

CATIE
ST
MT-11

SELECCION Y MANEJO DE RODALES SEMILLEROS

Turrialba, Octubre 1994.



PROSEFOR

C797

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y del Caribe.

El Proyecto Semillas Forestales - PROSEFOR, es un proyecto de capacitación y asistencia técnica a las instituciones forestales de América Central, Panamá y República Dominicana. Tiene por objetivo general mejorar la calidad física y genética y garantizar el suministro continuo de semillas forestales que se utilizan para los programas de reforestación en la región. Es financiado por el Gobierno de Dinamarca y ejecutado por el CATIE en coordinación con las autoridades forestales de cada país.

Esta publicación es financiada por el Gobierno de Dinamarca, mediante el Ministerio de Relaciones Exteriores y su Programa de Asistencia Técnica, Danida, mediante el PROSEFOR del CATIE.

© 1994, Danida Forest Seed Centre, DFSC, Humlebaek, Dinamarca
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,
CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ISBN 9977-57- 198-8

634.9562

S464 Selección y manejo de rodales semilleros / comp.
y ed. Luis Fernando Jara N. — Turrialba, C.R.
: CATIE. PROSEFOR : DFSC, 1994.
200 p. ; 21 cm. — (Serie técnica. Manual
técnico / CATIE ; no. 11)

ISBN 9977-57- 198-8

1. Rodal semillero 2. Semillas forestales
I. Jara N., Luis Fernando, ed. II. Título III.
Series

Serie Técnica
Manual Técnico No.11

Biblioteca - Turrialba
Orton - IICA - CATIE

1 - JUN 1995

RECIBIDO
Turrialba, Costa Rica

SELECCION Y MANEJO DE RODALES SEMILLEROS

Compilado y Editado por:
Luis Fernando Jara N.

Danida Forest Seed Centre
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE
Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales - MIREN
Proyecto de Semillas Forestales - PROSEFOR

Turrialba, Costa Rica, 1994

CAT 11
ST
117-11



CONTENIDO GENERAL

	PAGINA
Prefacio	V
Unidades de Recolección de Semillas: Zonas semilleras Nota Técnica No.16	1
Rodales Semilleros de Procedencia y Rodales de Conservación de Procedencia Nota Técnica No. 14	41
Clasificación y Selección de Fuentes Semilleras Nota de Clase No. B.1 H.Barner, K.Olesen y H.Wellendorf	85
Relación entre la Fuente Semillera y el Sitio de Plantación Nota de Clase No. B.3 R.L. Willan y H.Barner	121
Identificación, Establecimiento y Manejo de Fuentes Semilleras Nota de Clase No. B.2 E.B. Lauridsen y K.Olesen	151

PREFACIO

Uno de los propósitos del Proyecto Semillas Forestales (**PROSEFOR**) del **CATIE**, es divulgar y diseminar a técnicos y productores de la región de Centro América y República Dominicana, información y conocimientos básicos sobre el establecimiento y manejo de rodales y semillas forestales. Una acción puntual de este esfuerzo es éste primer volumen, relacionado con algunas técnicas realizadas por el **Danida**, el mismo **PROSEFOR** y otros proyectos nacionales e internacionales sobre el establecimiento y manejo de rodales semilleros.

El presente documento es el resultado de la traducción de tres notas de clase (Technical Notes B-1, B-2 y B-3) y dos notas técnicas (Technical Notes No. 14 y 16) del Centro de Semillas Forestales del **Danida** (Danida Forest Seed Centre), del Ministerio de Relaciones Exteriores del Gobierno de Dinamarca, lo cual se realizó con la aprobación de la Dirección del mencionado Centro.

Las cinco publicaciones fueron agrupadas con base en temas similares de todo el material editado por el Centro de Semillas Forestales del **Danida** hasta octubre de 1994. En este caso, el tema central fue rodales semilleros, con el fin de que el lector tenga la oportunidad de revisar y consultar el tema en un sólo volumen. Cada documento se presenta en forma separada dando los créditos correspondientes a los autores y al **Danida**.

El 90% del material es fiel traducción de los documentos originales; en algunos capítulos y apartes se incluyó ejemplos e información sobre especies del trópico americano y en otros, se omitió ejemplos y propuestas realizadas en países nórdicos o de la zona templada que muy difícilmente pueden ser aplicados en la región tropical.

La traducción fue realizada por la Compañía **Interidiom S.A.** de Costa Rica y por el Ingeniero Forestal Eugenio Corea. La edición técnica estuvo a cargo del Ingeniero Luis Fernando Jara del **PROSEFOR-CATIE**, dibujos y gráficos por Xinia Vega y levantamiento de textos y edición a cargo del Luis Fernando Jara y Edith Garita del **PROSEFOR - CATIE**.

Se desea expresar especial agradecimiento al Centro de Semillas Forestales del **Danida**, por permitir la traducción y edición de este material, el cual será distribuído y divulgado preferencialmente a la región, área de acción del **PROSEFOR**.

