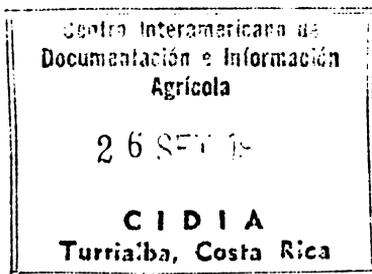


Serie Técnica
INFORME TECNICO No. 148



ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE RODALES SEMILLEROS DE ESPECIES FORESTALES PRIORITARIAS EN AMERICA CENTRAL

Rodolfo Salazar
David Boshier

Publicación patrocinada por el
Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA)
CATIE-ROCAP 596-0117

CENTRO AGRONOMO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA (CATIE)
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido
Area de Producción Forestal y Agroforestal
Turrialba, Costa Rica, 1989.

AGRADECIMIENTO

La presente publicación es el producto de las experiencias que durante los últimos años hemos adquirido en el campo de la producción de semillas y del mejoramiento genético forestal con las especies prioritarias para América Central. Consideramos oportuno organizar estas experiencias y transcribirlas en forma tal, que sirvan de orientación, tanto a técnicos de campo, como a educadores, con la esperanza de que este apoyo permita dar un impulso mayor al desarrollo de la actividad forestal de la región.

Expresamos nuestro agradecimiento a los técnicos de los distintos Proyectos del CATIE que nos facilitaron la información necesaria para elaborar este documento. También agradecemos al CATIE y al Proyecto Madeleña/ROCAP por suministrar los recursos necesarios para prepararla y publicarla. Finalmente, agradecemos también a Lisbeth Alfaro, Carlos Solano y Randall Coto, por la labor secretarial; y al Dr. Ronnie de Camino y al Ing. Héctor Martínez por la revisión de los manuscritos.

Rodolfo Salazar **Genetista Forestal del Proyecto Madeleña CATIE/
ROCAP, Costa Rica.**

David Boshier **Genetista Forestal, Technical Cooperation Officer,
Overseas Development Administration, United
Kingdom.**

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	9
2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES EN AMERICA CENTRAL	10
3. REGULACIONES EN LA COMERCIALIZACION DE SEMILLAS FORESTALES EN LA REGION	14
4. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA CALIDAD GENETICA DEL MATERIAL REPRODUCTIVO	16
5. IDENTIFICACION Y SELECCION DE RODALES SEMILLEROS	23
5.1 Definir la importancia de la especie a nivel nacional	24
5.2 Diagnóstico preliminar de la situación para cada especie	24
5.3 Reconocimiento e inventario de los rodales	29
5.3.1 Calidad fenotípica	29
5.3.2 Inventario	38
5.3.3 Importancia de la edad del rodal	39
5.3.4 Area a manejar como rodal semillero	40
5.3.5 Importancia del aislamiento del rodal	40
5.3.6 Importancia de la accesibilidad al rodal semillero...	42
5.4 Selección entre rodales	43
5.5 Cómo seleccionar los árboles para semilla en el rodal	44
6. MANTENIMIENTO DEL RODAL SEMILLERO	50
7. PRODUCCION Y COSECHA DE SEMILLAS	52
8. MANEJO DE LOS REGISTROS DEL RODAL	54
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
Anexo 1 Formularios	61
Anexo 2 Glosario	72
Anexo 3 Lista de especies prioritarias para la región	75
Anexo 4 Organizaciones dedicadas a la estructura de semillas forestales	76

1. INTRODUCCION

Como resultado de los estudios de selección de especies que los organismos nacionales e internacionales han venido realizando en América Central, se ha logrado identificar un conjunto de especies forestales con potencial para las distintas zonas ecológicas que caracterizan la región. El efecto demostrativo de los bosquetes experimentales que han sido establecidos, así como el aumento en la demanda de productos del bosque, son parte de los motivos por los cuales, en los últimos años, se ha despertado en la región un interés creciente para establecer plantaciones forestales. Se ha estimado que solamente en la región centroamericana, en el período 1985-95 se requiere plantar unas 900000 hectáreas para suplir la demanda de productos forestales, (Flores, 1984). Aunque sólo se plantara un 50 por ciento de lo que se ha estimado, la demanda interna por semilla será bastante grande.

Uno de los problemas principales que enfrentan quienes se dedican a la reforestación, es que no existe la semilla suficiente, ni en cantidad ni calidad para satisfacer la demanda. Por interés comercial o falta de experiencia, esta escasez ha llevado al uso de material de calidad genética poco deseable. Como resultado es frecuente encontrar plantaciones con un grado alto de variación en la forma de los árboles y en el rendimiento. Es probable que la imagen negativa que causan estas plantaciones poco productivas, desincentive a quienes dedican terreno y recursos económicos a establecer plantaciones. Los aumentos de producción en plantaciones forestales que se han logrado en los últimos años en algunos países tropicales y subtropicales, haciendo uso de las técnicas de mejoramiento genético como pruebas de progenie, huertos semilleros, para especies como *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *Pinus caribaea*, etc. son notables. Los programas de selección y mejoramiento, que se realizan en Brasil, Colombia y Zimbawe, han logrado aumentos en producción de hasta 30 por ciento en la primera generación, y una uniformidad de la plantación que facilita el manejo y la obtención de rendimientos altos. Sin embargo, la mayoría de estos programas, con la notable excepción de *Leucaena leucocephala*, han sido desarrollados por empresas formadas a nivel industrial, y los resultados y ganancias no se han puesto a la disposición de reforestadores de mediana y pequeña escala. Es probable que, debido a la alta densidad de población y al predominio de fincas pequeñas y medianas en la región, que la mayor parte de la reforestación se vaya a realizar en unidades de pequeña o mediana escala con un número amplio de especies. Ante esta situación, es imprescindible dar más impulso a las actividades de mejoramiento genético para producir semillas de calidad superior, que garantice el desarrollo de bosques más productivos, y así sirva de estímulo para fortalecer la naciente actividad forestal.

Para buscarle una solución aunque sea parcial a este problema, hay dos procesos que deben ser puestos en marcha lo antes posible:

- a) Concientizar al técnico forestal, a través de la capacitación; al empresario por medio de los incentivos y al agricultor mediante actividades demostrativas y de transferencia, sobre la importancia del uso de material reproductivo de calidad genética superior.
- b) Establecer y manejar rodales semilleros por parte de instituciones públicas o privadas en todos los países de la región, como una solución temporal a la meta de proveer semilla de calidad genética mejorada.

Esta guía tiene como objetivo servir de apoyo para alcanzar el segundo de estos objetivos, y dar a conocer el papel de los rodales semilleros dentro del esquema general del mejoramiento genético forestal. Se describen en forma práctica los pasos necesarios para establecer y manejar rodales semilleros para especies de interés en la región, bajo las condiciones particulares de las plantaciones en América Central con base en la experiencia del proyecto MADELEÑA.

2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES EN AMERICA CENTRAL

En parte, por desconocer la importancia del uso de semillas de mejor calidad genética, como por la falta de regulaciones nacionales y de conocimiento sobre los proyectos de otros países, las instituciones responsables de suplir el material para establecer plantaciones forestales, en los países centroamericanos, están enfrentando dificultades graves para obtener tanto dentro como fuera de la región las cantidades de semillas necesarias. Los problemas no están solamente en las fuentes de semilla, sino también en la forma en que ésta es distribuida. A nivel de la región las fuentes se pueden clasificar de la siguiente manera: a) bosques y rodales naturales; b) plantaciones piloto; c) parcelas experimentales; d) adquisición de semillas a distribuidores. Muchos de los rodales existentes en la región, porque son de mala calidad o porque no son manejados, no reúnen las condiciones necesarias para ser utilizados como fuentes de germoplasma; no obstante están siendo utilizados. A continuación se mencionan algunos de los errores más frecuentes asociados con la recolección de semillas de estas diferentes fuentes.

a- Rodales y bosques naturales

Muchas especies valiosas como *Pochota quinata*, (*) *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, y los pinos han sido explotadas en forma tan intensa que en algunas áreas ya han desaparecido, y en otras los ejemplares que han quedado

* Anteriormente *Bombacopsis quinatum*.

son generalmente de mala forma y con características poco deseables para utilizarlos como progenitores. Es común en la región que, para suplir la demanda de material reproductivo de estas especies, se recurra a cosechar semillas de cualquier árbol sin prestar mayor atención a su apariencia (fenotipo), por ejemplo la Figura 1 muestra dos árboles de *Cordia alliodora*, el árbol a) produce grandes cantidades de semillas, fácil de recolectar pero el árbol es de mala forma. El árbol b) produce menos semilla y es de acceso difícil pero el árbol es de forma excelente. El recolector sin escrúpulos recurre a árboles del tipo a) sin preocuparse del efecto negativo que tendrá la semilla. Esto evidencia falta de capacitación y la necesidad de ajustar los precios de las semillas según su calidad genética.

b- Plantaciones piloto

En la región se continúa utilizando como fuentes de semillas, plantaciones piloto que han sido establecidas con semillas recolectadas de pocos árboles (menos de 5), como por ejemplo *Tectona grandis* en Paquera, Costa Rica, y *Eucalyptus deglupta* en El Salvador. Esto puede ocasionar pérdida de vigor al aumentar la posibilidad de autocruzamiento y cruzamiento entre parientes (endogamia).

Por falta de experiencia de parte de los silvicultores, las plantaciones en la región usualmente no han sido manejadas adecuadamente. En algunas de estas plantaciones los ejemplares mejores ya han sido aprovechados, y todavía se continúa cosechando semillas del material remanente.

c- Parcelas experimentales

También por falta de capacitación de parte del técnico forestal en la región se recolectan semillas en parcelas experimentales donde hay dos o más especies que pueden hibridarse fácilmente; por ejemplo algunas especies de eucaliptos.

d- Compra a distribuidores

Son muy pocos los distribuidores internacionales, que ejercen un control adecuado sobre la calidad genética del material que distribuyan, por lo que no puede haber garantía en la importación de semillas.

Se recomienda que quien compre semillas forestales siga las líneas de guía mínimas dadas por la FAO, (Pálmborg, 1983) y resumidas a continuación:

- Si la especie no ha sido probada, es conveniente solicitar una cantidad mínima para establecer una parcela experimental, y compararla con otras especies locales. Usar como referencia información producida en otros sitios o países.



a)



b)

Figura 1. Muestra a) árbol de *Cordia alliodora* con mala forma, no apta para producción de semillas, b) árbol semillero de *Cordia alliodora*. (Fotos: a) R. Salazar y b) D. Boshier).

- Prestar atención al número de semillas por kilogramo para no solicitar más de lo necesario.
- Siempre solicitar al distribuidor un certificado con la información del origen y procedencia (latitud, longitud, altitud, precipitación y distribución de lluvias), así como el número de árboles de donde fue colectada la semilla. Si la semilla es para investigación o para realizar trabajos de mejoramiento debe también solicitar otras características del rodal.
- Si ya se ha seleccionado la mejor especie y la mejor procedencia, y se necesita semillas para una plantación comercial, debe solicitar al distribuidor semilla con cierto grado de selección y proceder a establecer sus propias áreas de producción de semillas, para que el país sea autosuficiente.

Muchos de los que distribuyen semillas forestales tanto dentro como fuera de América Central, no suministran información sobre la calidad, sitio de recolección, ni características del rodal. Esta información es básica, tanto para evaluar el material como para identificar las fuentes de semilla más apropiadas. El problema se vuelve más complejo cuando los bancos de semillas nacionales no llevan un registro sobre el ingreso y distribución de material, que permita en un determinado momento establecer la procedencia de las plantaciones.

Cuando los países no pueden cubrir la demanda con semillas de la región, recurren a la importación. Se sabe también que hay gran cantidad de semilla importada por particulares que nunca queda registrada. Además muchas veces el material que adquieren presenta los mismos problemas de origen desconocido o calidad genética pobre por ejemplo:

- semillas distribuidas por entidades que se dedican únicamente a la comercialización del producto y no se preocupan por la calidad de los árboles progenitores, y/o no cuentan con información sobre el origen del material que distribuyen,
- poca disponibilidad de semilla genéticamente mejorada, ya que ésta usualmente es utilizada por el país productor, o tiene precios muy elevados que desestimulan su compra. La utilidad de este material por lo general tampoco ha sido comprobada en la región.

La utilización en reforestación de semilla certificada y genéticamente mejorada debe ser considerada de primera prioridad. Es cierto que el proceso para llegar a producir semilla certificada de calidad genética alta, requiere tiempo y capital, pero el proceso se puede realizar por etapas. La secuencia de trabajo depende en parte de la disponibilidad de material, recursos humanos y económicos y las características e importancia de cada especie. América Central ya cuenta con algún material para el desarrollo de las primeras etapas, para

especies como *T. grandis*, *G. arborea*, *E. deglupta*, *P. caribaea*, var. *hondurensis*, *C. lusitanica*, etc. y con instalaciones como cuartos fríos, patios para secado y laboratorios para el procesamiento, almacenamiento y distribución certificadas, principalmente en Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

3. REGULACIONES EN LA COMERCIALIZACION DE SEMILLAS FORESTALES EN LA REGION

El trasiego de semillas forestales tanto para investigación como para establecer plantaciones comerciales en la región centroamericana aumenta rápidamente. Es claro que desde el momento en que se recurre a la distribución de semillas forestales, surge la necesidad de establecer una serie de regulaciones para garantizar la calidad del producto. No obstante, los países centroamericanos no cuentan con un sistema normativo general para controlar los distintos procesos de recolección, procesamiento, almacenamiento, evaluación y distribución de material. El Cuadro 1 resume la situación actual de la comercialización de semillas forestales por país en América Central, el cual refleja diferencias considerables muy grandes entre países en cuanto a la legislación.

Cuadro 1. Regulaciones para la comercialización de semillas forestales en América Central.

Tipo de Regulación		
País	Interna	Exportación
Costa Rica	Libre	Libre con permiso
El Salvador	Libre	Libre con permiso
Guatemala	Libre con permiso	Libre con permiso
Honduras	Estado	Estado con permiso
Nicaragua	Estado	Estado con permiso
Panamá	Libre	Estado con permiso

La falta de regulaciones nacionales y regionales para la distribución de semillas forestales, así como la falta de escrúpulos de algunos que se dedican al comercio de semillas, está causando problemas serios a la actividad forestal centroamericana. Una situación similar vivió el desarrollo forestal en los países europeos y los Estados Unidos de América a finales del siglo XIX, cuando se llegó hasta la mezcla de semillas de especies, o semilla mejorada con semilla comercial para llenar la demanda, (Keiding, 1975).

Como consecuencia de los problemas derivados del trasiego internacional de semillas, actualmente existen organizaciones internacionales que han dado métodos y sistemas para caracterizar y certificar semilla que están siendo puestos en práctica en algunos países, con el objeto de mejorar la calidad del material que se distribuye, (OECD, 1974). Los bancos deben realizar la recolección y distribución de semilla en cumplimiento de estas normas. Esto también ayudará a que los bancos obtengan buen renombre como exportadores de semillas.

