desventajas del Registro

- El proceso de control es oneroso, ya que implica visitas periódicas en el momento de la cosecha.
- Se puede convertir en un sistema burocrático si no existe la institución ágil y con legislación clara y objetiva.
- Hay que uniformizar formularios, cuando no es costumbre hacerlo.
- Por ser un sistema extenso, puede atrasar la recolección y distribución de las semillas.

CERTIFICACIÓN DE SEMILLA

La certificación de semilla en dasonomía no es nueva, ya desde 1903, se había publicado reglamentos para coleccionar y comerciar las semillas de *Cryptomeria* en Japón. Se ha puesto en práctica algunos métodos recientes de certificación, pero no hay uniformidad entre los diferentes métodos. La certificación requiere la supervisión general de la colecta y del manejo de la semilla en una forma uniforme y constante. La certificación de la fuente es vital para toda la dasonomía exótica, y la falta de dicha información ha causado grandes fracasos y pérdidas en la dasonomía de todo el mundo. La *certificación de la semilla* constituye una afirmación acerca de la *calidad genética* de la semilla; ésta debe ser el objetivo último de la certificación. La certificación de la calidad aumenta a medida que las pruebas de progenie maduran y se cuenta con datos sobre el rendimiento genético. La certificación de la calidad es el proceso más difícil de todos, debido a que depende de muchos de los factores del producto: tamaño, cruza y diseño de las pruebas, método de estimación, edad y otros aspectos. Todo esto es tan complejo que puede nunca existir un consenso acerca de lo que debe requerirse. Sin importar las definiciones, lo fundamental para cualquier tipo de programa de certificación de semilla de árboles (forestales, frutales, etc) es asegurarse de que el comprador sabe lo que está adquiriendo. El objetivo de la certificación no es legislar lo que puede venderse; es tener la certeza de que el comprador recibe por lo que está pagando. Sin duda, en el futuro, los métodos de certificación aumentarán tanto regional como internacionalmente.

CAPITULO II

PROPAGACIÓN VEGETATIVA

INTRODUCCIÓN

La propagación de plantas es una ocupación fundamental de la humanidad, gracias a ella el hombre ha logrado conservar las características que las hacen útiles. A través del tiempo y en la medida que se ha dispuesto de nuevos tipos de plantas, se han desarrollado las técnicas para mantenerlas, tales como el uso de invernaderos, los injertos, el empleo de estimulantes para enraizamiento de estacas y más recientemente la micropropagación mediante el cultivo de tejidos.

La propagación implica el control de dos tipos de ciclos biológicos de reproducción: el sexual y el asexual. Ambos tienen como función reproducir un genotipo específico o una combinación de genotipos que hereden algunas características de tipo particular de la planta que se está propagando.

En el ciclo asexual se emplean otras partes de la planta distintas de la semilla para su multiplicación. Tienen funciones vegetativas los tallos, las ramas, las hojas, las raíces e hijuelos mediante los cuales se conservan en las plantas descendientes características propias de uno de los padres y además, puede preservarse intacto el genotipo de la planta de la cual proviene. El ciclo apomíctico es una excepción, el embrión se origina directamente en las células de la planta madre, por un proceso vegetativo, y no se crea por medio de la unión de las células sexuales masculina y femenina.

BASES CELULARES DE LA PROPAGACIÓN

Para entender los mecanismos de reproducción sexual y asexual en las plantas y su repercusión en la variabilidad genética es necesario señalar aunque de manera somera los procesos celulares de la meiosis y la mitosis.

Meiosis y Reproducción Sexual

La reproducción sexual implica la unión de las células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semillas y la creación de individuos con nuevos genotipos. La división celular (meiosis) que produce las células sexuales conlleva a la división reductora de los cromosomas a la mitad. El número original se restablece durante la fertilización, resultando nuevos individuos que contienen el número de cromosomas, tanto del padre como de la madre.

Mitosis y Reproducción Asexual

La propagación asexual es posible porque cada una de las células de la planta posee los genes necesarios para el crecimiento y desarrollo de la misma, y en la división celular que ocurre durante el crecimiento y regeneración (mitosis), los genes están replicados de las células hijas. La característica principal del proceso es que los cromosomas se dividen longitudinalmente en partes idénticas y cada una de esas partes pasa a una célula hija. La mitosis ocurre en áreas específicas de la planta, tales como: ápice de las raíces, el cambium, las zonas intercalares de las monocotiledóneas y ápice de los tallos.

Apomixis

Ocurre cuando el genoma del nuevo individuo es idéntico al de la planta madre. En algunas especies los embriones no son resultado de meiosis y fertilización, sino de procesos asexuales. A las plantas reproductivas en esa forma se les llama apomícticas. Las plantas que se reproducen sólo por embriones apomícticos son conocidas como apomícticas obligadas y las que se producen por embriones tanto sexuales como apomícticos son designadas como apomícticas facultativas. La apomixis tiene una doble importancia: 1) proporciona un medio de asegurar uniformidad en la propagación por semilla, ya que cualquier cultivar apomíctico es en realidad un tipo clon y 2) es un sistema de rejuvenecimiento de clones viejos afectados por virus ya que muchas enfermedades virales no son transmitidas por semilla. Este procedimiento se ha usado ampliamente en el mejoramiento de cultivares cítricos.

PRINCIPIOS DE LA PROPAGACIÓN

El proceso de reproducción asexual tiene importancia, por ejemplo, en fruticultura porque la composición genética de la mayoría de los cultivares de los frutales, es muy heterocigota y las características que distinguen a esos tipos se pierden de inmediato al propagarlos por semilla. La propagación asexual es indispensable en la reproducción de cultivares que no producen semillas viables como algunas musáceas y cítricos o para la propagación de clones de caucho (*Hevea brasiliensis*), camu camu (*Myrciaria dubia*), borojó (*Borojoa patinoi*), entre otras.