Esta publicación fue financiada por el Gobierno de Dinamarca, mediante el Ministerio de Relaciones Exteriores y su Programa de Asistencia Técnica, **Danida**.

Luis Fernando Jara

Editor Técnico - PROSEFOR

UNIDADES DE RECOLECCION DE SEMILLAS:

ZONAS SEMILLERAS

(Seed collection units: Seed Zones)

Nota Técnica No. 16

Humlebaek, Dinamarca. Mayo 1983.

CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CONTRIBUYENTES	3
1. EL CONCEPTO DE ZONAS SEMILLERAS	4
Por H Barner y R.L. Willan	
Introducción	
Zonas semilleras	
Métodos para la definición de límites	
2. REGIONES DE PROCEDENCIAS PARA PINOS EN HONDURAS	10
Por A.M.J. Robbins	
Introducción	
Información utilizada	
Métodos para la definición de límites	
3. EL SISTEMA DE ZONIFICACION SEMILLERA DE LA INDIA	15
Por Madan Gopal y P.G. Pattanath.	
Introducción	
Delimitación de zonas semilleras a nivel nacional	
Disponibilidad de especies en las zonas semilleras	
Importancia de la zonas semilleras	
4. ZONAS DE RECOLECCION DE SEMILLAS DE TECA	21
(<i>Tectona grandis</i> Linn.f.) en Tailandia	
Por Dr. Apichart Kaossa-ard.	
Definición de zonas semilleras	
Distribución natural de la teca en Tailandia	
Métodos para delimitar zonas semilleras	
Recomendaciones para la utilización de zonas semilleras	
5. DISCUSION	26
Por H. Barner y R.L. Willan.	
Comparación de los procedimientos de los diferentes países.	
Transferencia de semillas y plantas	
Mezcla de lotes de semilla	
Rodales no nativos	
6. LITERATURA SELECCIONADA	29
7. GLOSARIO	32

LISTA DE CONTRIBUYENTES

Barner, H.

Jefe de la Estación de Mejoramiento Forestal. Servicio Forestal Danés. Coordinador del Centro de Semillas Forestales de DANIDA, Humlebaek, Dinamarca.

Gopal, Madan.

Coordinador Proyecto Indo-Danés sobre Mejoramiento Genético y Abastecimiento de Semillas. Edificio del Departamento Forestal, Saifabad, Hyredabad, AP, India.

Koassa-ard, Apichart.

Oficial de Investigación. Subdivisión de Investigación Silvicultural, Departamento Real Forestal, Bangkok. Líder del Proyecto, Centro de Mejoramiento de Teca. Ngao, Lampang, Tailandia.

Pattanath, P.G.

Oficial de Investigación. Proyecto Indo-Danés sobre Mejoramiento Genético y Abastecimiento de Semillas. Edificio del Departamento Forestal, Saifabad, Hyredabad, AP, India.

Robbins, A.M.J.

Oficial de Cooperación Técnica (Silvicultura). Administración para el Desarrollo en Ultramar, Unidad de Silvicultura Tropical, Instituto Forestal de Oxford, South Parks Road, Oxford, Reino Unido (U.K).

Willan, R.L.

Consultor. Centro de Semillas Forestales de DANIDA. The Barn, Pullens Lane, Headington, Oxford. OX3 OBX. Reino Unido (U.K).

1. EL CONCEPTO DE ZONAS SEMILLERAS

Introducción

En condiciones naturales, la distancia a la que se mueve la semilla con respecto a los árboles madre es limitada. Frecuentemente una gran cantidad de frutos o semillas cae dentro del área cubierta por la copa. Las semillas aladas y livianas son dispersadas más ampliamente por el viento y las semillas contenidas en frutos succulentos son dispersadas por aves y otros animales. Aún así, la distancia de dispersión se puede medir en decenas o centenas de metros en vez de kilómetros.

Se puede asumir que los árboles adultos de un bosque natural tienen un alto grado de adaptación al ambiente local. Las semillas heredan la misma adaptación de sus padres y, con una dispersión limitada, pueden encontrar un ambiente similar. Por lo tanto, deben estar bien equipadas para sobrevivir en el sitio donde germinan, si es que escapan del riesgo de plagas y enfermedades.

Con el incremento de los programas de reforestación en los últimos cien años, la distancia entre el sitio donde se producen las semillas y el sitio de plantación ha aumentado enormemente. Aún dentro del rango natural de las especies, la semilla se puede mover cientos de kilómetros del sitio donde se recolecta al sitio donde se usa. Todavía más "espectacular" es el movimiento intercontinental de semillas de especies exóticas. Algunas de las plantaciones resultantes han tenido un éxito sobresaliente, por ejemplo, con los eucaliptos, los pinos tropicales, *Pinus radiata* y varias especies pertenecientes a géneros de zonas templadas. No obstante, el gran incremento de la demanda por semillas forestales, tanto a nivel nacional como internacional, enfatiza la oportunidad y la necesidad de desarrollar sistemas reconocidos de unidades de recolección dentro de los bosques o poblaciones naturales.