Para entender los procedimientos involucrados en un sistema adecuado de regulaciones hay que hacer la diferencia entre: a) identificación, b) caracterización y c) certificación de semilla.

a) **Identificación** es un requisito básico que debe llevar toda semilla distribuida. Consiste en suministrar al receptor toda la información que identifique adecuadamente el material que está recibiendo. Para garantizar la identidad de la semilla, hay que seguir una serie de pasos que aseguren que no habrá confusión desde que la semilla es obtenida del árbol hasta que es recibida por el usuario. Cada envío de material debe ir con su respectiva hoja de identidad, (Willan, 1985). Se recomienda usar el formulario "Certificado de origen de semillas forestales" (Anexo 1), siempre que envíe semillas a nivel nacional o internacional. Hay tres razones para identificar adecuadamente las semillas que se distribuyen, (Kemp, 1975):

1. Sea buena o mala la respuesta de la especie, es necesario conocer el origen para volver o no a recolectar o importar material del mismo sitio.
2. Es necesario contar con información sobre la ecología del sitio de recolección, tamaño y características de la población muestreada, método de recolección y manejo de la semilla, para hacer una interpretación adecuada de los resultados o planear nuevas recolecciones.
3. Suministrar los documentos necesarios para facilitar y lograr un trasiego y transporte seguro y rápido, así como la aceptación de las semillas.

b) **Caracterización** de semillas usualmente se refiere a su graduación en términos de peso (como norma se hace referencia al peso de 1000 semillas); pureza y porcentaje de germinación. Se deben seguir las normas de la ISTA (International Seed Testing Association) para hacer esta caracterización, (ISTA, 1976).

c) **Certificación** es la garantía que recibe el destinatario, de que la calidad genética de la semilla que está recibiendo es exactamente lo que el distribuidor ha dicho que le está entregando. El objetivo no es legislar sobre lo que puede ser vendido, sino que el comprador reciba el material con las cualidades por las que está pagando, (Zobel y Talbert, 1988).

Certificar semillas es un proceso difícil ya que no hay un método de prueba que asegure el origen del material. Se parte del supuesto de que lo que se ve no necesita ser certificado, pero en semillas es muy difícil identificar el material y no es posible suponer el origen, la edad, tratamientos de limpieza, almacenamiento, ni las características genéticas, (Baldwin, 1942). El Panel de Expertos en Recursos Genéticos Forestales de la FAO, recomienda seguir el modelo de certificación de semillas propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OECD), que reconoce tres categorías de material reproductivo: a) fuente identificada, o sea que por lo menos se identifica el origen, b) fuente seleccionada aquella que viene de rodales semilleros y c) fuente certificada, que es aquella a la que ya se le ha comprobado su calidad, (Jones y Burley, 1973). El comercio internacional utiliza una cuarta categoría d) la no clasificada, de la cual se desconoce su origen y calidad. Las categorías a) y d) deben ser eliminadas tan pronto como sea posible ya que este material es posible que no sea genéticamente adecuado. Desafortunadamente en América Central, casi todo el material que se utiliza cae en estas dos categorías.

Es necesario que las autoridades forestales de los países de la región tomen conciencia de la importancia de este proceso para asegurar una productividad mayor de las futuras plantaciones. Debe iniciarse a nivel regional el funcionamiento de un mecanismo que garantice la aplicación de las normas internacionales para asegurar la disponibilidad y utilización de semillas forestales de mejor calidad. No es necesario que esta legislación sea rígida y dictatorial, pero sí debe asegurar la calidad genética del material que está siendo distribuido, (Zobel y Talbert, 1988). El formulario "Certificado de origen de semillas forestales" (Anexo 1) es el que está siendo recomendado por CATIE.

4. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA CALIDAD GENETICA DEL MATERIAL REPRODUCTIVO

Como parte de las prácticas silvícolas que buscan aumentar la producción, el mejoramiento genético es uno de los medios más efectivos para incrementar la productividad de una plantación forestal. Se puede decir que el proceso de mejoramiento genético forestal parte de la identificación de la especie, la cual debe reunir las características deseadas de adaptación y producción, en cantidad y calidad, según las exigencias del usuario. Las ganancias menos costosas y rápidas en la mayoría de los programas de mejoramiento se aseguran con la selección de la especie, y de la procedencia más apropiada de esa especie, (Zobel y Talbert, 1988).

Las especies en su proceso de colonización, sufren cambios genéticos que les permiten adaptarse a las distintas condiciones de clima y suelo. Estas alteraciones genéticas permiten que material de la misma especie proveniente de sitios distintos (procedencias), responda en forma distinta cuando se planta, bajo condiciones uniformes de clima y suelo. Por tanto el objetivo de los ensayos de procedencias es cuantificar los patrones de variación que existen dentro de una especie así como identificar la procedencia mejor para ser plantada en una determinada zona.

La base teórica para mejoramiento genético y la selección de árboles se puede representar con la formula simple:

$$\text{Fenotipo} = \text{genotipo} + \text{ambiente}$$

Es decir que las características visibles de un árbol son el resultado del componente heredable (genético) y el ambiente en el cual crece el árbol. El éxito de la selección que se aplique dependerá del grado en el cual la característica seleccionada, (por ejemplo fuste recto), sea controlada por el componente genético. Este grado de herencia se conoce como **heredabilidad** (H o h^2) y matemáticamente, en su forma más simple se define como:

$$H = \frac{\text{varianza genotípica}}{\text{varianza fenotípica}}$$

La **ganancia** (G) que se obtiene en el proceso de selección aplicado depende de dos factores a) heredabilidad y b) la selección diferencial (S); esta ganancia se puede representar matemáticamente así:

$$G = h^2 * S$$

La **selección diferencial** (S) (Figura 2) depende de los siguientes dos factores a) la intensidad con que se realiza la selección de los árboles para semilla dentro del rodal (i) y b) (V_f) el grado de variación que muestra la característica deseada en la población :

$$G = i * h^2 * V_f$$

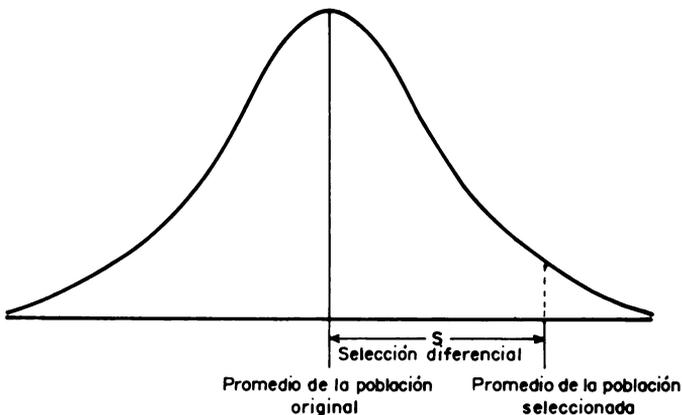


Figura 2. La selección diferencial es la diferencia entre la media de la población original y la media de la población seleccionada.

Fuente: Zobel, y Talbert, J. 1988.

De ahí que resulte obvio que las descendencias que se obtienen de los padres seleccionados no podrán superar el promedio que muestran los padres. Las posibilidades de aumentar en forma significativa y en forma rápida la producción, serán bajas si la población que se utiliza como base presenta poca variación genética.

Como se puede ver en la Figura 3, el proceso típico de mejoramiento genético forestal es complejo y comparativamente lento. Por ejemplo la identificación de la mejor o mejores fuentes de semilla para cada especie puede requerir de cinco a diez años para especies tropicales, sin embargo, es usual que la necesidad de semilla sea inmediata. Por lo tanto la estrategia que se adopte dependerá en parte de:

- la urgencia y del grado de mejoramiento que se quiera para la especie,
- la tasa de crecimiento que es propia de la especie en estudio,
- el uso que se vaya a dar al material,
- el grado de variabilidad y heredabilidad de los caracteres que se quieren mejorar,
- la disponibilidad de recursos económicos y humanos.

Es necesario entender que no es posible aplicar la misma estrategia en todos los casos. Para información sobre programas detallados de mejoramiento genético forestal, se recomienda consultar las publicaciones "Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales, por Zobel y Talbert" (1988), y "Mejora genética forestal de la FAO (1980).

Los rodales semilleros ofrecen una salida rápida pero temporal para las especies de mayor importancia en el área centroamericana, mientras se desarrolla un programa de mejoramiento genético que garantice la producción de material de calidad genética superior, pero a más largo plazo. Para especies de poco valor comercial no se justifica un programa complejo de mejoramiento. En este caso el rodal semillero ofrece la posibilidad de asegurar la disponibilidad de semilla de calidad genética aceptable.

Por lo tanto es importante reconocer la ubicación y papel de los rodales semilleros dentro de un proceso de mejoramiento. También es importante dejar claro el significado de rodal semillero y huerto semillero.

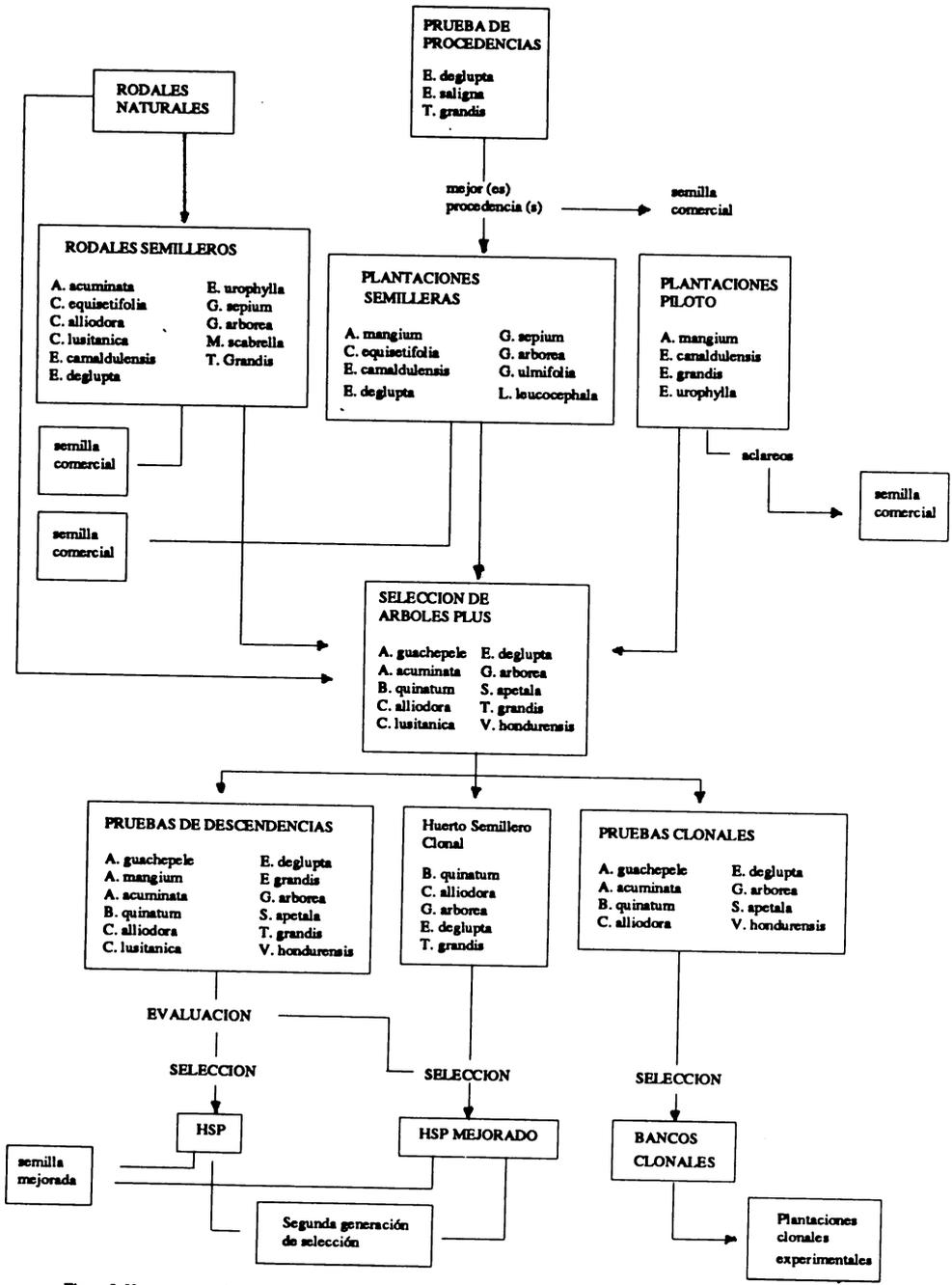


Figura 3. Una estrategia de mejoramiento genético forestal para algunas especies prioritarias de América Central. (F. Mesén).

a) Rodal semillero

Se refiere a plantaciones o rodales naturales, principalmente de una sola especie, que por presentar características deseables en cuanto a crecimiento, forma de los árboles y sanidad son seleccionados y manejados para producción de semillas. El manejo a que son sometidos busca mejorar la calidad genética del material y aumentar la producción de semillas en el menor tiempo posible (Figura 4). El rodal semillero pretende a) satisfacer las necesidades inmediatas de semilla, b) mejorar la calidad genética de las mismas, c) reducir los costos de recolección y d) conseguir una fuente de producción de semilla confiable.



Figura 4. Rodal semillero de *Gmelina arborea* en Hojancha, Costa Rica.
(Foto: D. Boshier).

b) Huerto semillero

Es una plantación que ha sido establecida con material genéticamente superior en un lugar aislado para reducir al mínimo los riesgos de polinización con fuentes extrañas y genéticamente inferiores. Se maneja en forma intensiva para producir cosechas de semilla abundantes, de fácil recolección y alta calidad genética (Figura 5). Se establece con material clonal (injertos o estacas enraizadas) o utilizando descendencias de árboles previamente seleccionados por sus características deseadas, (Zobel, *et al* 1958).

Es muy importante comprender la diferencia entre rodales semilleros y huertos semilleros, ya que la intensidad de selección de árboles para establecer el rodal semillero es mucho menos intensiva (1: > 10); o sea, que no es tan exigente en comparación con el huerto semillero (1: > 1,000) donde está segura que han sido seleccionados los árboles mejores. Por lo tanto, comparativamente, el valor genético del rodal semillero es más reducido. Aunque hay poca información disponible sobre el grado de ganancia genética que se obtiene cuando se utiliza material de rodales semilleros, se estima una ganancia de más de 6 por ciento para *dap* y más de 25 por ciento para rectitud del fuste en *Pinus radiata* en Nueva Zelanda (Shelbourne, 1969); más de 25 por ciento para *dap* en *Cupressus lusitanica* en Kenia (Dyson, 1969), y más de 6 por ciento para volumen en *P. sylvestris* en Finlandia (Oskarsson, 1971). Aproximadamente la mitad de la ganancia que se obtiene proviene de la selección del rodal a intervenir, y la otra mitad de la selección de los árboles dentro del rodal (Willan, 1984), de ahí que es muy importante seleccionar las plantaciones mejores.

Tomando el esquema de Jones y Burley (1973), los rodales semilleros se pueden agrupar en tres clases, (Keiding, 1975):

- a) Rodales semilleros en bosque natural o en la zona de distribución natural.
- b) Rodales semilleros en plantaciones con especies exóticas y nativas.
- c) Rodales semilleros en unidades experimentales con especies exóticas

Es posible utilizar las tres clases en América Central. Así por ejemplo, en la clase a) se pueden ubicar rodales de coníferas como *C. lusitanica*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. oocarpa*, *P. tecunumanii* y latifoliadas como *C. alliodora*, *Gliricidia sepium*, *L. leucocephala*. Estas son algunas especies nativas que predominan en bosques naturales monoespecíficos. Establecer rodales semilleros para algunas latifoliadas de escasa ocurrencia natural como *P. quinata*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, etc., resulta imposible, dado que en la mayoría de los casos estas especies se presentan en mezclas con otras especies o como árboles aislados. Bajo estas condiciones es necesario recurrir al establecimiento de plantaciones con material selecto y luego proceder a su manejo como rodales semilleros de procedencias selectas.