Las hormonas al igual que en la germinación de semillas tienen en la reproducción asexual participación importante. Es así como en la propagación por estacas las auxinas estimulan la iniciación de raíces adventicias en los tallos. Las citoquininas

promueven en forma marcada la iniciación de yemas. Las giberelinas en concentraciones elevadas favorecen el alargamiento de los tallos e inhiben la formación de raíces. En injertos aunque no está plenamente demostrado se ha observado la relación entre los niveles de auxina y citoquinina en la formación del callo. En propagación por cultivo de tejidos de la relación auxina/ citoquinina, depende el desarrollo del callo implantado en el medio de cultivo.

MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA

En muchas especies cultivadas de los trópicos se aplica la propagación vegetativa, que es forzada en las especies triploides que no producen semillas, como el plátano y banano, pero que se ha aplicado por el hombre en otros cultivos, utilizando para eso toda clase de propágulos: estacas enraizadas de tallos, raíces u hojas, injertos de yemas, bulbillos, brotes laterales y otros. La población derivada por propagación vegetativa de una sola planta madre se llama clon. En muchos cultivos diploides o poliploides la propagación clonal es predominante, ejemplo la yuca, y ñames. Contrario a una creencia común, la propagación vegetativa de una especie en forma continua y por largo tiempo no afecta su fertilidad. Todos los cultivos clonales, con la excepción de los triploides, producen semillas si se les cultiva en un medio adecuado para la formación de flores y frutos.

La ventaja más importante de la propagación vegetativa es permitir la reproducción de una planta individual notable por su rendimiento, resistencia, calidad y otras condiciones favorables, en cantidad indefinida, a menudo en millones de individuos de iguales características a la planta original. Esto trae como consecuencia crecimiento más rápido y cosechas más uniformes que en plantas propagadas por semilla. Entre las desventajas se tiene que un cultivo monoclinal es uniformemente susceptible al ataque de enfermedades y plagas, como ocurre en el plátano y en el banano, así como a problemas de compatibilidad que pueden reducir los rendimientos, como en ciertos clones de cacao y café robusta.

La propagación clonal es la más corriente en pastos tropicales. Además, muchos de ellos son especies apomícticas, es decir que forman semillas sin fertilización sexual y por lo tanto reproducen las características de la planta madre como si fueran propagadas vegetativamente.

ESTACAS O ESQUEJES

La estaca o esqueje es una porción de la planta, usada para reproducir asexualmente una especie (figuras 2 y 3). Se considera reproducida una estaca cuando presenta brotación de hojas y emisión de raíces.

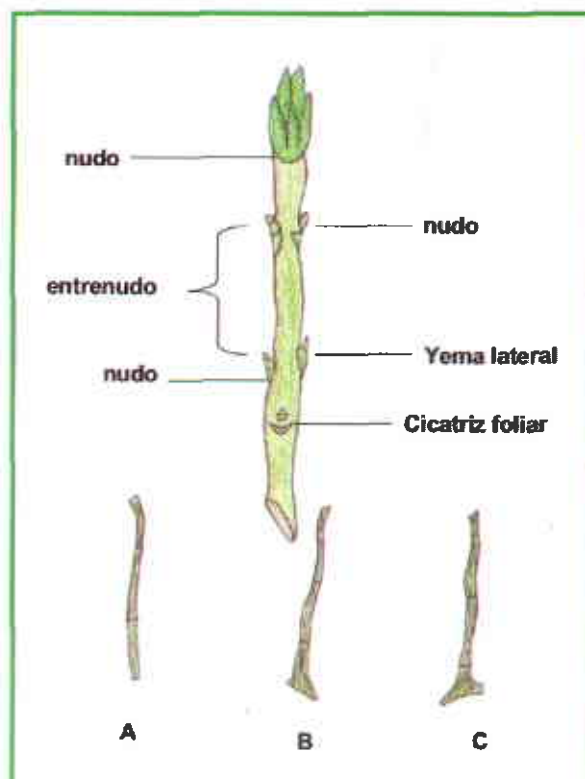


Figura 2. Cortes utilizados para la obtención de estacas a) recto, b) talón y c) mazo.



Figura 3. Estacas de la planta donante y manipulación de los cortes.

Para establecer estacas se tiene en cuenta lo siguiente: se recolectan las estacas, preferiblemente de la parte alta del árbol; se prepara el sustrato con una mezcla de 50% de tierra y 50% de arena; se abren huecos proporcional al tamaño de las estacas; se preparan las soluciones hormonales; se siembran las estacas teniendo en cuenta su polaridad, a una profundidad de 1/2 a 1/3 de su longitud; se proporciona un riego permanente; al cabo de tiempos variables se produce la brotación de hojas y enraizamiento de estacas.

Fisiología del estaquillado

La multiplicación vegetativa puede ser considerada como una potencialidad; cada célula posee la totalidad del patrimonio genético de la planta y bajo ciertas condiciones puede regenerar una planta entera. Las zonas privilegiadas que aseguran la multiplicación celular, son los meristemas.

- **Meristemas primarios.** Se encuentran en el ápice de las raíces, yemas apicales y yemas axiliares, que son los responsables del crecimiento en longitud.
- **Meristemas secundarios.** Situados en las partes de más edad del vegetal. Aseguran el crecimiento en espesor.
- **Meristemas adventicios.** Neo - formados a continuación de una desdiferenciación localizada.

Inconvenientes para la obtención de estacas

- a) No en todos los vegetales se pueden obtener esquejes fácilmente.
- b) Obligación de poseer y de mantener los pies - madres.
- c) Producción limitada a la cantidad de esquejes producidos por los pies - madres.

Diferentes tipos de esquejes

Tradicionalmente se realiza reduciendo una parte del follaje con el fin de limitar la evaporación, suprimiendo las flores y las yemas florales, realizando un corte limpio

- **Esquejes de ramillas.** Sin hojas y con hojas
- **Esquejes de yema.** Se hace sobre un vegetal en el que las yemas están opuestas.
- **Esquejes de hojas y porciones de hojas.** Consiste en tomar una hoja, reducir su peciolo a 2 centímetros y situarla en condiciones favorables.