El tamaño de la unidad de recolección depende del objetivo con que se usa la semilla. El mejorador forestal puede ver el árbol individual como la unidad de recolección y mantener separada la semilla para pruebas de progenie. Para estudios genecológicos de procedencias se deben considerar como unidades de recolección poblaciones locales bien definidas, dentro de las cuales pudiera ser deseable mantener separada la semilla de árboles individuales para su evaluación. Para estudios más simples sobre fuentes de semilla, se usan como unidades de recolección poblaciones más grandes y menos definidas, manteniendo separada la semilla de cada población.

Para la producción de madera a menudo se puede ser menos estricto y recolectar semilla de una zona más amplia, cubriendo varios pisos altitudinales. Si el objetivo es establecer bosques de protección a toda costa, se puede ser aún menos estricto.

Zonas semilleras

Este documento trata exclusivamente sobre zonas semilleras: las unidades de recolección más amplias. Los rodales seleccionados, rodales semilleros, áreas de producción de semilla, huertos semilleros y árboles individuales son unidades de recolección más pequeñas, cada una de las cuales puede estar incluida dentro de una zona semillera.

Un sistema de zonas semilleras puede (1) brindar las bases para un sistema racional de muestreo para estudios de procedencias, (2) servir de guía para la transferencia de semilla en los programas nacionales de plantación y (3) proveer una guía para definir los límites geográficos máximos dentro de los cuales se puede mezclar semilla.

Desafortunadamente, no existe un acuerdo internacional sobre la terminología y las definiciones. En los Estados Unidos, los mejoradores han sugerido como definición de zona semillera "una zona de árboles con una composición genética (racial) relativamente uniforme, determinada a través de la evaluación de la progenie de varias fuentes de semilla. Generalmente, el área incluida tiene límites geográficos, clima y condiciones de crecimiento bien definidos" (Snyder, 1972).

La OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo) usa el concepto "Región de Procedencia" definido como "El área o conjunto de áreas con condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las cuales se encuentran rodales que muestran características fenotípicas y genéticas similares" (OECD, 1974).

Idealmente, una unidad de recolección de semilla debe estar delimitada de manera que (1) esté formada por una población de árboles con potencial de cruzarse y que posean una constitución genética similar, (2) tenga el tamaño adecuado para la recolección de material reproductivo en cantidad suficiente para desarrollar silvicultura a gran escala y (3) esté definida por límites que puedan ser identificados en el campo.

En la práctica es difícil cumplir con estas tres condiciones en la delimitación de zonas semilleras, por lo que se debe recurrir a soluciones con un balance razonable entre los tres factores. Cuanto más grandes sean las áreas y más definido se deseen establecer los límites, es más difícil cumplir con el requisito de "constitución genética similar". De esta manera, una zona semillera que abarca una gran área cumple con el requisito de producir semilla en cantidad suficiente para reforestación a gran escala, pero la probabilidad de que árboles ubicados en los extremos opuestos de la zona se crucen entre sí es muy baja. Por otra parte, un pequeño rodal semillero cumple con la condición de que los árboles se crucen entre sí, pero sólo produce una cantidad limitada de semilla.

Muchas especies forestales tienen una distribución natural que abarca un rango amplio de climas. Los factores climáticos individuales frecuentemente varían a lo largo de gradientes geográficos, por lo que la variación genética resultante sobre caracteres adaptativos es principalmente de tipo clinal.

Existe una disminución gradual y continua de la temperatura conforme aumenta la latitud del Ecuador a los polos y la altitud desde el nivel del mar hacia cumbre de las montañas. También existe un decrecimiento gradual y continuo de la lluvia desde la costa al interior de los continentes, aunque la elevación y la exposición (aspecto) afectan significativamente esta relación en áreas de topografía montañosa. Existe, además, una disminución gradual de la probabilidad de que dos árboles de una población se crucen conforme aumenta la distancia entre ellos.

Aunque los largos períodos de separación entre poblaciones, los cambios geológicos repentinos (por ejemplo, coladas de lava) y los cambios de exposición (en ambos lados de una cresta montañosa) pueden causar discontinuidades abruptas en las frecuencias alélicas entre poblaciones, la variación clinal es la regla general. La tasa de cambio genético en el clinal puede ser comparativamente alta cuando está asociado a cambios altitudinales en áreas de topografía abrupta. La variación clinal también puede ser repetitiva como cuando alternan pequeñas colinas con suelos rojizos de mala calidad y depresiones poco profundas con suelos negros pesados, característica de las sabanas arboladas de la mayor parte de África.

Desde el punto de vista práctico de la organización de la recolección de semillas, es conveniente tener unidades comparativamente grandes con límites definidos con base en los límites administrativos existentes o caminos, carreteras, etc. El problema real de la delimitación de las zonas semilleras, es tratar de obtener un sistema de unidades grandes y discretas con límites claramente definidos, que sea operacionalmente más conveniente y que se ajuste al patrón de variación natural que generalmente es clinal, y en ocasiones complejo y de pequeña escala.