Figura 5. Huerto semillero de *Tectona grandis* en Tailandia.
(Foto: R. Salazar).

A la clase b) corresponden plantaciones de especies como *P. quinata*, *Casuarina equisetifolia*, *C. alliodora*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. deglupta*, *E. deglupta*, *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, especies introducidas y nativas que han sido probadas y se plantan a escala pequeña o mediana. Es importante mencionar que en la región es frecuente encontrar especies ampliamente diseminadas a partir de una o dos introducciones (Ej. *E. deglupta* de Turrialba, Costa Rica, *E. camaldulensis*, de Nicaragua y *T. grandis*, de Summit Gardens, Panamá). En estos casos no debe olvidarse que, la reducción de la base genética del material que va a ser utilizado para desarrollar plantaciones a escala mayor, puede convertirse a mediano o largo plazo, en un problema grave, principalmente por el riesgo al ataque de plagas o enfermedades. Hay que asegurar que las introducciones se hagan con material que tenga una base genética suficientemente amplia, para permitir aplicar la selección en el futuro. Se recomiendan rodales establecidos con semillas provenientes de por lo menos 20 árboles. Cinco sería un mínimo aceptable como fuente temporal de semillas.

La clase c) se puede subdividir en:

- a) parcelas pequeñas de especies que muestren comportamiento satisfactorio en ensayos como *Acacia mangium*, *Araucaria hunsteinii*, *Azadirachta indica*, *Cassia siamea*, *E. globulus*, *Terminalia ivorensis*, etc.,
- b) parcelas pequeñas de procedencias sobresalientes en ensayos.

Para estas especies, hasta que no se cuente con rodales de dimensiones mayores, será necesario recurrir temporalmente a dichas parcelas experimentales, convirtiéndolas en rodales semilleros. Sin embargo, esto se debe hacer con mucho cuidado para asegurar que el número final de árboles semilleros en la parcela no sea menor de 25, y que no haya otra especie/procedencia cercana que puede hibridar con los árboles de la parcela de la especie/procedencia a recolectar.

La utilización de ensayos de procedencias como rodales semilleros es aún más problemática y se permite sólo cuando: a) no hay otras fuentes, b) las diferencias entre árboles son mayores que las diferencias entre procedencias, y no hay evidencia de la existencia de ecotipos, c) se deja en el rodal como árboles semilleros solamente los árboles mejores en las procedencias mejores.

En el capítulo siguiente se discuten en detalle los procedimientos necesarios para instalar y manejar rodales semilleros para las condiciones particulares de los países de América Central, y se ofrecen ejemplos para coníferas y latifoliadas maderables y para una especie de porte menor no maderable.

5. IDENTIFICACION Y SELECCION DE RODALES SEMILLEROS

Los siguientes son los pasos generales para identificar y seleccionar rodales semilleros para cada especie :

- a- diagnóstico preliminar de la situación de cada especie de interés para conocer necesidades actuales y futuras de semilla a nivel nacional y regional; programas actuales y futuros de reforestación; y posibilidades de exportación,
- b- reconocimiento e inventario de los rodales a nivel nacional,
- c- selección entre los rodales inventariados,
- d- selección dentro de rodales y manejo.

Los detalles en cada paso pueden variar dependiendo de la especie, área disponible, demanda de semilla, e historia de la introducción de la especie. En algunos casos se pueden combinar u omitir pasos; por ejemplo cuando el diagnóstico preliminar revela que en el país hay un solo rodal apto disponible. Un ejemplo del proceso total se muestra en la Figura 6. A continuación se describe cada paso.

5.1 Definir la importancia de la especie a nivel nacional

Como primer paso hay que determinar qué tanta importancia tiene la especie para el país y para la región; así como para estar seguro de la necesidad de tener fuentes de semilla de la especie, ya que ésta puede estar siendo producida por otro país. También es muy importante definir que cantidad de semilla será necesaria, para determinar las de creación de rodales semilleros.

5.2 Diagnóstico preliminar de la situación para cada especie

Es necesario hacer el reconocimiento de la situación para la especie de interés a nivel del país y de la región. Hay que estratificar por regiones geográficas o regiones ecológicas la o las posibles poblaciones existentes. Hay que definir un área geográfica a la cual circunscribir la selección de los rodales. Para esto es necesario buscar información sobre el origen del material introducido, amplitud de la base genética de dicho material, y comportamiento de las distintas fuentes de semilla en sitios diferentes. Esta información puede provenir de resultados de pruebas de procedencias o diferentes introducciones aisladas en el país o de otras partes del mundo con un clima parecido. Si existe alguna división clara en el comportamiento de la especie con respecto a clima o zonas altitudinales hay que planificar rodales semilleros para cada zona.

Es muy importante que cada país de la región haga una estimación a mediano y a largo plazo de las áreas que pretende reforestar con las distintas especies. Es prudente sobreestimar por lo menos en un 30 por ciento las necesidades actuales de semilla (Zobel y Talbert, 1988) dado que, a) las áreas a reforestar aumentan, b) los viveros no aprovechan bien la semilla que se supe, y c) la producción de semilla varía de año en año y es necesario contar con una reserva para los años de mala producción. Para hacer una estimación se debe:

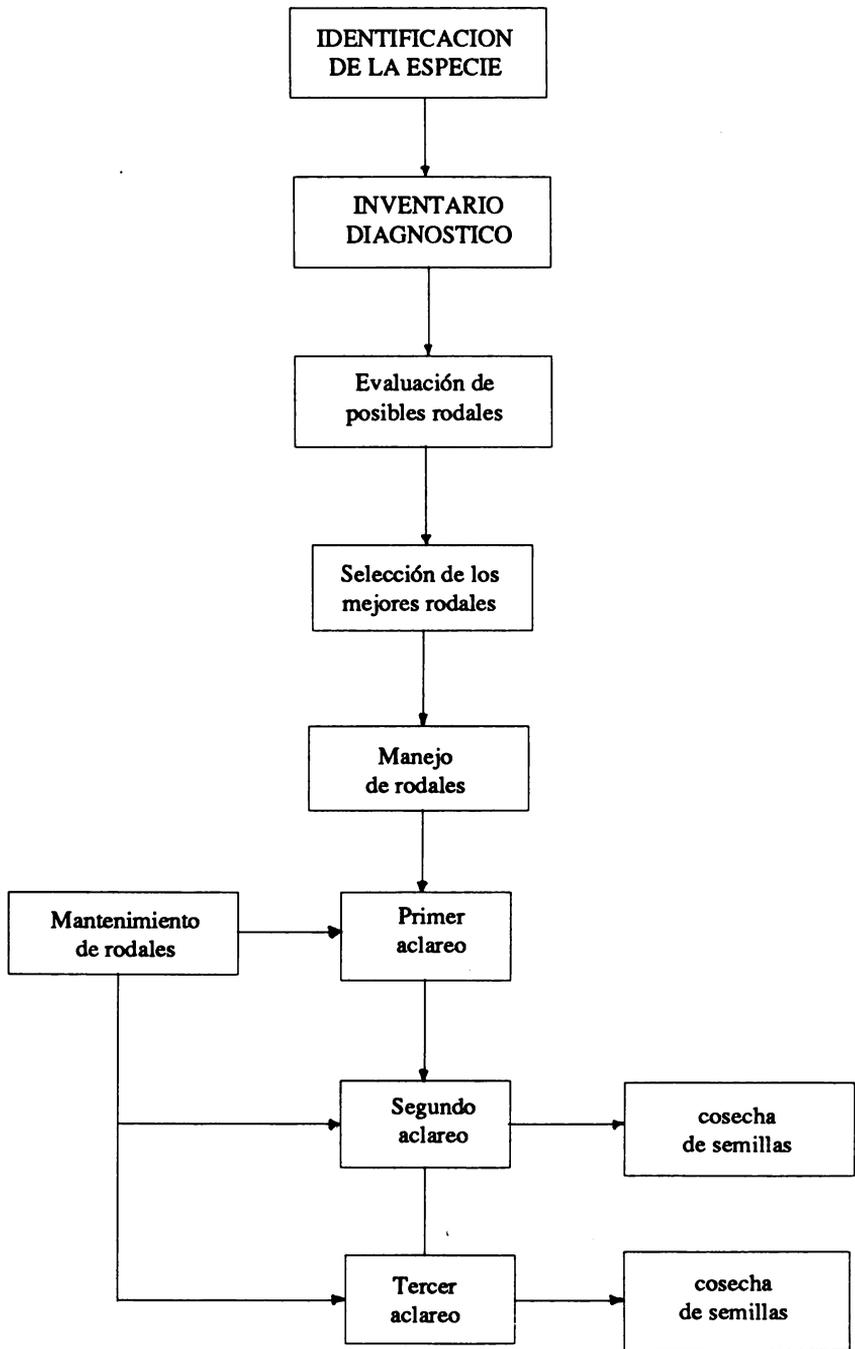


Figura 6. Proceso para establecer y manejar un rodal semillero.

- calcular el consumo de semillas en años anteriores recientes,
- estimar la demanda de semillas en el futuro inmediato con base en los programas de plantaciones,
- conocer cual es la producción de semilla esperada por árbol y por unidad de superficie,
- determinar si la producción de semillas es constante todos los años,
- considerar otras fuentes, aparte de los posibles rodales semilleros que se espera puedan contribuir a la producción de semillas (importación, huertos semilleros).

Si el reconocimiento revela que el material ya introducido en el país no es de una procedencia de buen comportamiento, se debe importar semilla de una procedencia de reconocido buen comportamiento y de un agente confiable. Aunque a veces parece alto el costo de semilla, éste es mínimo al compararlo con el costo total involucrado en reforestación. Por ejemplo 1 kg de *P. caribaea var hondurensis* tiene aproximadamente 42000 semillas, si compra semilla mejorada a \$400/kg el costo por planta sería de \$0.00059, como se ve, la diferencia es mínima comparada con el beneficio que obtendrá. Es un ahorro equivocado comprar semilla barata de calidad mala cuando la plantación que resulta es poco productiva.

Como se mencionó en la Sección 4 si la introducción original de la especie procede de menos de cinco árboles, ésta no es apropiada como fuente de semillas, y se debe recurrir a la importación de nuevo material para establecer rodales semilleros. Si la introducción original procedió de entre 5-20 árboles, se puede utilizar para rodales semilleros en forma temporal, pero hay que hacer introducciones nuevas para aumentar la base genética.

A manera de ejemplo de como estimar el área que debe ser dedicada a rodales semilleros, a continuación se presentan los cálculos para estimar el área de rodal semillero necesaria para *C. lusitanica* en Costa Rica, (Quirós, 1988).

Distribuidores de semillas	kg de semilla por año
Banco de semillas forestales, DGF, Costa Rica	12
Banco Latinoamericano de Semillas Forestales, CATIE, Costa Rica	10
Producción por particulares en Costa Rica	15
TOTAL ANUAL	37
TOTAL consumido por año más 30% de sobrestimación para un total de 1200 ha aproximadamente.	48.1

Si se asume una producción anual por árbol de 0,5 kg (Quirós, 1988), y una densidad final de 100 árboles por hectárea, el área de rodales semilleros requerida se puede estimar como sigue:

$$\text{Area} = 48.1 \times 1/(100 \times 0.5) = 0.96 \text{ ha de rodal semillero requerida}$$

Otro criterio para definir el área necesaria de rodales semilleros es con base en la superficie anual por reforestar. Si se asume como meta una tasa anual de repoblación con ciprés de 2000 ha, y se considera:

Número de semillas por kg (S)	= 200.000
Proporción de germinación (G)	= 0.20
Proporción de pérdidas por repique (Pr)	= 0.15
Proporción de pérdidas en el bancal (Pb)	= 0.05
Proporción de selección en el vivero (Sv)	= 0.10
Proporción de resiembra en el campo (R)	= 0.10
Densidad de plantación (N)	= 1600 árboles /ha

Area reforestada/kg de semilla:

$$= (200000 \times 0.2) \times (1 - Pr)(1 - Pb)(1 - Sv)(1 - R) \times 1/N = 16.35 \text{ ha/kg}$$

Area de rodales semilleros requerida:

$$= 2000 \times 1/(16.35 \times 100 \times 0.5) = 2.44 \text{ ha}$$

Las áreas estimadas por los dos métodos difieren, pues parten de criterios diferentes. Sin embargo permiten fijar límites para las áreas necesarias a establecerse como rodales semilleros.

Para facilitar la estimación del área que debe ser sometida a la producción de semillas, el Cuadro 2 presenta una estimación de la producción de semillas por kilogramo y la fecha aproximada de recolección para algunas especies de importancia para la región.

Cuadro 2. Información sobre la producción de semillas para algunas especies forestales

Especies	Semillas * por árbol por año (kg) (Limpia)	Semillas * por kg (miles)	Epoca de recolección aproximada en América Central
<i>Acacia mangium</i>	0.20-0.40	60-110	feb-mar
<i>Azadirachta indica</i>		4000	may-jun
<i>Bombacopsis quinatum</i>	0.02-0.10	28-40	mar-abr
<i>Caesalpinia velutina</i>		500-600	nov-ene
<i>Casuarina cunninghamiana</i>		1.000.000	ene-mar
<i>C. equisetifolia</i>		900000	mar-may
<i>Cordia alliodora</i>	0.30-2.00	50-80	mar-may
<i>Cupressus lusitanica</i>	0.50	200-250	nov-ene
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.10-0.50	430-500	feb-apr
<i>E. deglupta</i>	0.10-0.70	3000-4500	jul-set
<i>E. globulus</i>		450-500	feb-mar
<i>E. grandis</i>	0.10-0.50	650-700	dic-abr
<i>E. saligna</i>	0.10-0.40	450-500	mar-may
<i>Leucaena diversifolia</i>	0.10-0.40	15-20	feb-abr
<i>L. leucocephala</i>	0.10-0.40	15-20	feb-abr
<i>Gliricidia sepium</i>	0.10-0.50	7-8	feb-abr
<i>Gmelina arborea</i>	0.50-2.00	0.7-1.2	mar-jul
<i>Guazuma ulmifolia</i>		140-210	dic-feb
<i>Pinus caribaea var hondurensis</i>	0.25-0.50	40-60	may-jul
<i>P. oocarpa</i>	0.25-0.50	43-68	mar-may
<i>P. tecunumanii</i>	0.20-0.10	60-80	mar-may
<i>Tectona grandis</i>	2.00	0.7-0.1	nov-ene

* Es necesario recordar que el tamaño de la semilla varía entre procedencias, entre árboles y de año en año. Datos estimados.

5.3 Reconocimiento e inventario de los rodales

Al terminar el diagnóstico preliminar hay que iniciar el reconocimiento de las plantaciones existentes en el país. Es muy importante obtener información más detallada sobre las características edáficas y climáticas de sitio, donde se localizan los rodales semilleros, origen de la semilla, calidad reproductiva del rodal, rasgos fenotípicos cuantitativos y cualitativos determinantes, aislamiento, accesibilidad y área posible. Esta información facilitará al final hacer la comparación con otros rodales para priorizar y seleccionar los más aptos, y descartar aquellos que no satisfacen las exigencias mínimas. Esta información también se utiliza para calcular las intensidades de raleo, los cambios en densidad y calidad fenotípica después de efectuar el raleo. Las cercas vivas por lo general no cumplen con los requisitos para ser utilizadas como rodales debido a:

- falta de información sobre su base genética y la probabilidad que ésta sea muy reducida,
- al efecto de la pérdida de deformación del fuste provocado por el manejo en algunas especies de interés para aserrío (ej.: *E. quinatum*)

A continuación se describen los factores principales que se deben evaluar durante el inventario, para seleccionar entre rodales.