- **Esquejes de raíces.** Se arranca la planta madre y se lava el sistema radical; se fragmentan las raíces en trozos de 2 a 5 centímetros de longitud. Se transplantan verticalmente cuando el diámetro lo permite u horizontalmente en un surco cuando su diámetro es más pequeño.



Foto 6. Estaca de caplrona (*Calycophyllum spruceanum* Benth)

- **Microesqueje *in vitro*.** Exige una técnica particular.
 - a) **Los pies madres.** Para lograr la multiplicación por estaquillado es necesario dominar la instalación de los pies - madres.
 - b) **Elección.** El pie - madre debe ser vigoroso, tener un porte regular y armonioso. Quedan excluidas plantas portadoras de enfermedades.
 - c) **Mantenimiento.** Cuidar el suelo y mantener la calidad sanitaria con tratamientos preventivos contra enfermedades e insectos.
 - d) **Toma de los esquejes.** Elegir tejidos jóvenes pero suficientemente leñosos ya que la emisión de raíces decrece con la edad.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RIZOGÉNESIS

Rizogenesis

Conjunto de fenómenos que conducen a la emisión radical; es decir, nacimiento de un sistema radicular.



Foto 7. Raíz de bacurí para seccionar en esquejes

Origen Genético

Juega un papel, esencialmente para ciertas leñosas. Existen dentro de un mismo clon, individuos que tienen una aptitud más particular para la emisión de raíces; las plantas que brotan de cepa tienen una mejor aptitud para el estaquillado.

Estado Fisiológico

Es la resultante de varios componentes; se puede distinguir entre los principales factores que intervienen en la capacidad de producir raíces, la edad del tejido, la luz, la nutrición.

- **La edad.** Cuanto más joven es un pie, su capacidad de multiplicación vegetativa es más elevada.
- **La luz.** Un aumento en la intensidad luminosa en los pies - madres aumenta la producción del número de esquejes, pero tiene tendencia a reducir ligeramente la capacidad de enraizamiento.
- **La nutrición.** Unos pies - madres correctamente alimentados dan unos esquejes que enraizan con más facilidad.

Inducción del Enraizamiento

Como se mencionó, no todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces.

Regulación Hormonal

Entre las hormonas que tienen un papel a nivel de la rizogénesis se deben citar las Auxinas y las Citoquininas.

Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural, como el ácido indolbútrico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican a la base de las estacas. Es una hormona natural sintetizada por la planta, la cual migra por el vegetal hasta las raíces, circulando de arriba hacia abajo; cumple un papel importante al desempeñarse como acción rizógena, aunque es necesario prestar atención a su dosificación porque puede transformarse rápidamente en tóxica. La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos. La mayoría de las especies forestales enraizan adecuadamente con AIB, aunque se ha observado que para algunos clones la adición de ANA resulta más benéfica.

Un método sencillo es la aplicación de la hormona por medio del remojo de la base de las estacas (de 2 a 3 centímetros) en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxina (de 4 a 12 horas), según las instrucciones

de los preparados comerciales. Sin embargo, este método es lento y poco exacto, difícil de realizar cuando los cortes son numerosos y algunas veces las hojas se marchitan durante el proceso; entonces se puede recurrir a las auxinas disponibles en aerosol.

Para las especies forestales tropicales se recomienda la inmersión de la base de las estacas en soluciones de AIB al 4% en alcohol etílico como solvente, por periodos muy cortos (5 segundos). Posteriormente se acomoda la base de la estaca en aire frío para evaporar el alcohol, antes de colocarlas en el propagador.



Foto 8. Emisión de raíces en estaca de ortiga (*Urtica laciniata*)

La Citoquinina son sintetizadas en las raíces, circulan por todo el vegetal y obran como complemento. Son inhibidoras de la rizogénesis a fuertes dosis, sin embargo su presencia es positiva ya que actúa en interacción con las Auxinas sobre la desdiferenciación y divisiones celulares.

El Acido indol acético o A.I.A, es poco tóxico para la planta, tiene una débil estabilidad a la luz; es degradado rápidamente por las bacterias del suelo. Poco tóxico, se mueve poco en la planta por lo que tiene una acción muy localizada.

SELECCIÓN CLONAL

La micropropagación y la propagación vegetativa permiten emplear técnicas de selección y mejoramiento de las características favorables de las plantas por medio de la selección clonal. Las características que pueden mejorarse cubren un amplio rango de posibilidades; por ejemplo, la resistencia de las plantas a temperaturas extremas, a la sequía, a crecer en suelos pobres o con características desfavorables, como acidez o alcalinidad excesiva, salinidad alta o saturación de humedad; también puede mejorarse el rendimiento del forraje y frutos, su sabor y calidad nutricional, la velocidad de crecimiento, la calidad e la madera producida y la concentración de compuestos secundarios valiosos como sustancias químicas, látex, gomas, etc.

A continuación describimos brevemente las dos técnicas básicas de selección clonal: 1) Se buscan en la naturaleza de las plantas que presenten las características deseadas en forma óptima (por ejemplo, los frutos más deliciosos y grandes), y se toma de ese individuo los meristemas o segmentos que se vayan a utilizar para la propagación vegetativa, para así obtener muchos individuos con la características deseada. 2) Se recolectan semillas, segmentos o meristemas de muchos individuos de una o varias poblaciones de la especie que se desea propagar. Con este material se producen muchas plantas pequeñas en un vivero y se someten a las condiciones desfavorables para las que se desea que tengan mayor resistencia; también se puede comparar su velocidad de crecimiento, su producción de forraje o cualquier otra cualidad que se desee resaltar. Se escogen los individuos que presenten las características óptimas según el caso y se utilizan para propagarlos vegetativamente y obtener así individuos mejorados.

Esta técnica incluye la exploración de las diversas poblaciones de una especie en el medio natural, ya que en el área natural de distribución geográfica de una especie existe gran variación en muchos de los atributos deseables de la especie.