Métodos para la definición de límites

En teoría, una zona semillera se debe delimitar de tal forma que sólo incluya poblaciones nativas que se intercrucen. Esto significa que los términos "zona semillera" y "región de procedencia" se debería usar solo para poblaciones naturales y que las zonas semilleras se deben delimitar separadamente para cada especie, dependiendo de su propia variación racial.

Solamente los resultados de ensayos comprensivos de procedencias brindan una base sólida para la correcta delimitación de zonas semilleras. En muchos países de zonas tropicales y templadas tales ensayos ya se están realizando. Estos ensayos revelarán la magnitud y los patrones de variación genética de las especies bajo estudio. Es posible que unas pocas especies muestren una variación mínima en un rango geográfico amplio (*Pinus resinosa*, por ejemplo). Para estas especies la selección y delimitación de zonas semilleras es menos importante y es posible que sólo una zona semillera cubra todo el rango de distribución. Sin embargo, la mayor parte de las especies, como *Eucalyptus camaldulensis*, muestran una variación genética enorme, relacionada con la variación ecológica existente dentro de su rango de distribución natural. Es probable que los resultados indiquen que la mayoría de las especies tienen mayor variación genética de la esperada, por lo que la delimitación

correcta de las zonas semilleras para cada una de ellas será de mucha importancia.

Los resultados de los ensayos de procedencias se pueden considerar confiables sólo después de la mitad de la edad de la rotación y preferiblemente a la edad de rotación completa. Sin embargo, existe alguna evidencia (Roche, 1968) que apoya el supuesto de que los ensayos preliminares realizados en ambientes parcialmente controlados (invernaderos y viveros) y ambientes completamente controlados (cámaras de crecimiento), pueden brindar en relativamente corto tiempo, información relativa a la genecología de las especies arbóreas, la cual es de mucho valor práctico inmediato para los silvicultores y mejoradores forestales. Si el número de poblaciones juveniles probadas en un ambiente dado es suficientemente grande y si las características evaluadas son de importancia adaptativa (dormancia, vigor, etc), entonces es posible predecir en algún grado, la adaptabilidad de esas poblaciones a otro ambiente, sobre la base de los patrones de variación observados. Tales estudios son de especial valor cuando las poblaciones evaluadas han sido elegidas a lo largo de un transecto latitudinal u otros transectos asociados a cambios ecológicos progresivos.

Una tercera posibilidad es aceptar la idea de que la similitud en las condiciones ecológicas implica similitud en la constitución genética. A menudo, este es el único enfoque posible cuando se planifican los patrones de muestreo para recolecciones de procedencias o cuando el silvicultor necesita seleccionar de inmediato la fuente de semilla para reforestación operacional, debido a que no puede esperar los resultados de los ensayos de procedencias. En algunos casos, la variación morfológica dentro del rango natural de la especie puede estar correlacionada con la variación fisiológica. Sin embargo, la variación morfológica de este tipo ocurre rara vez. Por este motivo, la selección y delimitación preliminar de zonas semilleras se basa generalmente en las condiciones ecológicas. La metodología usada se describirá más adelante. El método ecológico es sólo una aproximación. Sin embargo, si existe una buena base para asumir que la variación genética dentro de las zonas semilleras (seleccionadas como resultado de estudios fitogeográficos, fisiográficos y bioclimáticos) es menor que la que existe entre ellas, entonces la zonificación ecológica se justifica plenamente.

El estudio de la variación ecológica se debe basar en (1)la variación climática (precipitación, temperatura, meses secos, etc.) y en la estructura fisiográfica, o en (2) descripciones fitogeográficas de los tipos de vegetación forestal más importantes, la variación en fisonomía y la composición de las especies dominantes, o mejor aún, en una combinación de ambos enfoques (1 y 2). Se debe recordar que las relaciones que sin duda existen entre clima y vegetación, deben ser demostradas para cada área en particular. Este aspecto se discutirá posteriormente.

La información climática es importante, pero existen dos aspectos que restringen su aplicabilidad. Primero, generalmente no existen, o son escasas, las estaciones meteorológicas en las áreas de mayor interés para la reforestación. Segundo, es difícil sopesar el efecto (en la composición genética) de los diferentes factores climáticos disponibles.

Para hacer un uso adecuado de la información climática disponible, es necesario

conocer los factores limitantes de las diferentes especies, tales como los extremos de temperatura, influencia de heladas y viento, especialmente en los momentos críticos de la estación de crecimiento.