5.3.1 Calidad fenotípica.

Con base en las necesidades del producto final hay que considerar la tasa de crecimiento, la forma del árbol y la calidad del producto (rectitud, ramificación, conicidad, producción de forraje, etc.) y seleccionar en el rodal los individuos que reúnan las mejores características. Hay que recordar que en un árbol se presenta una combinación de rasgos de distinta calidad. La calidad excelente de un rasgo dado puede manifestarse junto a otra calidad no tan deseable de otro rasgo. Por lo tanto es necesario evaluar en forma integral la manera en que se combinan los rasgos deseados de un árbol determinado, así como la proporción con que aparecen en el rodal árboles con patrones de combinación similares.

No es posible describir un árbol ideal para todas las especies. Se sabe que las especies presentan distintos hábitos de crecimiento y los productos finales también son distintos; por ejemplo el tipo de árbol deseado para melina es distinto al pino, leucaena y guácimo. Sin embargo, es posible agrupar las especies por hábitos de crecimiento y productos deseados y dar ejemplos de selección para cada grupo, como se explica a continuación:

- madera para aserrío: requiere fustes rectos, cilíndricos, factor de conicidad bajo, sin bifurcaciones bajas, sin gambas y con ramas delgadas y en posición horizontal,

- postes para electrificación: requieren fustes rectos, cilíndricos sin bifurcaciones bajas, con buena autopoda y/o con ramas delgadas,
- postes para cerca y construcción rural: requiere fustes rectos y preferiblemente sin bifurcaciones bajas. En este caso la ramificación no es tan importante,
- producción de leña: la forma del fuste y el sistema de ramificación no son de tanta importancia, aquí interesa el rendimiento total de biomasa,
- producción de forraje: no interesa la forma del árbol, es importante la capacidad de rebrote, el alto contenido de nutrientes.

A continuación se dan ejemplos de criterios que se han utilizado para calificar la calidad fenotípica de árboles dentro de los rodales para tres especies (*C. lusitanica*, *G. arborea*, *G. sepium*), con características de crecimiento y productos distintos. Aunque cada especie tiene sus propias características y hay muchas formas de clasificar los árboles, estos ejemplos dan los criterios que se pueden utilizar y cómo integrarlos para que luego se puedan seleccionar los rodales a manejar.

C. lusitanica. (Adaptado de Quirós, 1988)

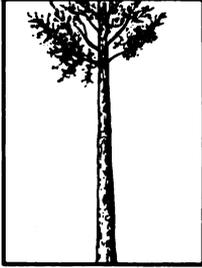
Esta especie es utilizada para la producción de madera de aserrío y como tal es necesario seleccionar árboles con el fuste recto en toda su longitud, sin bifurcaciones, ni torcedura basal, sin curvaturas repetidas o sinuosidad. Debe estar libre de estrías o acanaladuras y sin corteza espiral. Cuando la corteza se presenta en forma espiralada, es importante hacer un cuidadoso examen de la madera para determinar si ésta contiene también grano en forma espiralada ya que ésta es una característica indeseable. Se han observado árboles con madera de grano recto mientras que la corteza era espiralada, (Dyson, 1969). La autopoda es un rasgo deseable, aunque en ciprés no ocurre y es necesario practicar podas artificiales oportunas, pues las ramas, aún muertas permanecen adheridas al fuste por tiempo largo. Ramas delgadas y regularmente distribuidas son mejores que ramas gruesas esparcidas de manera irregular a lo largo del fuste, para reducir el grado de defectos en la madera. Es deseable que el ángulo de ramificación tienda a ser lo más horizontal posible, (Dyson, 1969).

Con base en estas consideraciones, en el inventario de los posibles rodales semilleros de ciprés se evalúan las siguientes características:

- rectitud del fuste
- grosor de ramas
- ángulo de inserción de ramas
- presencia de bifurcaciones
- presencia de grano en espiral.

Para evaluar cada característica hay que elaborar una clasificación subjetiva, que permita valorar los árboles en forma rápida y consistente. A continuación, se dan las categorías de clasificación desarrolladas por Quirós (1988), (Figura 7):

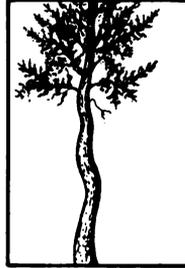
A. Forma del fuste



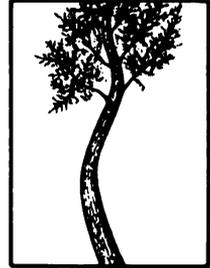
1. RECTO



2. LIGERAMENTE



3. TORCIDO

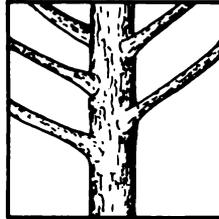


4. MUY TORCIDO

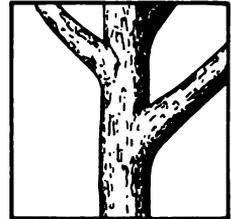
B. Grosor de ramas



1. DELGADAS

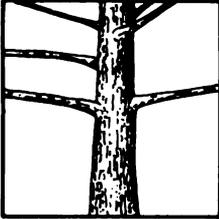


2. MEDIANAS

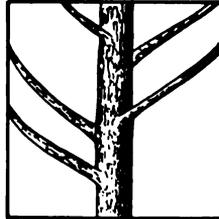


3. GRUESAS

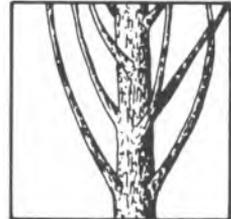
C. Ángulo de las ramas



1. RECTO

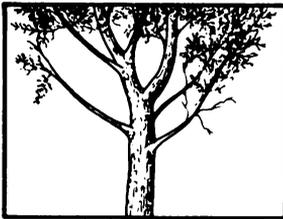


2. NORMAL



3. AGUDO

D. Bifurcaciones



E. Grano en espiral

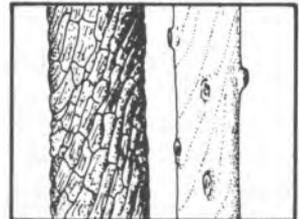


Figura 7. Rasgos morfológicos más comunes en *C. lusitanica*: A. rectitud del fuste, B. grosor de ramas, C. ángulo de insición ramas-fuste, D. bifurcación y E. grano en espiral. (R. Quirós).

Rectitud del fuste:

- 1- Fuste recto,
- 2- Ligeramente torcido: Árboles con ligeras desviaciones causadas por curvatura basal, sinuosidad, curvatura o torceduras. Estos árboles podrían quedar como remanentes después de un raleo selectivo inicial, para ser eliminados en los raleos de refinamiento.
- 3- Torcido: Árboles que manifiestan en manera más severa los defectos mencionados en la categoría 2. La falta de rectitud en estos fustes justifica su extracción desde el primer raleo.
- 4- Muy torcido: Árboles que presentan severas torceduras repetidas o combinación de los otros defectos mencionados, deben desaparecer en el primer aclareo.

Grosor de ramas (a partir de la copa viva):

- 1- Ramas delgadas: Menos de $1/4$ del grosor del fuste en el punto de inserción
- 2- Ramas medianas: Entre $1/4$ y $1/2$ del grosor del fuste en el punto de inserción
- 3- Ramas gruesas: Más de la mitad del grosor del fuste en el punto de inserción

Angulo de inserción de ramas (a partir de la copa viva):

- 1- Recto Salida de las ramas más o menos horizontal, formando un ángulo recto o casi recto con respecto al fuste.
- 2- Normal Ángulo de salida ligeramente inclinado, menos de 30 grados.
- 3- Agudo Ángulo de salida agudo y fuertemente ascendente.

Bifurcaciones: Presencia o ausencia. Se elimina cualquier árbol bifurcado.

Grano espiral: Presencia o ausencia. Se elimina el que tenga grano en espiral.

Con base en las categorías anteriormente definidas para los cinco rasgos morfológicos en estudio, resultan un total de 144 posibles combinaciones de rasgos. El manejo de tal cantidad de tipos de árbol no es práctico y, por lo tanto es preciso clasificar estas combinaciones observadas según su importancia con respecto a los propósitos de producción. En el Cuadro 3 se agrupan algunas de las diferentes combinaciones de rasgos en cinco categorías de árboles: excelente, buena, regular, mala y muy mala. Se puede observar que se da mayor importancia a la rectitud del fuste y la ausencia de bifurcaciones. El siguiente diagrama ayuda a interpretar el significado de cada dígito de las combinaciones:

Por ejemplo, la combinación de los rasgos de un árbol excelente, que tiene fuste recto, ramas delgadas, ángulo de inserción de ramas horizontal, no tiene bifurcaciones y el grano es recto es 11100. La Figura 8 muestra una plantación de ciprés en proceso para convertirla en rodal semillero.

CODIGOS Y RASGOS MORFOLOGICOS

11100	RECTITUD DEL FUSTE	1 - Recta
		2 - Ligeramente torcida
		3 - Torcida
		4 - Muy torcida
	ANGULO DE RAMIFICACION	1 - Recto
	2 - Normal	
	3 - Agudo	
GRANO EN ESPIRAL	0 - Ausente	
	1 - Presente	
BIFURCACIONES	0 - Ausente	
	1 - Presente	
GROSOR DE RAMAS	1 - Delgadas	
	2 - Mediana	
	3 - Gruesas	



Figura 8. Rodal natural de *Cupressus lisitanica* bajo manejo para rodal semillero en Guatemala.

Cuadro 3: Clasificación de árboles de *C. lusitanica* con base en cinco características de forma.

Clase	Descripción	Combinación de rasgos
EXCELENTE	-Árboles rectos con ramas delgadas o medianas y ángulos de inserción horizontales o normales excentos de bifurcaciones o grano en espiral	11100 12100
		11200 12200
BUENA	-Tolera individuos con una de las siguientes condiciones: -Ramificación gruesa -Angulo de inserción agudo -Grano en espiral siempre que en los restantes rasgos cumpla con las restricciones de la clase anterior.	11101 11201 21100 21200 12101 12300 22100 22200 13100 13200 11300 12201
		11110 12210 21101 21201 31100 32100 11210 12301 22101 22300 31200 32200 11301 13101 23100 23200 12110 13201 21300 22201 13300
		11111 12310 21110 23101 31101 33100
		11211 12311 21210 23201 31201 33200
		11310 13110 21301 23300 31300 32300 12111 13210 22110 22210 32101 12211 13301 22210 22301 32201
MALA	-Incluye: -Árboles rectos y bifurcados -Árboles ligeramente torcidos y bifurcados -Árboles torcidos más una de las condiciones apuntadas en clase buena	11111 12310 21110 23101 31101 33100
		11211 12311 21210 23201 31201 33200
		11310 13110 21301 23300 31300 32300
		12111 13210 22110 22210 32101
		12211 13301 22210 22301 32201
MUY MALA	-Individuos con condiciones de forma peores a las de las clases anteriores.	

Hasta este punto se ha dado una herramienta que permitirá por medio del inventario, calificar fenotípicamente los posibles rodales de ciprés. La selección de los rodales mejores se hacen con base en el porcentaje de árboles ubicados en las clases “Excelente” y “Buena” (sección 5.3). No se presta mayor atención a las restantes clases, pues los árboles de éstas serán removidos durante el proceso de manejo.

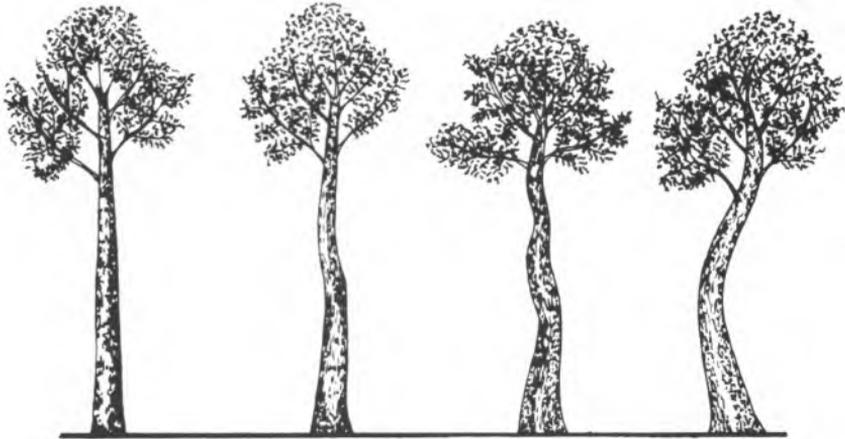
Gmelina arborea

En Costa Rica *G. arborea* ha sido establecida con éxito en plantaciones comerciales y por agricultores en parcelas pequeñas. La especie es utilizada para la producción de pulpa de fibra corta, madera para aserrío, como madera rolliza para construcciones rurales, y para muebles. Por lo tanto son deseables los árboles rectos sin bifurcaciones y ramas delgadas con buena capacidad de autopoda. Para esta especie se describe otra alternativa para calificar los árboles semilleros. Por su hábito de crecimiento, y como para muchas latifoliadas, la especie tiene tendencia a bifurcarse. Son pocos los árboles no bifurcados, por lo que no se puede evaluar los árboles simplemente con base en presencia o ausencia de bifurcaciones como para el ciprés que presenta poca tendencia. Para *G. arborea* hay que tomar en cuenta el tipo de la bifurcación y la altura a la cual ésta ocurre. Como se ve en la Figura 9, *G. arborea* muestra varias clases de bifurcaciones debido a la tendencia a perder la dominancia del eje principal. Esto se puede deber al daño físico del eje, o porque dos ramas laterales toman la dominancia apical, provocando el estancamiento y la muerte del eje principal.

Un sistema práctico para evaluar árboles de *G. arborea* considera las siguientes características, (adaptado de Barquero, 1985, Lauridsen *et al*, 1987).

<u>Parámetro</u>	<u>Clasificación</u>	<u>Puntaje</u>
Forma	Recto	6
	Ligeramente torcido	4
	Torcido	2
	Muy torcido	1
Altura de bifurcación	No bifurcado	6
	Bifurcado en el 1/3 superior	4
	Bifurcado en el 1/3 medio	2
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1
Dominancia del eje principal	Dominancia completa del eje inicial	2
	Dominancia parcial del eje inicial sobre una rama lateral	1
	Dominancia completa de las ramas laterales	0

RECTITUD DEL FUSTE



BIFURCACION

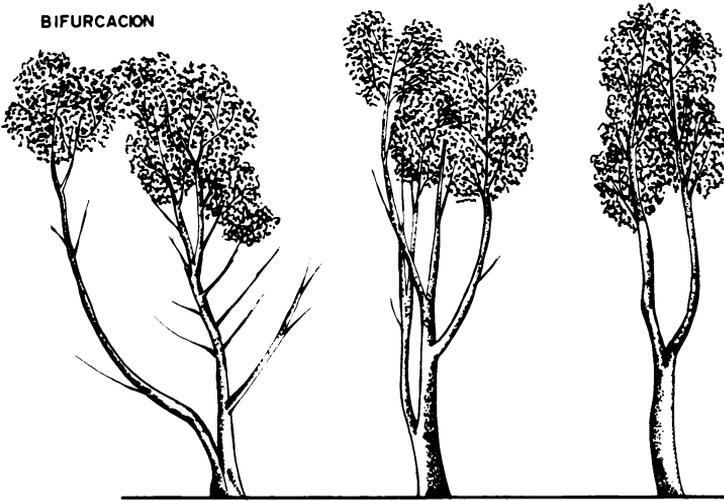


Figura 9. Algunas características morfológicas que predominan en *Gmelina arborea*.