Siguiendo la segunda técnica descrita ha sido posible obtener cultivo de árboles tropicales con características muy favorables. Por ejemplo,

especies de acacia resistentes a la salinidad o al suelo ácido; especies productoras de abundante forraje de alta calidad y con rápido crecimiento en suelos pobres y, por último, árboles maderables cuyo crecimiento está determinado por una fuerte dominancia apical. Esto permitirá repoblar las áreas deforestadas con individuos que producen un fuste o tronco recto y alto, muy apropiado para seguir técnicas óptimas de aserrado y uso en ebanistería, como es el caso del nogal y la caoba americana entre otros.

CONTROL DE LOS FACTORES DEL MEDIO

- **Temperatura.** Se aprecia a dos niveles; temperatura ambiente y del sustrato.
- **Higometría.** Se utilizan dos medios; preparación del esqueje que consiste en reducir el volumen del follaje y mantenimiento de la higometría, a fin de limitar la transpiración, la cual puede efectuarse mediante una nebulización.
- **Luz.** Se limita la luminosidad en los esquejes, no para limitar la acción de la luz sino por la temperatura que podría ser excesiva.

TÉCNICA DE INJERTOS

Consiste en tomar una parte vegetal de una planta (segmento, tallo, yema, rama), por lo general leñosa e introducirlo en un tallo o rama de otra planta de la misma familia, o de una especie muy cercana, con el fin de que se establezca continuidad en los flujos de savia bruta y savia elaborada entre el tallo receptor (patrón) y la parte vegetal injertada (injerto).

El objeto principal del injerto es obtener una planta que conserve los caracteres de aquella que se desea multiplicar. Para establecer injertos se tiene en cuenta lo siguiente: producción de patrones; selección de árboles; selección de yemas; transporte de injerto en nevera de icopor; ubicación de injertos a media sombra bajo diferentes tipos de cobertizo; eliminar ramas y hojas en la zona donde se hará el injerto; identificación del injerto; ubicación en bolsa de polietileno de un diámetro entre 15 - 30 centímetros; realizar observaciones frecuentes; evaluación del injerto a las 4 semanas de efectuado para verificar "pegue"; transplante a sitio definitivo a los 30 - 60 días, cuando hayan formado hojas y ramas.

- **Injerto de doble encaje y sencillo.** El patrón y el injerto se cortan en forma oblicua en su punta y se encaja patrón e injerto.

- **Injerto de Astilla.** Consiste en realizar un primer corte que penetra en el porta injertos una cuarta parte del grosor del mismo, luego aproximadamente a 2 centímetros más arriba se hace un segundo corte hacia abajo hasta que conecte con el primero. Los cortes para remover las yemas se hacen exactamente iguales a los ejecutados en el porta injerto. Después de realizados los respectivos cortes, tanto en el porta injertos como en la vara yemera se coloca la yema con la astilla en el porta injerto, luego se realiza el amarre con la cinta plástica cubriendo toda la yema.



Foto 9. Injerto de astilla en camu camu (*Myrciaria dubia*)

- **Injerto de corona.** Las púas se cortan en forma de boca de clarín, terminando de manera roma y antes de colocarlos se hace otro corte a la espalda en la parte superior del corte y en forma horizontal, dejando un pequeño encaje, con el fin de ajustarlo a la forma del patrón.
- **Injerto de púa.** Se practica una hendidura entre el corazón del árbol y la corteza, abriendo paso para penetrar la púa del injerto. Este debe cortarse a bisel plano en cada uno de los lados en toda su anchura.
- **Injerto por incrustación.** Se practica en la corona del patrón "tronchado". Se corta el injerto o "bisel" triangular, cuyo reverso se aplica al patrón. En el encaje abierto se introduce el injerto y se ata.

- **Injerto de lado a la inglesa.** Se corta el patrón contando de arriba abajo en el lado, en la misma longitud del ensamble del injerto.
- **Injerto de hendidura en bifurcación.** La inserción de la púa en el patrón se hace en la bifurcación de una rama terminal o en el punto de unión de las dos ramas.
- **Injerto de hendidura y lado.** Se practica un corte oblicuo en uno de los lados del patrón, sesgado con relación al eje y redondeado en su vértice. El injerto se corta en los dos lados, uno más pronunciado que otro, en ángulo recto y terminado en lengüeta.
- **Injerto de ramita bajo corteza.** Consiste en un pequeño brote de 10 a 15 centímetros de largo y provisto de 3 a 4 yemas, se corta plano en su mitad inferior, ajustando en la punta. La incisión en el patrón se hará en forma de "T".
- **Injerto de hendidura diametral.** Reúne la púa cortada en forma de cuña en una hendidura realizada en la parte apical del patrón. Injerto y patrón deben tener aproximadamente el mismo diámetro. En el injerto de hendidura simple o radial, la púa ocupa un solo lado y puede tener un diámetro inferior al patrón.
- **Injerto por Aproximación.** Consiste en unir entre sí, dos plantas independientes en la parte inferior del tallo realizando un pequeño corte plano en cada uno, a la misma altura, de manera que las zonas de cambium coincidan y entren en íntimo contacto, siendo necesario amarrar con una cinta plástica blanca las partes en contacto.



Foto 10. Injerto por aproximación en caucho (*Hevea brasiliensis*)

Una vez observado el prendimiento se le quita la cinta y se corta la parte encima de la unión de la plántula que debe ser eliminada, dejando la planta que se desea mejorar, la cual queda con dos sistemas radiculares que le van a asegurar mejor anclaje, mejor absorción de agua y nutrientes y alto desarrollo en general, por la interacción biradicular.

ACODOS

Los acodos se caracterizan porque sus técnicas de manejo no obligan a separar inicialmente las partes del árbol y por lo tanto puede ser montado directamente en la copa de los árboles y una vez ocurrido el enraizamiento de la estructura vegetativa seleccionada, se corta y se separa de la planta madre y se siembra en el sitio definitivo.