Las regiones forestales, tipos de bosque o unidades fitogeográficas equivalentes pueden ser usadas como base para la definición de zonas semilleras. Para la delimitación de las zonas se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a. Recuerde que una región de procedencia denota una área ecológica más pequeña que una sección o región forestal.
- b. Use mapas de regiones forestales o sistemas de clasificación similares (ej. zonas de vida) como marco de referencia.
- c. Decida cuáles de las especies presentes se adaptan al esquema.
- d. Obtenga mapas de distribución de las especies. También se pueden usar fotografías aéreas.
- e. Utilice la información disponible sobre los patrones de distribución racial, la interacción con el sitio de plantación (interacción genotipo-ambiente) y el efecto de los factores ambientales.
- f. Estime si se pueden esperar diferencias significativas en variación racial y adaptación dentro y entre las especies.
- g. Decida si un único sistema es útil para todas las especies.
- h. Sobreponga mapas de distribución de las especies sobre mapas de regiones forestales. Delimite las zonas semilleras usando los límites administrativos o geográficos de las áreas forestales más importantes, adecuadas para la producción y abastecimiento de material reproductivo forestal.
- i. Establezca y publique mapas de zonas semilleras con los códigos de identificación y una breve descripción de las condiciones ecológicas prevalecientes en dichas zonas.

En las secciones 2-4 se presentan los procedimientos seguidos en varios países.

En la delimitación real de campo generalmente se tiene que ser un poco flexible. No es muy útil tener buenos límites desde el punto de vista ecológico, si estos no se pueden identificar en el campo. Por lo tanto, se recomienda usar ríos, caminos, líneas de ferrocarril o cualquier otra señal clara para señalar los límites. Resulta simple usar meramente las unidades administrativas, como departamentos, provincia, municipios, distritos, etc, como zonas semilleras, sin que esto elimine el enfoque ecológico como criterio principal.

Además de la delimitación horizontal, también se establecen límites verticales cuando existe influencia de la altitud en las condiciones de crecimiento. Esto se realiza a través de la división de la zona en pisos o regiones altitudinales; por ejemplo, a intervalos de 200-300 m. La recolección de semilla dentro de una zona semillera se mantiene separada por pisos altitudinales. Sin embargo, las grandes diferencias en las condiciones de crecimiento que pueden existir dentro de un piso altitudinal, por ejemplo entre la pendiente norte y la pendiente sur, generalmente no se han tomado en cuenta.

2. REGIONES DE PROCEDENCIA PARA PINOS EN HONDURAS

A.M.J. Robbins
UTS - OFI

Introducción

Más de una quinta parte de los 112.000 km² de la República de Honduras está cubierta por bosques naturales de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr y Golf y *P. oocarpa* Schiede. Estas dos especies son de gran importancia para el país, tanto para el consumo local como para la exportación de madera, ocupando el tercer lugar en el intercambio comercial. Estas especies, especialmente *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, también han sido excelentes cuando se plantan como exóticas en el trópico y subtrópico a nivel mundial. Por este motivo, existe una alta demanda de semilla de las procedencias hondureñas. A principios de los ochentas, la demanda era de aproximadamente 2000 kg/año para cada especie. Mas recientemente, la demanda de *P. oocarpa* ha ido disminuyendo, mientras que la demanda de *P. tecunumanii* está creciendo.

En vista de la importancia de estas especies, el Banco de Semillas de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), la cual pertenece a la Corporación Hondureña para el Desarrollo Forestal (COHDEFOR), inició un estudio para la delimitación de regiones de procedencia de *Pinus caribaea* y *P. oocarpa*. Esta delimitación es de gran utilidad para COHDEFOR: (1) permite una selección racional de las procedencias para utilizarlas en ensayos a nivel nacional, (2) proporciona un guía para el movimiento de semillas en los programas nacionales de plantación, (3) establece, para propósitos de mercadeo de semillas, los límites geográficos máximos dentro de los cuales se puede mezclar semilla, tal como lo requiere el esquema de certificación de la OECD (OECD, 1974), al cual COHDEFOR está planeando afiliarse, y (4) ayuda a la identificación de procedencias en peligro de extinción para la toma de correspondientes medidas de conservación.

Información utilizada

Las regiones de procedencia fueron definidas con base en información ambiental y genética. En Honduras, la información ambiental ha sido bien cubierta por varias organizaciones nacionales e internacionales, incluyendo datos sobre topografía, precipitación, temperatura, geología, suelos y vegetación. También se dispone de una gran cantidad de datos genéticos.

En Honduras existen tres regiones topográficas principales: (1) la tierras altas centrales, (2) las llanuras y valles de la costa caribeña, ubicados al norte y (3) las llanuras de la costa pacífica, ubicadas al sur. La lluvia está determinada por los vientos del noreste. Por este motivo, las llanuras costeras del noreste son las más húmedas (3000 mm o más), disminuyendo la precipitación hacia el centro del país (700 mm), con un correspondiente aumento en la duración de la estación seca (de 3

a 7 meses). La precipitación total aumenta nuevamente en la costa pacífica, pero se mantiene una estación seca prolongada. Los valles del interior tienden a ser más secos que las colinas aledañas, debido a los efectos orográficos. La temperatura varía significativamente con la altitud, desde un promedio anual de 24 °C a nivel del mar, hasta 12 °C en las altas elevaciones (max. 2849 msnm).