De igual forma como para el ciprés, en melina es posible combinar los rasgos anteriores para describir cinco categorías de árboles:

–excelente (14 puntos)	se conservan como árboles semilleros
–buena (10-12 puntos)	se conservan como árboles semilleros
–regular (9 puntos)	se eliminan del rodal
–mala (8 puntos)	se eliminan del rodal
–muy mala (<7 puntos)	se eliminan del rodal

G. sepium

Esta especie de uso múltiple está siendo cultivada en muchos países tropicales y subtropicales para producción de leña, carbón, puntales para agricultura, madera para productos menores, mangos para herramientas, forraje y producción de biogas. El árbol es de porte bajo, el fuste usualmente es torcido y se bifurca a varias alturas, las ramas son generalmente delgadas y presenta autopoda.

Para seleccionar los rodales mejores para producción de semillas es importante considerar básicamente el aspecto y el vigor del rodal, y no la forma de los árboles. Dentro de las características de aspecto y vigor considere:

- que el árbol muestre buen crecimiento en dap y altura,
- que en términos generales se muestre vigoroso,
- que haya buena producción de semillas y que esté libre de plagas y enfermedades.

Con base en los usos y características anteriormente descritos, la selección de individuos dentro del rodal para producción de semillas de mejor calidad genética es sencilla. Las características que deben ser consideradas para seleccionar los árboles semilleros son:

1. Árboles vigorosos y dominantes con copa bien desarrollada.
2. Árboles con fuste recto y sin bifurcaciones en los primeros 2.0 m de altura.
3. Árboles completamente libres de plagas y enfermedades.

Como la clasificación es sencilla, es muy importante que la selección de los árboles se ajuste adecuadamente a las tres características descritas.

En términos generales y con base en estos criterios de selección descritos para *C. lusitanica*, *G. arborea* y *G. sepium* es factible calificar algunas de las especies prioritarias del Proyecto Madeleña. El Cuadro 4 muestra esta agrupación.

Cuadro 4. Especies que pueden ser calificadas por los criterios ya definidos para *C. lusitanica*, *G. arborea* y *G. sepium*.

Los criterios para	Especies
<i>C. lusitanica</i>	<p><i>P. caribaea</i> <i>P. oocarpa</i> <i>P. tecunumania</i> <i>C. equisetifolia</i> <i>C. cunninghamiana</i></p>
<i>G. arborea</i>	<p><i>T. grandis</i> <i>A. mangium</i> <i>E. deglupta</i> <i>E. camaldulensis</i> <i>C. alliodora</i> <i>B. quinatum</i></p>
<i>G. sepium</i>	<p><i>L. leucocephala</i> <i>G. sepium</i> <i>G. ulmifolia</i> <i>C. velutina</i></p>

5.3.2 Inventario

Para evaluar la calidad fenotípica de los posibles rodales semilleros, hay que hacer uso de algún sistema como los ya descritos en el punto 5.3.1 y establecer parcelas temporales para valorarlo. Si el rodal es muy pequeño (25 a 40 árboles), hay que medir todos los árboles sin considerar los árboles del borde. Si el rodal es más grande, establezca según el tamaño una o más parcelas temporales de 25 a 36 árboles (la intensidad aproximada de muestreo es de una parcela por hectárea). Si el rodal muestra variación en algunas características

de sitio (Ej. pendiente, suelo) hay que ubicar parcelas en cada condición. Si el sitio es homogéneo la distribución de las parcelas debe ser al azar. Estas parcelas pueden ser de forma cuadrada, rectangular o circular según las condiciones de sitio. La parcela circular es más rápida para establecer, excepto en pendientes fuertes donde es más fácil la parcela rectangular; en este caso coloque el lado más corto paralelo a la pendiente. El tamaño de parcela variará según la densidad actual del rodal. Debe ser suficientemente grande para lograr medir aproximadamente 25 a 40 árboles. Por ejemplo en una plantación no raleada, con espaciamento original de 3 m x 3 m, una parcela circular 9,8 m de radio (área de 300 m²), dará 33 árboles a medir. Obviamente en una plantación de 2.5 m x 2.5 m o 2 m x 2 m parcelas de menor tamaño darán suficientes árboles para medir.

Use el formulario C "Localización e inventario de posibles rodales semilleros" para valorar los posibles rodales semilleros (Ej. Anexo 1). En el dorso del formulario aparecen instrucciones de cómo utilizarlo. El formulario C esta dividido en dos partes principales; la primera resume la información general del rodal sobre localización, procedencia y edad. Debe ser posible identificar el origen de la semilla con base en el diagnóstico descrito en la Sección 5.2 y la información que dé el propietario del rodal o administrador de la finca. La segunda parte reúne información sobre características del rodal en cuanto a su aptitud para ser utilizado como rodal semillero, éstas son discutidas en las secciones 5.3.3, 5.3.4 , 5.3.5 y 5.3.6.

Use el formulario C "Evaluación y selección de rodales semilleros" (Ejemplo 1) para valorar los árboles de cada parcela temporal en el inventario. Cuando hay más de una parcela temporal en un rodal se debe llenar una hoja para cada parcela. La primera y novena columna del formulario se refiere al número del árbol en la parcela, mientras la segunda, tercera, décima y undécima recogen el dap (mm) y la altura total (dm). Las columnas 4-8, 12-16 se utilizan para evaluar las características de forma como en los ejemplos para *C. lusitanica*, *G. arborea* y *G. sepium*.

Con el promedio del dap y la altura total, y la calificación de la forma de cada árbol se puede cuantificar el potencial del rodal para convertirlo o no en rodal semillero.

5.3.3 Importancia de la edad del rodal

El rodal que sea seleccionado para producción de semilla, debe tener la edad suficiente para mostrar las características de interés de los árboles. Hay especies que muestran características indeseables a cierta edad, como por ejemplo algunas procedencias de *E. camaldulensis* y *T. grandis* que se bifurcan después

de alcanzar cierta altura de 5 a 8 m. También es necesario que el rodal muestre potencial para producción de semillas. Por más buena forma que tengan los árboles si no producen semillas, el rodal debe descartarse. El rodal debe ser lo suficientemente joven para producir semilla durante varios años. Por ejemplo para ciprés deben seleccionarse rodales entre 6 y 15 años, para melina entre 6 y 10 años, para teca entre 6 y 15 años, para leucocephala entre 3 y 5 años, para deglupta entre 5 y 8 años, para pochote entre 10 y 20 años.

5.3.4 Area a manejar como rodal semillero

La consideración del área manejada como rodal semillero, debe tomar en cuenta aspectos como la cantidad de semilla requerida a mediano plazo, posible contaminación con fuentes extrañas de polen, posibles efectos de endogamia, y economía de escala.

El área del rodal semillero debe ajustarse a los cálculos de producción y demanda de semilla (Sección 5.2). Según la existencia de plantaciones en el país esto puede implicar que haya necesidad de manejar uno o más rodales.

Hay que evitar la contaminación del rodal semillero con polen de fuentes extrañas a las del rodal, ya que esto reduce la calidad genética de las semillas del rodal manejado.

En zonas donde hay grandes extensiones de una especie, los peligros de contaminación son mayores, y por eso es necesario aumentar el tamaño de los rodales. En Europa Occidental las extensiones mínimas efectivas recomendadas para rodales semilleros oscilan de dos a cinco hectáreas (Matthews, 1964). Sin embargo, estas áreas mínimas que menciona la literatura se refieren a especies plantadas en grandes extensiones, con baja producción de semilla por unidad de área. Como en la región centroamericana por lo general no hay plantaciones grandes los problemas de contaminación son menores, por lo que es posible utilizar rodales más pequeños, en algunas ocasiones de 25 a 40 árboles según las necesidades de semillas.

Hay que considerar parcelas pequeñas, principalmente cuando estas parcelas son las únicas de una especie introducida en la región, para la cual también hay dificultad para importar semillas.

Es importante considerar que los costos por unidad de área manejada aumentan con la reducción del tamaño del rodal, haciendo menos económica la producción de semillas. También el costo de manejar la misma área de rodal es mayor si ésta se encuentra en dos rodales en vez de uno.

5.3.5 Importancia del aislamiento del rodal

Como se mencionó en la sección anterior, es importante asegurar que el rodal esté adecuadamente aislado de fuentes de polen de inferior calidad (Ej.

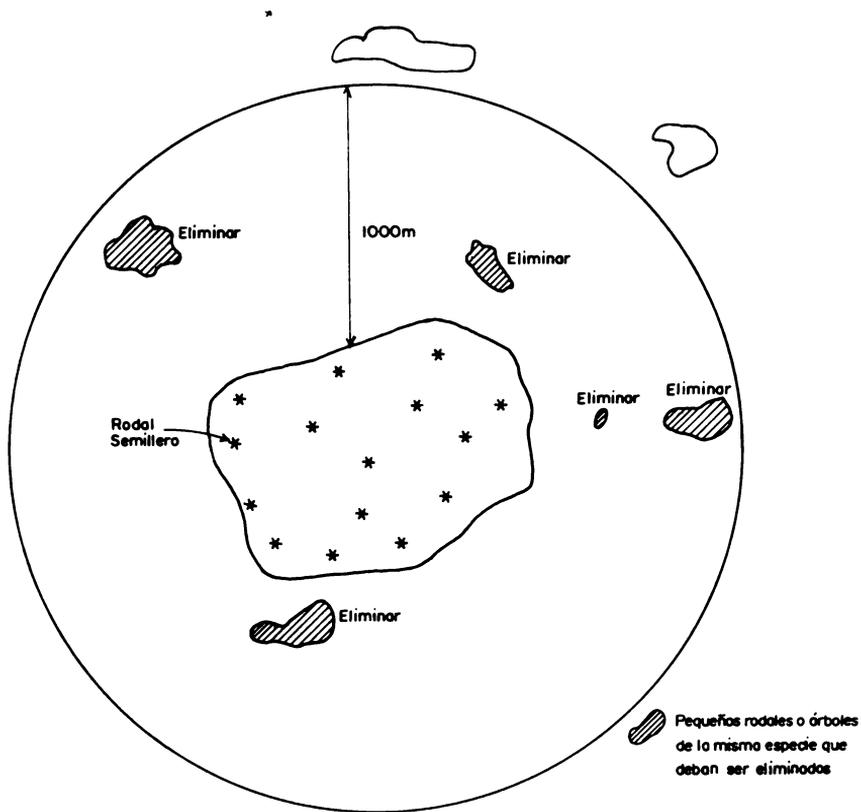


Figura 10. Es conveniente eliminar fuentes de contaminación en un radio de 1000 m alrededor del rodal semillero.

rodales de la misma especie sin manejo) para lograr la ganancia genética deseada. El aislamiento total es un tanto difícil dado que el polen puede ser transportado por el viento o insectos a distancias grandes. La distancia mínima de separación, varía para cada especie dependiendo del método de polinización, y para cada rodal dependiendo de su tamaño, la dirección y velocidad del viento que también juegan un papel muy importante. Como norma se recomienda una separación mínima de 1 km a la redonda. En general dentro de una misma zona, es posible aislar en forma más eficiente los rodales de mayor área y de forma cuadrada; por eso un solo rodal grande es preferible que varios pequeños, (Hughes and Robbins, 1982). Cuando sólo existe la posibilidad de establecer varios rodales pequeños, hay que intervenir las plantaciones vecinas para eliminar los árboles indeseables (Figura 10), o hacer el corte final justo antes de que el rodal semillero entre en producción. Para rodales de especies como *P. quinata* o *G. sepium* que frecuentemente se encuentran en muchas cercas vivas, un aislamiento adecuado sería posible realizando anualmente podas en las cercas para que no haya floración.

Cuando en una plantación grande es posible manejarlos para producción de semillas solamente una parte de ella, hay que definir el “área efectiva de producción” y el “área de barrera para aislamiento”. En estos casos hay que seleccionar el área que cumpla mejor con los requisitos en cuanto a desarrollo, facilidad de manejo, y que esté en la dirección de entrada del viento (Figura 11). Al mismo tiempo se debe establecer una faja periférica de protección (o de aislamiento) entre la sección comercial y el rodal semillero. Dicha faja debe ser intervenida con los mismos criterios que el área para producción de semillas, pero dentro de la faja no se debe recolectar semilla. La faja debe tener un ancho mínimo de 100 m. De esta forma se reduce la contaminación con polen indeseable.

5.3.6 Importancia de la accesibilidad al rodal semillero

Es muy importante asegurar el acceso fácil por vehículo a los rodales para facilitar la ejecución de todas las labores necesarias, desde el establecimiento hasta la recolección de las semillas. Si el acceso es fácil las visitas de inspección podrán ser más frecuentes y los resultados en términos de producción serán mejores. Si el área del rodal lo amerita económicamente es aconsejable mejorar las vías de acceso, para garantizar accesibilidad todo el año. Es conveniente seleccionar rodales en terreno plano, lo cual reduce los costos de mantenimiento y recolección, y permite la mecanización de algunos trabajos, (Hughes and Robbins, 1982). Si hay problemas fuertes de accesibilidad principalmente durante la época de cosecha, o no hay seguridad de que el propietario lo proteja por varios años, es mejor no considerarlo como rodal semillero, aunque los árboles muestran buenas características.

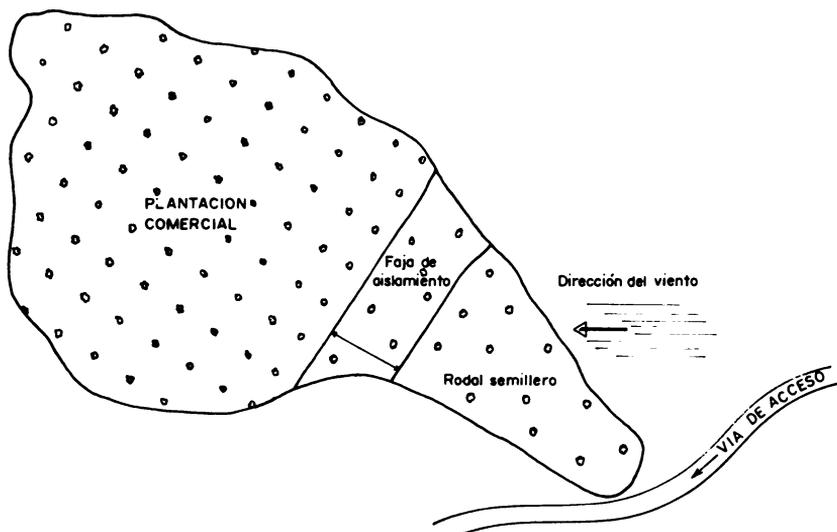


Figura 11. Si la plantación es grande, seleccionar para rodal semillero la parte con mejor acceso, mejor crecimiento y con menor riesgo de contaminación de polen de la misma plantación.

5.4 Selección entre rodales

La selección de un rodal entre varios posibles, implica tomar en consideración una serie de factores y representa una de las etapas más críticas y problemáticas del proceso de establecimiento de rodales semilleros. La selección se hace tomando en cuenta la calidad fenotípica de los individuos, según las características analizadas y el área de la plantación disponible en función de las necesidades de semillas, así como los otros factores mencionados en los puntos 5.3.3 a 5.3.6.