Foto 11. Acodo aéreo en copoazú (*Theobroma grandiflorum*)

Existen varios tipos de acodos, dependiendo si son subterráneos o aéreos. El acodado simple se efectúa doblando una rama hasta el suelo y cubriéndola parcialmente con tierra o material de enraizamiento dejando descubierto su extremo terminal. La punta de la rama se curva y se endereza en los últimos 15 a 30 cms. Se puede utilizar una estaca de madera, un alambre o una piedra para mantener el acodo en su lugar. Este sistema es utilizado en aquellas plantas que ramifican a baja altura y cuyas ramas son flexibles para poder ser dobladas sin romperse. El método aéreo consiste en colocar un medio enraizador alrededor de la rama, sostenido por una envoltura que encierra el medio. El medio enraizador puede ser musgo o materia orgánica húmeda. También existe el acodo por aporque cortando la planta por el tronco a unos 20 - 25 cm por el suelo y cuando salgan las nuevas ramas a medida que estas crezcan se van aporcando con tierra húmeda teniendo cuidado de no cubrir la punta de los brotes.

CAPITULO III

EL VIVERO

INTRODUCCIÓN

Independientemente del origen de una planta, ya sea a partir de una semilla, de un segmento o por cultivo de tejidos, los primeros días de vida son los más críticos para su sobrevivencia. Con el propósito de lograr que un mayor número de plantas sobrevivan en esta etapa se utilizan instalaciones especiales, en las que se manejan las condiciones ambientales y se proporcionan las condiciones de crecimiento más favorables para que las nuevas plantas continúen su desarrollo y adquieran la fortaleza necesaria para transplantarlas al lugar en el cual pasarán el resto de su vida. Por esto, el diseño de un vivero es un aspecto fundamental para llegar a obtener plantas listas para su siembra.

Dependiendo de su finalidad pueden ser **viveros permanentes**: infraestructuras mayores en equipo, mano de obra y terreno, destinadas a la propagación de grandes cantidades de plántulas en forma sostenida; y **viveros transitorios**: pequeñas infraestructuras de difícil acceso donde se hará la propagación de plántulas en épocas definidas y muy cercanos a los sitios donde se realizará la siembra definitiva.

UBICACIÓN GENERAL

Debe planificarse de tal manera quedando equidistante de los sitios a los cuales proveerá de material vegetal; se prefieren sitios con buena infraestructura vial y de servicios públicos cercanos a las vías principales. Cuando se trata de un vivero destinado a la investigación/producción de especies promisorias a escala la correcta ubicación del vivero es fundamental, ya que de ello depende su éxito en los programas forestales o agroforestales que esté apoyando.

TAMAÑO

El tamaño del vivero depende principalmente del número de plantas que se producen en cada período, así como del tamaño de las bolsas que se usen en la producción. Está determinado por el tipo de infraestructura que posea, por ejemplo, bodegas de almacenamiento, depósitos de agua, patio de crecimiento, etc. Cada vivero tiene un

tamaño particular de acuerdo a sus características propias y no es posible fijar una norma única sobre el tamaño máximo o mínimo.

ELECCIÓN DEL SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO

Como criterio básico debe tenerse en cuenta los siguientes factores, presentados en orden prioritario: una fuente de agua en calidad y cantidad adecuada, un área plana y no inundable con drenaje suficiente; que tenga barreras vivas para controlar la acción de vientos, cercas para evitar la entrada de animales domésticos, polisombra o cubiertas para amortiguar las altas temperaturas, exceso de lluvias, y de radiación solar. Ubicación general, cercano a la vivienda, vías de penetración y servicios públicos.



Foto 12. Vivero Centro de Investigación Macagual

- **Agua.** El vivero debe situarse cerca de fuentes de agua de carácter permanente. Hasta donde sea posible, no debe planificarse un vivero con agua del acueducto por los altos costos e implicaciones de tipo social que pueda tener.
- **Terreno plano y no inundable.** La inclinación del terreno no debe ser superior a 3%, desnivel suficiente para el drenaje del exceso de lluvia y para facilitar el normal desarrollo de las labores culturales; inherentes a la propagación de plántulas.
- **Protección necesaria.** La acción excesiva de los agentes atmosféricos, tiene una incidencia directa sobre las plántulas. Los extremos climáticos producen estrés en las plántulas, siendo necesario la adecuación del área para proteger lo mejor posible las plántulas.

- **Diseño o trazado del vivero.** Se deben incluir las siguientes características: cobertizo, cercas, árboles de protección, áreas de germinación, áreas de crecimiento, caminos, sistemas de irrigación, jardín de injertación, jardín clonal.

1. Eras de germinación. Sitio donde se produce la germinación de las semillas. Normalmente se les conoce como eras para germinación o germinadores y se agrupan en un área específica en el vivero para facilitar su manejo. Tienen una altura variable según sea el material con el que estén contruidos (madera, bloque, etc.); pueden estar a nivel del suelo o a una elevación de hasta 80 centímetros. Puede poseer las siguientes dimensiones: 1 metro de ancho por el largo que se desee, (10-20 metros) separados entre eras o germinadores unos 50-100 centímetros, que es la distancia necesaria para facilitar el transito de los operarios.



Foto 13. Eras de germinación con borojó (*Borojoa patinoi*).

2. Desinfección del sustrato para el germinador. Es necesario hacer una buena desinfección del sustrato utilizado en los germinado-

res, para lo cual generalmente se usan productos de amplia acción como el formol en dosis de 20 centímetros cúbicos por metro cuadrado; Vapan líquido en dosis de 50 centímetros cúbicos por 1 litro de agua, y el Ditra-pex líquido en dosis de 60 centímetros cúbicos por metro cuadrado. También se utiliza el vapor de agua.

3. Siembra en germinadores. Para la siembra de las semillas al voleo o en líneas, se debe tener en cuenta que estas se siembran y se tapan a una profundidad proporcional con su tamaño, para que el riego no la destape, y la semilla gaste la menor cantidad de energía posible para salir la plántula a la superficie. Lo ideal es dos veces el tamaño de la semilla. Igualmente se debe tener cuidado de no excederse en el número de semillas sembradas por unidad de área.