Las tierras altas centrales se encuentran principalmente sobre (1) rocas piroclásticas en la parte oeste, a partir de las cuales se han desarrollado suelos infértiles delgados, susceptibles de erosión y (2) rocas metamórficas al este, que han dado origen a suelos más profundos y fértiles. Intercalados con estos dos tipos se encuentran suelos desarrollados a partir de rocas sedimentarias, principalmente calizas. Las llanuras del noreste contienen suelos lateríticos desarrollados sobre aluviones.

Existen varios tipos de vegetación natural en el país. En la mayor parte de las tierras altas centrales, con excepción de los suelos derivados de rocas calizas, ocurren sabanas con pinos mantenidas en un climax de fuego, en las cuales *P. caribaea* var. *hondurensis* es la especie dominante desde el nivel del mar hasta 600 m y *P. oocarpa* de 600 a 1800 m. En muchos de los valles con suelos aluviales existen bosques deciduos y semideciduos de especies latifoliadas (hoja ancha) y sabanas con matorrales. Las cimas de las montañas arriba de los 1800 msnm están cubiertas principalmente por bosque montano humedo, el cual está siendo eliminado para usar la tierra en agricultura. Existe una gran área de bosque humedo tropical de bajura, ubicada principalmente al noreste del país. Esta área separa los bosques de pinos del interior de los bosques de *P. caribaea* que ocurren en las llanuras costeras de la Mosquitia.

Existe información genética en general sobre el desarrollo de los pinos (ej. sistemas genéticos, distribución). Por otra parte, los extensos estudios realizados por el Instituto Forestal de Oxford brindan información detallada sobre estas especies (Greaves, 1980; 1981). Estos estudios incluyen ensayos internacionales de procedencias, evaluación de la interacción genotipo-ambiente y análisis morfológicos y bioquímicos. Aunque la muestra de procedencias fue amplia, esta no cubre Honduras de forma completa. Sin embargo, se dispone de una considerable cantidad de información, la cual se ha tomado en cuenta para delimitar las regiones de procedencia.

Métodos para la definición de límites

Como primer paso se elaboraron mapas precisos de distribución de las especies *P. caribaea* y *P. oocarpa*, debido a que sólo se disponía de mapas generales y fotografías aéreas que no diferenciaban entre especies. Puesto que las dos especies ocupan pisos altitudinales bien definidos, se realizó una sobreposición topográfica de la distribución, asumiendo que de 0-500 m corresponde a *P. caribaea*, de 500-700 m a una mezcla de ambas especies y de 700 m en adelante a *P. oocarpa*.

El segundo paso consistió en determinar las grandes poblaciones originales que

estuvieron presentes durante el proceso de evolución y colonización de las especies, antes de que fueran "partidas" por la actividad humana. Puesto que la distribución está controlada en gran medida por la altitud, se dividió el país en sus principales zonas fisiográficas, ubicando poblaciones discontinuas de *P. caribaea* en los valles y planicies costeras y poblaciones más continuas de *P. oocarpa* en las montañas.

Posteriormente se evaluaron las discontinuidades, posiblemente menores, de las poblaciones principales, causadas por tipos de suelo, cumbres de montañas que están fuera del rango altitudinal de *P. oocarpa* y la actividad humana.

Muchas de las grandes poblaciones de *P. oocarpa* se subdividieron en dos, a lo largo de las filas montañosas que tienden a aislar las poblaciones que están a cada lado de la fila. Puesto que tales poblaciones naturalmente toman la forma de una banda circular alrededor de la cumbres, en algunas ocasiones, especialmente en las partes más bajas de la montaña, resultó difícil decidir donde efectuar la división. Como regla, la separación se hizo en la parte donde la interconexión entre las subpoblaciones es menor.

Las poblaciones de los valles de *P. caribaea* son largas y discontinuas, debido a cambios en el suelo y al efecto de la acción del hombre. Las subdivisiones se hicieron tomando en cuenta esos factores.

Finalmente, se evaluaron los cambios en temperatura, precipitación y suelos dentro de las regiones, para determinar si era necesario hacer más subdivisiones.

En general, las regiones tienden a coincidir con los cambios de suelo a nivel macro, por lo que no se hicieron divisiones adicionales sobre la base de este factor. La temperatura y la lluvia están controladas principalmente por la altitud, la cual es especialmente variable en las regiones de *P. oocarpa*. Esta variación se pudo tomar en cuenta para definir pisos altitudinales fijos, pero esto resultaría en regiones angostas muy largas, en forma de anillos concéntricos alrededor de las cumbres de las montañas. La delimitación de este tipo de regiones en el campo sería bastante impráctica.