Una vez realizado el inventario, estos rodales deben ser clasificados para poder compararlos y seleccionar los mejores. Si hay evidencia de diferencias en crecimiento por zona ecológica o tipo de suelo, los rodales deben ser agrupados para una posterior clasificación y selección dentro de cada grupo. Por ejemplo, en Costa Rica el desarrollo en altura de los rodales de *C. lusitanica* está condicionado en parte por factores del suelo como profundidad, textura, uso anterior, etc. El comportamiento que presentan los rodales en los suelos francoarcilloso es distinto al observado en el suelo franco, por tanto hay que hacer una selección para cada tipo de suelo (Quiros, 1988).

De manera subjetiva, los rodales pueden ser clasificados como superior, normal o no apto, con base en la apariencia de los individuos que lo conformen (Keiding, 1975). Se clasifican como rodales superiores aquellos que al ser comparados con el resto de las plantaciones de la misma especie en el país, presentan un comportamiento muy superior al promedio en las características deseables de forma de los árboles y crecimiento.

Sin embargo, es posible ser un poco más objetivo con base en la proporción de árboles con forma excelente y buena en cada rodal. Para los rodales de *C. lusitanica* en Costa Rica, fueron clasificados los rodales en cuatro categorías: ideales, apropiados, posibles y descartables (Quirós, 1988).

Una vez clasificados los posibles rodales se hace una priorización de éstos, tomando en consideración, primero calidad fenotípica y luego aspectos como área, aislamiento, accesibilidad, floración y producción, edad, seguridad y anuencia del dueño al manejo. La decisión de aceptar para producción de semilla rodales que han sido calificados como apropiados/normales, depende de la demanda de semillas. Si se puede cubrir con la producción de los rodales ideales/superiores, los demás rodales no deberán ser considerados.

5.5 Cómo seleccionar los árboles para semilla en el rodal

Hasta aquí se ha identificado el mejor rodal, ahora es necesario manejarlo para convertirlo en un rodal semillero. La parte más importante del manejo consiste en eliminar todos los árboles con características indeseables, como individuos suprimidos, bifurcados, con fustes torcidos y enfermos. Para no provocar un impacto ambiental fuerte en el rodal (volcamiento o quebradura de copas por el viento), no se deben eliminar todos los árboles indeseables de una sola vez. Es necesario programar varios aclareos hasta dejar el rodal en la condición óptima. La frecuencia y la intensidad de cada intervención dependerá del estado del rodal al empezar el proceso de manejo.

Así por ejemplo, un rodal poco denso, ya sea por tener una densidad inicial baja o por habersele practicado varios raleos silviculturales, posiblemente con

una o dos intervenciones puede quedar en condiciones aceptables. Si el rodal es denso y los árboles muestran una competencia de copas fuertes, será necesario planificar la ejecución de dos a cuatro intervenciones, para ir liberando paulatinamente las copas de los árboles que quedarán para producción de semillas.

Cuando se trata de rodales jóvenes los raleos pueden iniciarse una vez que las copas se hayan cerrado, ya que en este momento se muestra más claramente la competencia y es más fácil seleccionar entre árboles. Con tres raleos es posible bajar la densidad de 1600 a 100 árboles por hectárea en un período de cuatro a cinco años (Cuadro 5).

Cuadro 5. Planificación del aclareo en un rodal semillero joven.

Arboles /ha	Raleo (%)	Año de intervención
1600	50	1 año después de cerrar las copas
800	50	2 años después del primer raleo
400	75	2 años después del segundo raleo
100		

En un rodal maduro con un número igual de intervenciones es posible llegar a una densidad final similar en un período más corto.

No es recomendable dejar menos de 50 - 75 árboles productores de semilla por hectárea, ya que se corre el riesgo de reducir la polinización cruzada, (Zobel y Talbert, 1988).

Para seleccionar los árboles individuales para cortar en cada rodal, utilice en orden de prioridad los siguientes cuatro criterios básicos:

a) Posición del árbol en el dosel

Deben ser marcados todos los árboles suprimidos y los intermedios en altura.

b) Forma

Deben ser marcados los árboles que muestren formas indeseables según los criterios definidos para cada especie como se describen en la sección 5.3.1.

c) **Espaciamiento:**

Es importante que los árboles semilleros queden libres de competencia, para que desarrollen copas amplias y simétricas (Figura 12). Hay que tratar que los árboles semilleros queden bien distribuidos en el rodal para maximizar la producción de semilla por árbol. Para lograr esta distribución tendrá que eliminar también árboles de buena forma que estén cerca de árboles semilleros. Sin embargo, todos los árboles mal formados deben ser eliminados, aunque queden claros grandes.

d) **Otros**

Los árboles que muestren evidencias de enfermedades severas, aunque presenten buenas características de forma y crecimiento, deben ser marcados para cortarlos.



a)



b)

Figura 12. Distribución de las copas en un rodal de *E. grandis* a) antes del aclareo, b) después del aclareo. (Fotos: R. Salazar).

La forma práctica de realizar la selección y marcación varía principalmente con la densidad del rodal. En el caso de plantaciones no raleadas, con espaciamento regular, se utiliza lo que se conoce como “caja de nueve”, con la idea de subdividir el rodal en unidades más pequeñas y lograr controlar más fácilmente el espaciamento final al realizar todos los raleos en el rodal. La persona que realiza la selección se debe ubicar en el centro de nueve árboles (vea Figura 13), en estos nueve árboles debe practicar la selección según la intensidad que haya definido. Luego se desplaza a la caja siguiente y repite el proceso hasta completar la marcación en el rodal. Por ejemplo si la intensidad del primer raleo es del 50 por ciento, y marca cuatro árboles para cortar en la primera caja, en la segunda caja debe marcar cinco árboles para cortar.

Si hay dos árboles similares y de forma regular en la misma caja no vale la pena tomar mucho tiempo en decidir cuál es el mejor para dejar, dado que al completar todo el proceso de raleos en el rodal los dos serán eliminados. La decisión de cuál árbol dejar, se debe tomar con base en el que tenga una mejor

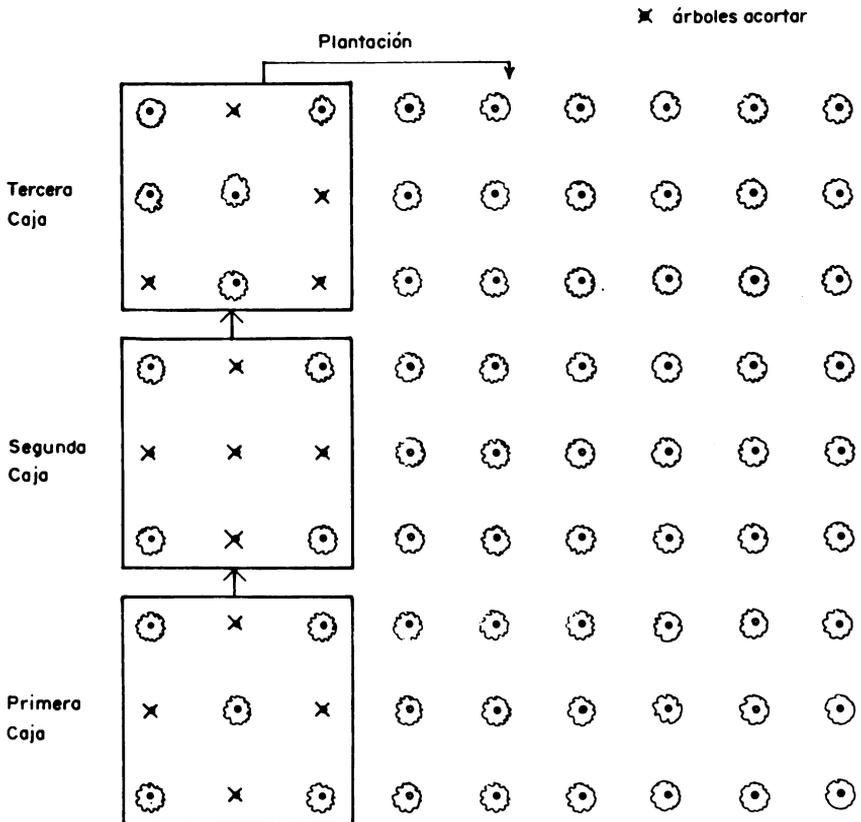


Figura 13. Sistema de caja (grupo) de nueve árboles para facilitar la ejecución de un aclareo de 50%.

distribución del espaciamiento hasta el próximo raleo. En el caso de rodales naturales o plantaciones ya raleadas donde el espaciamiento regular ya no es visible, un sistema práctico es ubicar a simple vista ocho árboles en cuadro y aplicar el mismo sistema como en la caja de nueve.

Para evitar que se corte un árbol bueno al perderse la identificación, la marcación (con cuchillo, pintura o cinta) debe ser de los árboles a cortar. Una vez que han sido identificados y marcados los árboles a eliminar, se debe empezar la eliminación o corte. En esta etapa hay que tener cuidado para evitar el maltrato de la copa y corteza de los árboles semilleros. El material que se corta en cada intervención debe ser extraído del rodal, para eliminar fuentes de plagas o enfermedades, y facilitar los trabajos de mantenimiento y cosecha de semillas y si es posible para reducir los costos.

A continuación (Cuadro 6) se muestran los resultados de raleos efectuados en el proceso de establecimiento de un rodal semillero de *C. lusitanica* y varios de *G. arborea* en Costa Rica. En ambos casos se utilizó un sistema igual o parecido a lo descrito para cada especie en las secciones 5.3.1 y 5.4.

CUADRO 6. Condición previa y posterior al primer raleo (árboles suprimidos) en un rodal de *C. Lusitanica* en Costa Rica (a 10 años de edad), (Quirós, 1988).

CARACTERISTICAS	ANTES	DESPUES	PORCENTAJE DE CAMBIO
1- Dasométricas:			
Número de árboles (arb/ha)	3100	1450	- 53
Area basal (m ² /ha)	29.5	16.7	- 43
dap medio (cm)	11.0	12.1	10
Altura media (m)	12.1	12.8	6
Altura dominante (m)	14.6	14.6	0
Distribución diamétrica (%)			
5,1 - 7,5	13.7	3.4	- 75
7,6 - 10,0	30.6	19.0	- 37
10,1 - 12,5	30.6	39.6	29
12,6 - 15,0	20.2	31.1	54
15,1 - 17,5	4.9	6.9	41
2- CALIDAD DE FORMA (%)			
Excelente	31.8	43.9	39
Buena	33.2	38.3	15
Regular	19.3	17.8	- 8
Mala	11.4	3.7	- 67
Muy mala	2.3	-	-100

Este rodal aunque es de buena calidad en cuanto a la forma de los árboles, se estaba deteriorando por falta de manejo silvicultural. El poco cambio observado después del primer aclareo en los promedios de altura y dap (Cuadro 6), se debe a que sólo fueron eliminados los árboles suprimidos, y los dominantes/codominantes de mala forma. En esta oportunidad todos los árboles de forma muy mala y casi todos de forma mala han sido eliminados con el primer raleo. No obstante para dejar el rodal en condiciones ideales para producción de semilla es necesario ejecutar tres raleos adicionales, de modo que al finalizar el tercero, la totalidad de los árboles que quedan en pie (100/ha aproximadamente) sean de forma excelente, logrando así una intensidad de selección de 1:31.

El Cuadro 7 resume la información de tres rodales, de *G. arborea* que están siendo manejados para producción de semillas en Costa Rica.

Cuadro 7. Resultados de raleos en rodales semilleros de *G. arborea* seleccionados en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, (Barquero, 1985).

Rodal	Edad (años)	arb/ha	alt (m)	dap (cm)	G (m ² /ha)	Intensidad de raleo (%)
Maravilla	6 A	1405	13.8	14.9	24.3	71
	D	413	16.0	18.3	10.8	
Arena	6 A	873	12.9	14.5	13.6	75
	D	215	14.6	15.7	3.9	
Monte Romo	5 A	1650	12.1	12.7	20.47	55
	D	750	12.6	16.1	15	
Pita Rayada	6 A	1845	12.3	13.9	28.4	61
	D	711	13.4	15.6	13.3	

A = antes del raleo D = después del raleo

La intensidad de raleo efectuada varía y depende de la edad de cada rodal y su historia de manejo. Los programas futuros previstos para cada rodal son los siguientes (Cuadro 8).

Cuadro 8. Actividades de manejo planificadas en varios rodales semilleros de *G. arborea* en Guanacaste, Costa Rica.

Rodal	Actividad planificada	Edad del rodal (años)
Maravilla	Raleo de 50%	8
	Raleo de refinamiento	9
Arena	Raleo de refinamiento	7
Monte Romo	Raleo de 50%	6
	Raleo de 50%	8
	Raleo de refinamiento	9
	Raleo de refinamiento	10

Como el rodal del sitio Arena había recibido ya varios raleos silviculturales antes de esta intervención, será posible convertirlo rápidamente en rodal semillero con un próximo raleo de refinamiento.

6. MANTENIMIENTO DEL RODAL SEMILLERO

El mantenimiento del rodal busca aumentar y mantener confiable la cantidad de semilla producida. Desde el momento en que se da inicio al establecimiento del rodal, es necesario elaborar un plan de manejo en el que se programen los trabajos de raleo, cosecha de semillas y mantenimiento. Las siguientes son las actividades principales que deben ser planeadas y realizadas; use la hoja de historial formulario D, "Manejo y mantenimiento del rodal semillero" (Anexo 1) para que registre las actividades de manejo:

1. Defina el área de recolección y la zona de amortiguamiento. Marque cada una de ellas en el terreno con zanjas y un pequeño poste tratado y enterrado en el suelo. Haya un croquis del rodal y como llegar a él.
2. Si es necesario debe hacerse una cerca para evitar la entrada de ganado.
3. Es necesario mantener en la época seca una ronda limpia de por lo menos tres metros, para reducir las posibilidades de incendios.
4. Mantener permanentemente el rodal libre de malezas.
5. Hacer los drenajes necesarios para evitar el encharcamiento.
6. Hacer inspecciones periódicas para detectar la presencia de plagas o enfermedades, que puedan afectar la producción de semillas.

7. Eliminar los árboles o ramas muertas cuando se realizan las limpieas.
8. La aplicación de fertilizantes puede aumentar la producción de semillas, no obstante en este aspecto hace falta información sobre niveles, época y costos/beneficios de la aplicación. Es evidente que la época de aplicación es crítica pero si no hay información, se recomienda que sea justo antes de la diferenciación de las yemas florales. Un análisis del suelo permite identificar deficiencias y programar mejor las dosis de aplicación, y ayuda a identificar cuáles nutrientes estimulan la floración.
9. Considerar la posibilidad de manejar las copas para facilitar la recolección de semillas. Esto consiste en cortar el eje principal en la parte alta de la copa, para estimular los crecimientos laterales (Figura 14).
10. Registrar todas las actividades de mantenimiento que se realizan en el rodal. De esta forma será más fácil controlar la eficiencia del mismo en la producción de semillas.
11. Con base en los registros de producción del rodal, hay que eliminar todos los árboles que produzcan muy poca o no produzcan semillas. Antes de hacer esto debe tomar en consideración que algunas especies presentan periodicidad en la producción.