4. Preparación del sustrato para bolsas. El sustrato utilizado para llenar las bolsas debe ser lo más suelto posible y este no necesita desinfección. Para obtener una mezcla homogénea, se utiliza una proporción de tierra (50%), arena (30%) y compost (20%); el cual se zarandea inicialmente para mejorar su textura y poderlo trabajar.

5. Incorporación de micorrizas al sustrato del vivero. Las micorrizas son hongos específicos de las raíces de las plantas simbióticas que ayudan en la absorción de elementos como el fósforo y algunos minerales del suelo que las plantas no pueden tomar por sí solas. Las micorrizas aumentan el campo de absorción de la raíz y por lo tanto cumplen una función de mutualismo.

6. Transplante. Las plántulas se dejan crecer en el germinador hasta cuando completen una altura de 5 a 6 centímetros, teniendo los cuidados necesarios para no dañarlas. Estas se retiran del germinador y se pasan a bolsas, realizando con anterioridad una poda de 1/3 de la longitud de su raíz. El transplante se debe hacer de preferencia bajo sombra, posteriormente pasarán al patio de desarrollo donde alcanzarán una altura entre 25 y 30 centímetros, quedando listas para su siembra en sitio definitivo, para lo cual se recomienda que sea en época de lluvias.



Figura 5. Flujograma de propagación de las plántulas

La Figura 5 esquematiza los procesos que se deben llevar a cabo desde la selección de las fuentes semilleras hasta la siembra definitiva en campo.

7. **Área de crecimiento.** Sitio donde se colocan las plantas una vez salen del cobertizo o umbráculo donde se han transplantado. Normalmente son de 1 m de ancho por el largo que se desee, con unas distancias entre eras de 40 centímetros, formado principalmente por el material vegetal embolsado, para facilitar las labores naturales, como riego, fertilización, aplicación de insumos etc. Se recomienda que la zona de crecimiento este cubierta por malla polisombra.
8. **Sistemas de irrigación.** Se debe contar con una alberca o tanque para el almacenamiento de agua, diseñado de tal manera que se provea de este líquido a todas las plántulas las veces que sea necesario su aplicación. El sistema de riego en el vivero es de dos clases: el utilizado para las eras de germinación, cuya característica básica

es el grosor de las gotas, las cuales son *muy finas (con regadera)*, con el propósito de no destapar la semilla sembrada; y el sistema de riego para las áreas de crecimiento de gota más gruesa, donde se emplea usualmente el sistema de aspersión. El sistema de riego consta de una tubería subterránea interconectada entre sí y unida a una motobomba ubicada en la fuente de agua del vivero para garantizar un riego total.

9. **Jardín de Injertación.** Los materiales denominados portainjertos que se tienen programados para injertar con yemas, debido a que tienen un manejo especial, lo más recomendado es establecerlos en jardines de injertación. El lote se divide en eras cuyas dimensiones pueden ser: longitud variable de 20 m hasta 100 m, por 0.70 m de ancho, donde se siembran semillas o plántulas en doble surco a cada 0.20 m en triángulo. Se dejan espacios de 0.70 m entre las eras con el fin de transitar y drenar los excesos de lluvia.



Foto 14. Jardín de injertación C.I. Macagual

10. **Jardín Clonal.** Los clones de las especies seleccionadas deberán establecerse en áreas próximas a los viveros, con el fin de producir las varetas portayemas que se desean posteriormente injertar. Su tratamiento deberá calcularse de manera proporcional a la cantidad de yemas que se requiere producir. Las distancias de siembra pueden ser líneas de 1 m x 1 m de manera general.

CAPITULO IV

AVANCES DE RESULTADOS DE ESPECIES PROPAGADAS EN EL C.I. MACAGUAL

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre semillas que se adelantan en el Centro de Investigación Macagual, además de los procedimientos para obtener la identificación del germoplasma, también suministran información de los factores que influyen en el potencial de germinación bajo las condiciones ambientales del piedemonte del Caquetá, de manera que las pruebas puedan ser comparables y los resultados se puedan validar y emplear en condiciones agroambientales similares.

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS Y GERMINACIÓN

Con el fin de superar los efectos de la cubierta impermeable y los efectos fisiológicos del envejecimiento o la inmadurez de las semillas y estimular su germinación en tiempos relativamente cortos, se emplean diversos tratamientos en algunas especies como melina (*Gmelina arborea*), sangretoro (*Virola sp.*), arazá (*Eugenia stipitata*), chontaduro (*Bactris gasipaes*), uva caimaroná (*Pouroma cecropiaefolia*) palma milpés (*Jessenia bataua*) como la inmersión de la semilla en agua desde 24 horas hasta 8 días a temperatura ambiente (media 21 a 27°C), teniendo en cuenta el cambio diario del agua, para su posterior siembra en sustratos húmedos, con el fin de mantener hidratado el embrión que ha comenzado su proceso de germinación,

obteniendo por este tratamiento porcentajes de germinación promedios entre 60 y 100%. Algunas cubiertas impermeables también pueden ser suavizadas colocando las semillas en agua caliente (de 75 a 100°C), dejando que el agua se enfríe gradualmente entre las siguientes 12 horas.

En el caso del copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y el cacao maraco (*Theobroma bicolor*), las semillas se secan a la sombra para posterior siembra en sustrato de aserrín, obteniendo como resultado entre 80 - 100% de germinación.