Por los motivos expuestos, parece más adecuado mantener las delimitaciones iniciales como regiones de procedencia y definir los límites de cada recolección de semillas sobre la base de un rango altitudinal máximo, tomando en cuenta que algunas regiones tienen una variación amplia en altitud y una área extensa. Para la definición de los límites de cada recolección, se recomienda no exceder una variación de 300 m en altitud y 50 km en distancia horizontal, alrededor de las líneas de contorno. Este método es similar al propuesto para Canadá por Piesch y Stevenson (1976).

Durante el proceso de delimitación se tomaron en cuenta los resultados de los ensayos de procedencias y otros estudios asociados, realizados por el Instituto Forestal de Oxford, los cuales confirmaron, en general, las divisiones propuestas.

Una vez definidas las regiones de procedencia para *P. caribaea* y *P. oocarpa*,

algunas áreas se excluyeron debido a la ausencia de las especies. Generalmente estas áreas están cubiertas por especies latifoliadas, ya sea en bosques montanos ubicados fuera del rango altitudinal de *P. oocarpa*, bosque húmedos sobre suelos alcalinos o bosque lluviosos tropicales de bajura ubicados sobre latisoles al norte y noreste del país. Existen también ciertas áreas en los valles en donde ocurren bosques secos semidecíduos, matorrales o fincas de uso agrícola. En aras de una mejor integración, estas áreas se definieron en el mapa como posibles regiones de procedencia para especies latifoliadas y algunas coníferas asociadas, puesto que la distribución de estas especies está correlacionada con la de los pinos.

A las regiones se les ha asignado un código numérico de tres dígitos, con base en las principales zonas fisiográficas. Por eso, se puede apreciar sin dificultad la localización y la relación de las regiones, y agregar fácilmente subdivisiones adicionales. Los nombres de las regiones se refieren a aspectos geográficos importantes (cordilleras, valles, etc.) por lo que se pueden identificar y comprender con facilidad.

Muchas de las regiones tienen límites artificiales con los países vecinos (Guatemala, El Salvador y Nicaragua) y se espera que los límites se extiendan dentro de estos países posteriormente.

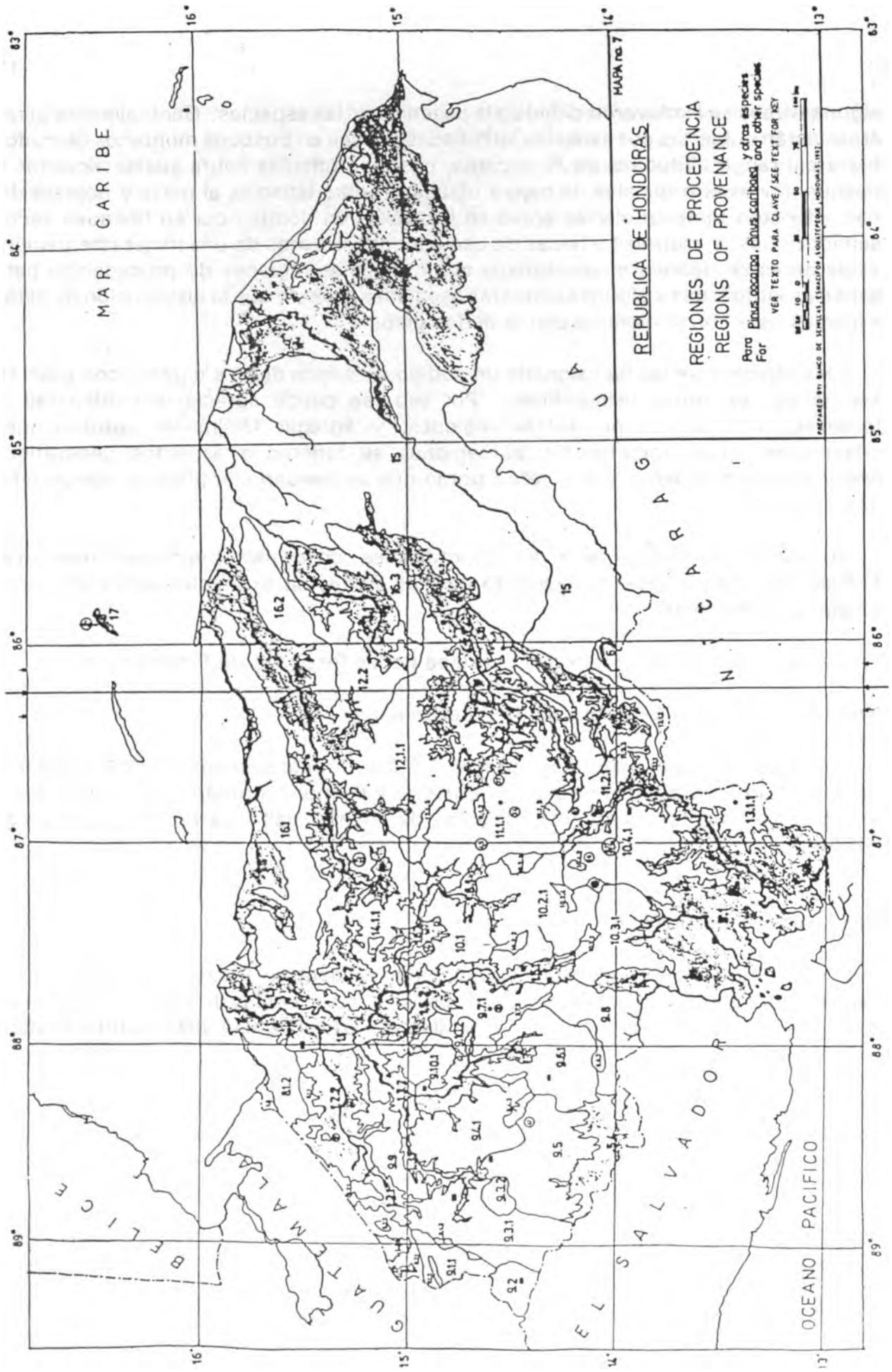
En la siguiente página se muestra un Mapa de las Regiones de Procedencia.