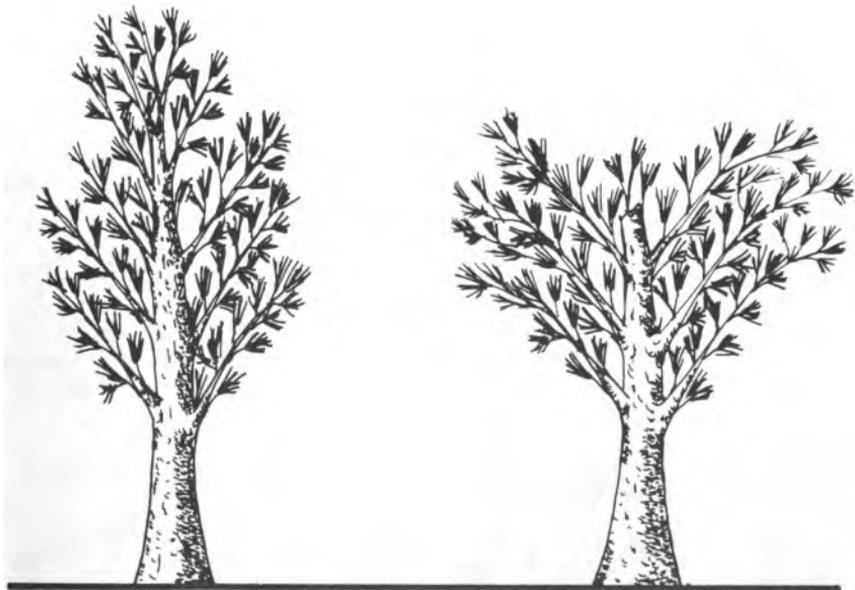


Figura 14. Poda de formación del árbol para facilitar la cosecha de semillas.

7. PRODUCCION Y COSECHA DE SEMILLAS

Se recomienda no iniciar la recolección de semillas hasta que el rodal esté completamente establecido. Debe entenderse que durante los primeros años después del establecimiento la producción de semillas por área es baja, porque las copas de los árboles semilleros aún no han respondido a los raleos. La Figura 15 muestra este comportamiento en el caso de *P. taeda*, (Zobel y Talbert, 1988).

La recolección de semillas en los rodales semilleros debe ser estrictamente controlada, para asegurar que se realiza dentro del área de recolección. Es muy importante que durante la recolección se eviten daños a los árboles, en particular a las ramas, de esta forma se podrán evitar cambios fuertes en la producción de semillas en los años siguientes (Figura 16).

Hay que realizar observaciones anuales para conocer la capacidad de producción de semillas de cada uno de los rodales de las distintas especies de interés. Esta información permitirá conocer el potencial de producción de semillas y ayudará a asegurar el material para proyectos de reforestación. Estas observaciones se deben realizar por lo menos en un rodal por especie/procedencia y en cada condición ecológica.

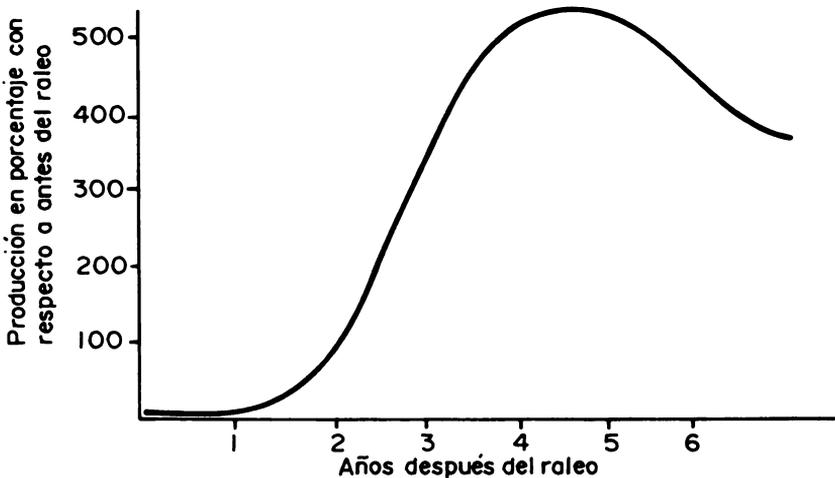


Figura 15. Comportamiento de la producción de semillas después de establecido el rodal semillero de *Pinus taeda*, (Zobel y Talbert, 1988).



Figura 16. Para cosechar las semillas no destruya la copa del árbol. (Foto: R. Salazar).

Para obtener información confiable es necesario visitar periódicamente el rodal semillero y recolectar en cada parcela toda la semilla madura. El método de recolección variará según la especie, dependiendo de las características propias de los frutos y semillas. En el caso de las semillas que se dispersan con el viento o que no se puedan recolectar del suelo, hay que recolectar los frutos antes de que se abran para asegurar que no se perderá semilla de las parcelas. También en las parcelas hay que reducir al mínimo la pérdida de frutos o semillas por roedores, aves e insectos (semillas de pino por ardillas, de leucaena por la hormiga cortadora), (*Atta* spp).

El formulario E "Producción de semillas en rodales semilleros" (Anexo 1) debe utilizarse para anotar la producción de semillas en kilogramos, tanto de frutos verdes como de semillas secas después de que han sido procesadas. El peso de los frutos en cada parcela se considera como peso verde, y éste debe tomarse antes de empezar el proceso de limpieza para evitar diferencias debido a la pérdida de agua. En el procesamiento de los frutos y semillas hay que mantener la identificación por parcela. En la última sección del formulario "observaciones" hay que anotar todos los aspectos ocurridos durante el año de producción, que se sospeche han influido en forma positiva o negativa en la producción de semillas. Por ejemplo: sequía prolongada, invierno severo o vientos fuertes en época crítica de floración o fructificación, incendio, presencia de plagas o enfermedades, falta de mantenimiento adecuado, etc. Esta información ayudará a interpretar la producción de semilla en cualquier año en particular.

El volumen de producción de semilla seca de cada uno de los rodales semilleros que no han sido muestreados también deberá ser registrada haciendo uso del mismo formulario. Esto ayudará a determinar si en algunos rodales es necesario mejorar el mantenimiento para aumentar la producción, o si deben ser cancelados por producción baja.

8. MANEJO DE LOS REGISTROS DEL RODAL

Es muy importante recopilar y guardar en un archivo toda la información referente a cada rodal para ejercer un control adecuado. Esto permitirá suministrar información clara y precisa al investigador, al responsable de los rodales y al consumidor de semillas. Un técnico debe ser el responsable del manejo y actualización de estos archivos.

En los archivos se deben utilizar los mismos formularios, el mismo sistema y códigos para país, sitio y especie que utiliza el Proyecto Madeña*. Cada rodal

* Utilice las "Normas para la investigación silvicultural de especies para leña". Manual Técnico No. 1, CATIE. Turrialba.

semillero que se establece, debe ser numerado en forma seriada por país, iniciando con 001 para el primer rodal; los números se darán indistintamente a la especie y al sitio. El archivo para cada rodal semillero debe contener los formularios en el siguiente orden:

- 1- FORM C. Localización e inventario de posibles rodales semilleros.
- 2- FORM C1. Calificación de rodales semilleros.
- 3- FORM - B. Descripción del sitio.
- 4- Hojas de historial, en las que debe anotarse todas las labores que se realizan, así como observaciones sobre la floración, fructificación, problemas de sequía, etc.
- 5- La hoja de catastro con la localización del rodal.
- 6- CROQUIS. En papel cuadriculado levantar un croquis que muestre con claridad como localizar el rodal. Indicar los centros de población más cercanos, carreteras o caminos con distancias aproximadas.
- 7- Plan de manejo. Incluya una copia del plan de manejo con las fechas previstas para la realización de las actividades.
- 8- FORM D. Manejo y mantenimiento del rodal semillero.
- 9- FORM E. Producción de semillas en rodales semilleros; debe ser llenado cada año para determinar si hay periodicidad en la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BALDWIN, H.L.; HOLMES, G. 1955. Handling forest tree seeds. FAO. For. Dev. Pap. No 4, FDO. Roma.
- BARQUERO, M.E. 1985. Establecimiento de rodales semilleros de *Gmelina arborea* Roxb., Hojanca, Guanacaste. Tesis Ing. For. ITCR, Cartago, Costa Rica. 107 p.
- DYSON, W.G. 1969. Improvement of stem form and branching characteristics in Kenyan cypresses. In World Consultation on Forest Tree Breeding (vol. 2, 1969. Washington, D.C.). Documentos. Roma, Italia, FAO. v. 1. pp. 303-315.
- CURSO DE CAPACITACION FAO/DANIDA SOBRE LA MEJORA GENETICA DE ARBOLES FORESTALES (1980, Mérida, VEN.). 1980. Mejora genética de árboles forestales: Informe. Estudio FAO: Montes No. 20. 340 p.
- FLORES J. 1984. Diagnóstico del sector industrial forestal y alternativas de solución. San José, C.R., DGF. 135 p.
- HUGHES, C.E.; ROBBINS, A.M.J. 1982. Seed stand establishment procedures for *Pinus oocarpa* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in the natural forests of Central America. Commonw. For. Rev. 61(2), 107-113.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. Règles internationales pour les essais des semences: Règles 1976. Seed Science and Technology (Noruega) 4(4): 557-608.
- JONES, N.; BURLEY, J., 1973. Seed certification, provenance nomenclature and genetic history in forestry. *Silvae Genetica* 22,(3) 53-58
- KEIDING, H. 1975. Seed stands. Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Seed Collection and Handling. (1975, Chiang Mai, Thailand) Report. Chiang Mai. v. 2. pp. 192-211.
- KEMP, R.H., 1975. Seed selection for provenance research and gene conservation. In Commonwealth Forestry Conference (10., 1974, Oxford, G.B.). [Papers]. Oxford, G.B. s.p.
- LAURIDSEN, E.B.; WELLENDORF; KEIDING, H. 1987. Evaluation of an international series of *Gmelina provenance* trials. Humlebaek, Denmark, DANIDA Forest Seed Centre. 110 p.

- MATTHEWS, J.D. 1964. Seed production and seed certification. *Unasyuva* (FAO) 18(2-3): 104-118.
- OECD. 1974. OECD Scheme for the control of forest reproductive material moving in international trade. OECD, Directorate for Agriculture and Food. Paris. 24 p.
- OSKARSSON, O. 1971. Selection differential and the estimate of genetic gain in plus stands. *Folia Forestalia* 104. s.p.
- PALMBERG, C. 1983. Recomendaciones de la FAO para la adquisición de semillas. FAO. Información sobre Recursos Genéticos Forestales. s.p.
- QUIROS, R. 1988. Selección de rodales semilleros de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill), en el Valle Central, Costa Rica. Tesis Ing. For., Heredia, C.R., Universidad Nacional. 83 p.
- SHELBOURNE, C.J.A. 1969. Predicted genetic improvement from different breeding methods. In World consultation on forest tree breeding, (2., 1969, Washington, D.C.). Documentos. Roma, Italia, FAO. v. 2. pp. 1023-1029.
- WILLAN, R.L. 1985. Provenance seed stands and provenance conservation stands. DANIDA (Dinamarca). Technical Note no. 14, 42 p.
- ZOBEL, B.J.; BARBER J.; BROWN, C.L.; PERRY, T.O. 1958. Seed orchards - their concept and management. *Journal of Forestry* (EE.UU.). 56(11): 815-825.
- ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa, México. 545 p.

ANEXOS

ANEXO 1
CERTIFICADO DE ORIGEN DE SEMILLAS FORESTALES
CATIE F6rm. A

Lote No. _____
 Nombre bot6nico _____
 Nombre com6n _____

CARACTERISTICAS DEL SITIO DE RECOLECCION

Localidad _____ Prov./Depto _____ Pa6s _____
 Lat.: _____ Long.: _____ Altitud _____ (msnm)

PRECIPITACION Y TEMPERATURA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media anual	No. a6os
mm														

CARACTERISTICAS DEL RODAL O ARBOL Y SEMILLAS

Origen: Nativa Introducida Proc _____ Estado _____ Pa6s _____
 Lat. _____ Long. _____ Alt. _____ msnm PMA _____ mm

Tipo de rodal: Bosque natural Arboles Area Rodal
 aislados semillera semillero

Prueba procedencia manejada Huerto semillero Arbol plus otro

Colectada por _____ Instituci6n _____
 No. de 6rboles madre _____ Fecha de recolecci6n _____
 Germinaci6n _____ % Fecha de la prueba _____
 Peso de 1000 semillas _____ Cantidad suministrada _____

Comentarios aclaratorios

Se considera que esta es la informaci6n m6nima que debe acompa6nar todo despacho nacional o internacional de semilla. Origen: es nativa, si es de Am6rica Central, si es ex6tica indique de d6nde.

Tipo de rodal:

- Bosque natural: nativo sin manejo.
- Arboles aislados: en potreros o 6reas de cultivo.
- Area semillera: seleccionada para la producci6n de semillas.
- Rodal semillero: manejado para producci6n de semilla.
- Prueba procedencias: convertida en rodal semillero.

DESCRIPCION DEL SITIO

Código del país: 1

Número de sitio: 2

Nombre del sitio: _____ 3

Nombre del dueño: _____ 4

Clasificación del dueño:
0 = no hay información, 1 = individual, 2 = terreno comunal, 3 = grupo organizado,
4 = industria estatal, 5 = instituto o agencia estatal,
6 = industria privada, 7 = instituto o agencia privada, 8 = otro 5

Dirección y distancia en km del sitio al pueblo (casero) más cercano: _____ 6

Localización del sitio (distrito, cantón, provincia, estado): _____ 7

Zona de vida (sistema Holdrige): 8

Latitud en grados: , Minutos: Norte = N, Sur = S: 9

Longitud en grados: , Minutos: Este = E, Oeste = O: 10

Tipo de suelo según mapa edáfico: _____ 11

Fuente de información: _____ 12

Elevación en (msnm): 13

Código de paisaje: 14

0 = no hay información 1 = ciénaga o pantano, 2 = llanura de inundación,
3 = plano, 4 = ondulado, 5 = con colinas, 6 = con colinas fragmentadas,
7 = fuertemente escarpado, 8 = montañoso

Código de fuego:
0 = no hay información, 1 = nunca, 2 = raro (< 1 por año), 15
3 = anuales (1 por año), 4 = frecuentes (varias veces por años)

Código de la estación meteorológica para precipitación 16

Código de la estación meteorológica para temperatura: 17

Distancia del sitio a la estación meteorológica representativa más cercana en km x 10: 18

Diferencia de elevación (elevación en metros de la estación meteorológica menos la elevación del sitio): 19

Signo de la diferencia (+ o -): 20

Frecuencia de heladas: 21

0 = no hay información,
1 = nunca, 2 = raro (al menos una vez al año),
3 = común (varias veces por año)

Indicaciones para el uso del formulario

Casilla Información

- 1 Código del país, use la tabla de MIRA LPAIS.
- 2 Anote el número de código correspondiente para el sitio en el país, use la división en regiones. (Ver mapa adjunto).
- 3 Anote claramente el nombre del sitio.
- 4 Anote el nombre del propietario.
- 5 Anote el código correspondiente que describa la clasificación del propietario del terreno.
- 6 Anote la dirección y distancia en km del caserío más cercano.
- 7 Anote el distrito, cantón, provincia o estado a que pertenece el sitio.
- 8 Con ocho letras indique la zona de vida observando la clasificación Holdridge.
- 9 Anote la latitud geográfica del sitio dando los grados y minutos y si es norte o sur.
- 10 Anote la longitud geográfica del sitio dando los grados y minutos y si es este u oeste.
- 11 Describa el tipo de información o referencia del mapa de suelos.
- 12 Anote la fuente de información o referencia del mapa de suelos.
- 13 Anote la elevación del sitio.
- 14 Anote el código correspondiente que describa el paisaje del sitio.
- 15 Anote el código correspondiente que describa el riesgo de incendio.
- 16 Anote el código de la estación meteorológica de donde se toman los datos de precipitación.
- 17 Anote el código de la estación meteorológica de donde se toman los datos de temperatura.
- 18 Anote la distancia aproximada en km*10 del sitio de trabajo a la estación meteorológica.
- 19 Anote la diferencia de elevación (m) entre la estación meteorológica y el sitio de trabajo.
- 20 Anote el signo de esa diferencia si es + o -.
- 21 Anote el código correspondiente que describa la frecuencia con que ocurren helados en el sitio.