Foto 15. Separación de semillas de uva caimaroná (*Pouroma cecropiaefolia*) por flotación

Cuadro 3. Resultados Preliminares de germinación de semillas de cuatro especies leguminosas

Especies	Nombre Científico	Germinación No. Días	Germinación %	No. de semillas por Kg
Bohío	<i>Clytoria sp.</i>	5 - 10	95	2.347
Carbón	<i>Pithecellobium longifolium</i>	10 - 15	90	1.200
Flemingia	<i>Flemingia macrophylla</i>	5 - 10	90	50.000
Guamo	<i>Inga sp.</i>	10 - 15	90	300

Los resultados de la germinación total de cuatro leguminosas leñosas de uso múltiple se presentan en el Cuadro 3, observándose que el tiempo oscila entre 5 y 15 días, mientras que los porcentajes fluctúan entre 90% y 95% y el número de semillas por kilogramo varía entre 300 y 50.000 unidades. En el Cuadro 4 se registran para cuatro especies maderables, entre 7 y 60 días para la

germinación con porcentajes entre 70% y 90% y 400 a 1.200 semillas por kilogramo, excepto con la especie Juansoco que aún no se ha determinado. El Cuadro 5 contiene la información de nueve especies de frutales notándose que el tiempo de germinación tiene valores entre 10 y 90 días, los porcentajes entre 65% y 90% y la variabilidad en el número de semillas entre 130 y 800 mil.

Cuadro 4. Resultados preliminares de germinación de semillas de cuatro especies maderables

Especie	Nombre Científico	Germinación No. Días	Germinación %	No. de Semillas por kg.
Achapo	<i>Cedrelinga catanaeformis</i>	10 - 15	70	1.200
Ahumado	<i>Minquartia guianensis</i>	40 - 60	90	400
Juansoco	<i>Couma macrocarpa</i>	10 - 15	85	-----
Sangretoro	<i>Virola</i> sp.	7 - 10	90	800

Cuadro 5. Resultados Preliminares de germinación de semillas de nueve especies frutales

Especies	Nombre Científico	Germinación No. Días	Germinación %	No. de Semillas por Kg.
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	60 - 90	90	414
Borojo	<i>Borojoa patinoi</i>	40 - 60	75	5.100
Cacao maraco	<i>Theobroma bicolor</i>	10 - 15	90	130
Camu camu	<i>Myrciaria dubia</i>	25 - 30	85	1.351
Copoazú	<i>Theobroma grandiflorum</i>	10 - 15	85	200
Chontaduro sin espina	<i>Bactris gasipaes</i>	60 - 90	65	310
Chontaduro con espina	<i>Bactris gasipaes</i>	60 - 90	65	310
Lulo amazónico	<i>Solanum</i> sp.	15 - 20	70	800.000
Uva caimarona	<i>Pouroma cecropiifolia</i>	20 - 30	75	480

INJERTACIÓN

Se ha utilizado esta técnica de propagación en varias especies frutales y en maderables debido a diferentes problemáticas:



Foto 16. Injerto de astilla en camu camu (*Myrciaria dubia*)

a) El cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia*), presenta una alta variabilidad (entre 3 y 7 años para iniciar la producción), siendo necesario la aplicación de la técnica de injertación (tipo astilla), con el fin de uniformizar la producción. La extracción de la yema debe realizarse con astilla del leño de la vara yemera e introducirlo en el corte previamente hecho de igual forma y tamaño en el patrón. El tallo del patrón debe tener diámetros mayores a 6 milímetros medidos entre 20 y 30 centímetros de altura sobre el nivel del suelo. Como resultado de este ensayo se ha obtenido un porcentaje de prendimiento del 80% en un periodo de 30 a 60 días. Actualmente su aplicación se hace en forma masiva en el vivero del Centro de Investigación Macagual.

b) Las especies borojó (*Borojoa patinoi*) y uva caimarona (*Pouroma cecropiaefolia*), presentan alto número de árboles machos y menor proporción de árboles hembras, por lo que se les denominan especies dioicas. En estos casos la propagación asexual es una alternativa para incrementar el número de árboles productivos. Para lograr este fin se aplica el injerto de ventana, el cual consiste en realizar dos incisiones verticales paralelas y dos horizon-

tales a unos 10 centímetros de altura de la superficie del suelo en el tallo del patrón, quedando demarcada una zona rectangular, extrayéndose la corteza y remplazándola por otro segmento de corteza de la misma forma de planta seleccionada para multiplicar y que tenga en el centro una yema. Posteriormente se presiona y se envuelve el injerto con cinta plástica, quedando este adherido al porta injerto (patrón). A los 30 días se destapa el injerto y posteriormente se realiza el corte del patrón cinco centímetros arriba del injerto. En estas dos especies se ha tenido un porcentaje de prendimiento entre el 70 y 80%.

- c) La especie cedro (*Cedrela odorata*) produce una madera fina, pero su producción se ve seriamente afectada por el ataque del barrenador del tallo conocido como *Ipsipila grandela*. Ante esta situación se plantea la hipótesis de aplicar el injerto por aproximación lateral de empalme sencillo, denominado también fitopráctica, con la especie bilibil (*Guarea guidonea*), maderable nativo que pertenece también a la familia Meliaceae y que no es atacado por ese barrenador, buscando el fortalecimiento del sistema radicular, para una mejor absorción de agua, de nutrientes y probablemente la síntesis de sustancias astringentes

como los polifenoles que le den una mayor resistencia al cedro y permita su cultivo sin ser atacado por la plaga.



Foto 17. Fitopráctica entre cedro (*Cedrela odorata*) y bilibil (*Guarea guidonea*)

BIBLIOGRAFÍA

- BUFORD B. C. Manual de ensayos de campo con árboles de usos múltiples. 136 pp.
- BOUTHERIN D.; BRON G. 1994. Multiplicación de plantas hortícolas. 223 pp.
- CARTAGENA J.R. Aspectos fisiológicos de la propagación de frutales. 6 pp.
- INSEFOR. 1995. Primer seminario nacional de identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. 144 pp.
- JARA L.F. 1994. Selección y manejo de rodales semilleros. Turrialba, Costa Rica. 175 pp.
- LEON J. Botánica de los cultivos tropicales 6 pp.
- RODRIGUEZ R.J., 2000. Protocolos de Germinación para la certificación de semillas forestales. Revista Serie Técnica No. 46. CONIF. Bogotá. 54 pp.
- TRUJILLO N, E. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Colombia. 151 pp.
- VELÁZQUEZ, Y.C., et. al. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. México. pp

ANEXOS

CÓDIGOS DE LAS ESPECIES

Los códigos de las especies constan normalmente de las cuatro primeras letras del género más las dos primeras letras de la especie. Por ejemplo, codifique *Hevea brasiliensis* como HEVEBR. Los clones van después del código de la especie y se designan con las dos primeras letras, o con la combinación de letras y número. Clon IAN 6158 se codificará como HEVEBRIA 6158. Para mantener la singularidad de los códigos, se puede emplear otra letra como sustituto de la cuarta, la sexta o la octava letra, cuando sea necesario. Esos códigos deberán llevar un asterisco (*). Mantenga el código y el nombre real en el mismo orden alfabético, si es posible. Las especies enunciadas en el Cuadro 6, son las comúnmente usadas o que tienen más posibilidades de usarse en el futuro próximo en esta región del piedemonte del Caquetá.