CLASIFICACION DE RODALES SEMILLEROS

CATIE Form. C1

País ¹ Nombre de sitio _____ ²

Número del rodal semillero ³

Especie/variedad _____ ⁴

Procedencia _____ ⁵

Tipo de rodal ⁶ Fecha de plantación ⁷

Area de parcela (m²) ⁸ Fecha de medición ⁹

No. de parcela ¹⁰

Nombre y forma del anotador: _____

11 No. árbol	12 dap (mm)	13 ht (dm)	14 bifur- cado	15 for- ma del fuste	16 con semilla	17 semi- llero	No. árbol	dap (mm)	ht (dm)	bifur- cado	foma del fuste	con semilla	semi- llero
1							26						
2							27						
3							28						
4							29						
5							30						
6							31						
7							32						
8							33						
9							34						
10							35						
11							36						
12							37						
13							38						
14							39						
15							40						
16							41						
17							42						
18							43						
19							44						
20							45						
21							46						
22							47						
23							48						
24							49						
25							50						

¹⁸
Observaciones: _____

CALIFICACION DE RODALES SEMILLEROS

Indicaciones para el uso del formulario Form. B1

Casilla Información

- 1 Código del país, use la tabla de MIRA LPAIS.
- 2 Anote el nombre y el código del sitio en el país, use la división en regiones. (Ver Normas para la investigación de MADELEÑA).
- 3 Anote el número correspondiente a ese rodal semillero.
- 4 Anote el nombre y código de la especie usando las primeras cuatro letras del género y las dos primeras de la especie.
- 5 Indique el origen de la semilla.
- 6 Dé el área m² de la parcela que evalúa en el rodal.
- 7 Anote fecha de plantación (día/mes/año).
- 8 Anote el tipo de rodal semillero (bloque o línea).
- 9 Anote la fecha de medición (día/mes/año).
- 10 Anote el número de parcela que está midiendo (1, 2, etc.) en ese rodal.
- 11 Se refiere al número del árbol en la parcela.
- 12 Mida el dap en mm (sin decimal).
- 13 Mida la altura total en decímetros (sin decimal).
- 14 Anote si está o no bifurcado el fuste.
- 15 Anote si el fuste es recto (A), un poco torcido (B), torcido (C), o muy torcido (D).
- 16 Anote si tiene o no semilla o flores.
- 17 Anote si lo dejaría o no ese rodal para producción de semillas.
- 18 Haga cualquier otro tipo de observación sobre la parcela y el rodal en general que le sirva para compararlo con otros rodales.

**LOCALIZACION E INVENTARIO DE POSIBLES RODALES
SEMILLEROS**

Especie _____ Procedencia _____

Localización

País _____ Sitio _____ Lat. _____ Long. _____

Distrito/Municipio _____ Provincia/Departamento _____

Dueño _____ Area _____ (m² o ha) aprox.

Elevación (msnm) _____ Precipitación (medio anual, mm)

Características del sitio

Tipo rodal _____ Intervenido _____

Edad _____ (años) aprox. Suelo _____

Accesibilidad _____ Sanidad _____

Aislamiento _____ En producción _____

Observación y posibilidades de utilización como rodal semillero

Fecha de la visita _____ / _____ / _____ Técnico responsable _____

Veáanse las instrucciones en el dorso del formulario

LOCALIZACION E INVENTARIO DE POSIBLES RODALES SEMILLEROS

INSTRUCCIONES

- Procedencia:** se refiere al sitio de donde fueron recolectadas las semillas para establecer el rodal.
- Area:** se refiere a la sección (m²) de la plantación que podrá ser manejada para producción de semillas. Si es muy diferente al área total del rodal se debe indicar en las observaciones.
- Tipo de rodal:** si es natural, plantación, o cortina rompevientos
- Intervenido:** si el rodal ha sido o no intervenido, anote si o no
- Edad:** aproximada en años
- Suelo:**
- Accesabilidad:**
- Sanidad:** anote si hay o no problemas de plagas o enfermedades
- Aislamiento:** se refiere así cerca del rodal hay otras parcelas o árboles de la misma especie que puedan contaminar la producción del rodal. Anote como excelente si el rodal está totalmente aislado, regular si considera que puede haber problemas de contaminación, y malo si hay plantaciones contiguas.
- En producción:** se refiere a si el rodal ya está o no en producción de semillas, anote si o no. Es posible que cuando esté calificándolo no hay floración o producción de semillas, en este caso trate de identificar residuos de inflorescencias o frutos en los árboles o en el suelo, o si no es posible indique que no era época de producción .
- Posibilidades de utilización como rodal semillero:** con base en la apariencia general, factores de localización y la anuencia del propietario, exprese su opinión si amerita o no manejar la plantación como rodal semillero.

PRODUCCION DE SEMILLA EN RODALES SEMILLEROS

CATIE Form. E

Especie _____

País _____ Sitio _____

Fecha de plantación (d/m/a) __/__/__ Area del rodal (m²) _____

No. árboles semilleros _____

Año de producción _____ Nombre del recolector _____

Fecha de recolección	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3	
	Area _____	No. árboles _____	Area _____	No. árboles _____	Area _____	No. árboles _____
	Peso verde fruto (kg)	Peso seco semilla (kg)	Peso verde fruto (kg)	Peso seco semilla (kg)	Peso verde fruto (kg)	Peso seco semilla (kg)
Subtotal (kg)						

Producción total/ha (kg)

Pureza de semilla seca (%)

Semillas secas/kg

Viabilidad (%)

Observaciones

ANEXO 2

GLOSARIO

Aislamiento:	mecanismo para separar una población de otra con el fin de reducir o evitar el cruzamiento entre ellas.
Auto cruzamiento:	cruzamiento de un individuo consigo mismo, o con individuos altamente emparentados.
Auto poda:	desprendimiento natural de las ramas.
Biomasa:	es el peso total de un organismo en un determinado momento y expresado por organismo o por unidad de área.
Caracterización:	descripción de las características sobresalientes de un individuo o población.
Cruzamiento:	fertilización entre individuos no emparentados.
Descendencia:	progenie de un árbol en particular.
Ecotipo:	subdivisión de la población de una determinada especie provocada por factores climáticos, que imprimen a este grupo de individuos características ligeramente distintas a la población general.
Fenotipo:	expresión de las características de un individuo o grupo de individuos.
Fuste:	eje central o primario de un árbol.
Gambas:	aletones en forma tablar que aparecen en la base de algunas especies arbóreas.
Ganancia genética:	aumento del rendimiento o en la expresión de una característica después de un proceso selectivo en que son eliminados del rodal los individuos que expresan pobremente esa característica.

Genéticamente inferior:	individuos que transmiten a las generaciones siguientes características indeseables.
Genéticamente superior:	individuos que transmiten a las generaciones siguientes características deseables.
Genotipo:	componente genético completo de un organismo el cual puede o no estar expresado completamente.
Heredabilidad:	es la proporción de la varianza total que se observa en un organismo que se debe a su genotipo.
Hibridizar:	cruzar dos individuos no emparentados.
Huerto semillero:	plantación establecida para producción de semillas, utilizando material genéticamente superior y ya probado.
Huerto clonal:	Plantación para producción de semillas establecida por reproducción vegetativa con material genéticamente superior.
Material clonal:	material para reproducción vegetativa (injerto, acado, estacas) de calidad genética superior.
Plantación piloto:	plantación de 1, 5 ó 10 ha establecida con una especie que ya ha sido probada, y ahora se quiere empezar a fomentar su cultivo.
Polinización:	fertilización o unión del polen con el óvulo, puede realizarse natural o artificialmente.
Procedencia:	sitio de origen natural de las semillas que utiliza.
Procedencia derivada:	sitio de origen de las semillas que utiliza, pero de una especie que fue introducida.
Progenitor:	padre o madre de un organismo.
Rodal semillero:	plantación para producción de semilla pequeña, a la cual se le eliminan todos los individuos indeseables.

- Selección diferencial:** diferencia que existe entre la media de la población general, y la media de la población de individuos que han sido seleccionados en esa población.
- Semilla certificada:** semilla en la cual se le garantiza al comprador que contiene ciertas características genéticas específicas.
- Variabilidad:** se refiere al grado de variación que muestra una determinada población con respecto a un carácter específico.
- Variación genética:** la proporción de la variación fenotípica que se debe al componente genético del organismo.

ANEXO 3

ESPECIES DE PRIORIDAD PARA LA REGION

Se presenta una lista de especies prioritarias para la región (y para el establecimiento de rodales semilleros) basada en: a) las especies prioritarias del Proyecto Madeleña y b) respuestas recibidas a la encuesta enviada a los países de la región por la IUFRO, (IUFRO, 1988).

Especies prioritarias para establecer rodales semilleros en América Central

Especies	Origen	Usos
<i>Acacia mangium</i>	Australia, Papua Nueva Guinea e Indonesia	L-M-P
<i>Bombacopsis quinatum</i>	América Central y Sur	M-P
<i>Caesalpinia velutina</i>	América Central	L-M
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Australia	L-P
<i>C. equisetifolia</i>	Australia	L-P
<i>Cordia alliodora</i>	México, América Central y Sur	M
<i>Cupressus lusitanica</i>	México – Honduras	C-M
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Australia	L-P
<i>E. deglupta</i>	Papua Nueva Guinea,	L-M-P
<i>E. globulus</i>	Australia	L-P
<i>E. grandis</i>	Australia	L-P
<i>E. saligna</i>	Australia	L-P
<i>Gliricidia sepium</i>	México y América Central	F-L-P
<i>Gmelina arborea</i>	Asia	L-M-P
<i>Guazuma ulmifolia</i>	América Central, del Sur y Caribe	F-L-S
<i>Leucaena diversifolia</i>	México y América Central	F-L-R-S
<i>L. leucocephala</i>	México y América Central	F-L-R-S
<i>Pinus caribaea var hondurensis</i>	México y América Central	L-M-P
<i>P. oocarpa</i>	México y América Central	L-M-P
<i>P. tecunumanii</i>	México y América Central	L-M-P
<i>Tectona grandis</i>	Asia	C-L-M-P

* C - Cortina rompevientos
 F - Forraje
 L - Leña
 M - Madera aserrada

P - Postes
 R - Recuperación de suelos
 S - Sombra

ANEXO 4

ORGANIZACIONES DEDICADAS A LA ESTRUCTURA DE SEMILLAS FORESTALES

Se dan las direcciones de algunas organizaciones dedicadas al suministro de semillas de especies de interés para la región que distribuyen semillas para: a) para investigación b) para plantaciones comerciales:

América Central

Dirección

Banco de Semillas
DGF,
Santa Ana de Escazú,
Costa Rica,
Teléfono:
Telex:
Categorías a y b

Especies principales

Alnus acuminata
Bombacopsis quinatum
Cupressus lusitanica

BANSEFOR
DIGEBOS
C. Guatemala, Guatemala
Teléfono: 73-20-18
Telex: 312-1172A
Categorías a y b

Pinus caribaea var. hondurensis
P. maximinioii
P. oocarpa
P. pseudostrobus
P. tecunumanii

BANSEFOR
COHDEFOR
Siguatepeque, Honduras
Teléfono: 73-20-18
Telex: 312-1172A

Cordia alliodora
Pinus caribaea var. hondurensis
P. maximinioii
P. oocarpa
P. pseudostrobus
P. tecunumanii

Categorías a y b

BANSEFOR
DIRENA
Managua Nicaragua
Teléfono: 73-20-18
Telex: 312-1172A
Categorías a y b

Pinus caribaea var. hondurensis
P. oocarpa
P. tecunumanii

BLSF (Banco Latinoamericano
de Semillas Forestales)
CATIE
Turrialba, Costa Rica
Teléfonos: 56-64-31, 56-01-69
Telex: 8005 CATIE CR
Categorías a y b

CAMCORE
Research Annex West
Department of Forestry
N.C. State University
Raleigh
N.C.
USA
Categoría a

CSIRO Forest Seed Section
Canberra ACT
Australia
Teléfono: (062) 818203
Telex: 7162751
Categorías a y b

DANIDA FOREST SEED CENTRE
Krogerupvej 3A,
Humblebaek
DK-3050
Teléfono: 45-2-19-05-00
Telex: 16600 FOTEX DK
Categorías a

OXFORD FORESTRY INSTITUTE
South Parks Road
Oxford, England
Teléfono: (0865) 511431
Telex: 83147 VIA ORG ATTN.FOROX

Categoría a

C. alliodora, *C. lusitanica*
Erythrina poeppigiana
Eucalyptus deglupta
Gliricidia sepium
Gmelina arborea
T. grandis

P. caribaea var. *hondurensis*
P. maximinoii
P. oocarpa
P. tecunumanii

Acacia mangium
Casuarina spp.
Eucalyptus spp.

G. arborea
Tectona grandis

B. quinatum
C. alliodora
G. sepium
Leucaena spp.
P. caribaea
P. oocarpa
P. tecunumanii

PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA*

JEFATURA

Rodolfo Salazar (1990)
Ronnie de Camino (hasta 1989)
Hernán Rodríguez

Coordinador Regional
Coordinador Regional
Administración

SILVICULTURA

Miguel Musálem
David Hughell
Valentín Jiménez
Ricardo Luján
Héctor Martínez (hasta marzo 90)
Luis Ugalde

Silvicultor Principal
Modelación
Silvicultura
Silvicultura
Silvicultura
Manejo de Información

SOCIOECONOMIA

Thomas McKenzie
Dean Current

Economista Principal
Socioeconomía/Manejo de
Información
Economía
Economía

Manuel Gómez
Carlos Reiche

EXTENSION

Carlos Rivas
Héctor Chavarría
Leyla González (hasta marzo 90)

Extensionista Principal
Extensionista Asistente
Sociología

EDICION

Emilio Hidalgo de Caviedes
Carlos Granados

Editor
Documentación

PAISES

GUATEMALA

Carlos Figueroa
Eberto de León

Coordinador-Silvicultura
Economía

EL SALVADOR

Hugo Zambrana
Modesto Juárez

Coordinador-Silvicultura
Economía

COSTA RICA

Carlos Navarro (1990)
Walter Picado (hasta 1989)
Marta Lilliana Jiménez (hasta 1989)
William Portilla

Coordinador-Silvicultura
Coordinador-Silvicultura
Coordinadora-Silvicultura
Economía

PANAMA

Blás Morán
Rafael Tirado
Sebastian Sutherland

Coordinador-Silvicultura
Economía
Silvicultura

*/ Madeleña es un proyecto de investigación, capacitación y diseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por AID/ROCAP, y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador, DIGEBOS de Guatemala con la coordinación regional del CATIE

**Publicación del Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA)
CATIE/ROCAP 596-0117, editado por INFORAT.**

Coordinadora de INFORAT:

Editor:

Montaje Artes Finales

Foto de Portada:

Levantado de textos:

Incorporación de correcciones:

Claudia Monge

Emilio Hidalgo de Caviedes

Xinia Vega

Rodolfo Salazar

Lisbeth Alfaro

Randall Coto y

Carlos Solano

Susana Cambroneró

Impreso en Litografía e Imprenta LIL, S.A.

Edición de 500 ejemplares

Se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 1989.