Cuadro 6. Ejemplos de códigos de algunas especies frutales, maderables, industriales y de uso múltiple

CÓDIGO	GÉNERO	ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USO
BACTGA	Bactris	gasipaes	Palmae	Chontaduro	Frutal
BOROPA	Borojoa	patinoi	Rubiaceae	Borjón	Frutal
CALYSP	Calycophyllum	spruceanum	Rubiaceae	Capirona	Maderable
CARIPY	Cariniana	pyriformis	Lecythidaceae	Abarco	Maderable
GEDRCA	Cedrelinga	catanaeformis	Mimosaceae	Achapo	Maderable
CEDROD	Cedrela	odorata	Meliaceae	Cedro	Maderable
CORDAL	Cordia	alliodora	Borraginaceae	Nogal	Maderable
COUMMA	Couma	macrocarpa	Apocynaceae	Juansoco	Maderable
EUGEST	Eugenia	stipitata	Myrtaceae	Arazá	Frutal
FLEMMMA	Flemingia	macrophylla	Fabaceae	Flemingia	Multiuso
GUARGU	Guarea	guidonea	Meliaceae	Bilibil	Maderable
*HEBRIA 6158	Hevea	brasiliensis	Euphorbiaceae	Caucho	Industrial
INGACU	Inga	cuaternata	Mimosaceae	Guamo serindo	Multiuso
INGAED	Inga	edulis	Mimosaceae	Guamo rabo - mico	Multiuso
JENIAM	Jenipa	americana	Rubiaceae	Huito	Frutal
MINQGU	Minuartia	guyanensis	Olaceae	Ahumado	Maderable
MYRCDU	Myrciaria	dubia	Myrtaceae	Camu - camu	Frutal
NECT	Nectandra	Sp.	Lauraceae	Laurel	Maderable
PARKIG	Parkia	ingeiflora	Mimosaceae	Guarango	Maderable
POURCE	Pouroma	cecropiaefolia	Moraceae	Uva calmarona	Frutal
THEOGR	Theobroma	grandiflorum	Sterculioceae	Copoazú	Frutal
TRICGI	Trichanthera	gigantea	Acanthaceae	Nacedero	Multiuso
VIROAL	Virola	albidiflora	Myrtaceae	Sangreoro	Maderable



Foto 18. Cinta Metrica

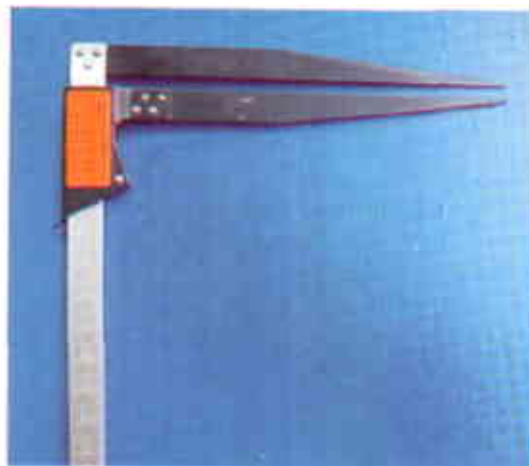


Foto 19. Forcípula



Foto 20. Nonio o Pie de rey



Foto 21. Nivel Abney

SÍMBOLOS ESTANDARIZADOS, SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

- Ap:** altura del pecho, cuyo uso se prefiere, de 1,30 m sobre el nivel del suelo.
- c:** circunferencia o contorno con corteza (con la cinta métrica)
- cr:** cuello de la raíz. Las alturas más comunes son de cinco centímetros en el vivero y de 30 centímetros en el campo; sin embargo, no se han adoptado normas generales, de modo que se debe especificar la altura empleada.
- d:** diámetro. El diámetro de los árboles o partes de árboles en pie incluye comúnmente la corteza. El diámetro de las trozas de árboles talados por lo general excluye la corteza.
- dap:** diámetro a la altura del pecho (1.30 m de la superficie del suelo).
- dapcc:** diámetro a la altura del pecho con la corteza (medida directa con la forcípula).
- dapsc:** diámetro a la altura del pecho sin la corteza (medida directa con la forcípula).
- dcr:** diámetro en el cuello de la raíz (medida directa con la forcípula o pie de rey).
- dk:** diámetro de la copa del árbol.
- e:** espaciamiento. Se da comúnmente en metros o decímetros; por ejemplo, $e = 1 \times 2$ m ó 10×20 dm. Primero se da el espaciamiento dentro de cada hilera y luego entre una y otra.
- h:** altura total del árbol, a menos que se especifique de otro modo.
- hcom:** altura comercial de un árbol (altura hasta la parte superior de las trozas utilizables). Con el nivel abney.
- k:** copa del árbol
- t:** edad expresada en años desde la fecha de la plantación (a menos que se especifique lo contrario).
- v:** volumen de cada árbol o de un segmento de éste. Se debe describir la unidad que se hace referencia, por ejemplo, tallo comercializable, tallo total, aéreo (sobre el suelo) o total (tallo + ramas + raíces).
- v:** volumen total por hectárea.



Foto 22. Ahumado (Miquartia guianensis)



Foto 23. Achapo (Cedrelinga catanaeformis)



Foto 24. Arazá (Eugenia stipitata)



Foto 25. Camu camu (Myrciaria dubia)