Nota sobre el Mapa de Regiones de Procedencia:

Los regiones con el primer dígito entre 1 y 7 son principalmente para *P. caribaea*, de 8 a 14 son principalmente para *P. oocarpa* y bosques montanos de latifoliadas y de 15 a 16 para bosque lluvioso tropical de zonas bajas. La región 17 es de *P. caribaea*.

Nota sobre la publicación

El texto completo fue publicado en inglés por el Instituto Forestal de Oxford y en español por ESNACIFOR, Honduras. Se pueden obtener copias de estas publicaciones e través del Centro de Semillas Forestales de DANIDA (DANIDA FOREST SEED CENTRE).



3. EL SISTEMA DE ZONAS SEMILLERAS DE LA INDIA *¹

M. Gopal y P.G. Pattanath.
Departamento Forestal, India.

Introducción

El primer intento para crear un sistema de zonas semilleras en la India, diseñado para facilitar las tareas de recolección, fue realizado en 1978 por el Proyecto Indo-Danés de Mejoramiento Genético y Abastecimiento de Semillas. En un país como la India, esto involucró muchos aspectos, dada la amplia variación en las condiciones climáticas, edáficas y fisiográficas, y la distribución natural de las especies. Otro aspecto que se consideró fue la estructura administrativa de los diferentes estados del país.

Champion y Seth (1968) describieron los tipos de bosque de la India y los dividieron en seis grandes categorías, que abarcan desde los bosques tropicales hasta los alpinos. Estas categorías se subdividieron en 16 tipos "climáticos" de bosque y 30 subgrupos. El gran número de tipos de bosque indica la gran variación ecológica existente asociada a la distribución de las especies en el país. Esta información es útil para entender el rango de adaptación de las especies. Sin embargo, los tipos de bosque no deben convertirse directamente a unidades de recolección de semilla, debido a que en la India, esto no ocurre en bandas continuas sino en parches independientes o aislados. Así, un estado puede contener varios tipos de bosque o un tipo de bosque puede extenderse de un estado a otro. Dado que cada estado tiene su propia estructura administrativa independiente, el establecimiento de unidades de recolección de semilla o zonas semilleras puede resultar difícil si no se consideran los límites administrativos.

El hecho de que en el pasado no se haya registrado el origen de la semilla que se ha usado en plantaciones, complica aún más la situación. Esto ha venido ocurriendo en los últimos 25 a 30 años, desde que la India cambió su política forestal de conservación al establecimiento de plantaciones, para llenar la demanda industrial de materia prima forestal. Los forestales han obtenido la semilla de cualquier parte y la han mezclado para cumplir con sus metas anuales de plantación. Tomando en cuenta esta práctica, se debe esperar que la base genética de las plantaciones sea una mezcla y las áreas principales de plantación sean genéticamente heterogéneas. Por este motivo, la definición de región de procedencia de la OECD (para un género, especie, subespecie y variedad, la región de procedencia es el área o conjunto de áreas con condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las cuales se encuentran rodales

*¹ Esta reseña cumple con el requisito de la publicación titulada "Certificación del Material Reproductivo Forestal en la India" - Esquema Revisado 1979, Pag. 3; regla 3 (Delimitación de Zonas Semilleras). Dentro de este esquema, la mención del número de la zona semillera en la que se recolecta el material reproductivo es uno de los requisitos para la certificación del mismo. Este artículo debe tomarse como un documento adicional a dicho Esquema de Certificación.

que muestran características fenotípicas y genéticas similares) no siempre se adapta a las condiciones de la India.

En la India resulta impráctico delimitar regiones de procedencia para especies individuales, dado que cada especie ocurre en asociación con otras especies, en forma frecuente, ocasional, etc. Esto aplica especialmente cuando se tiene poca información sobre la variación entre las procedencias de cualquier especie. Además, la ubicación de una especie en regiones de procedencia puede traslaparse con la de otras especies, que pueden ocurrir más o menos en asociación, causando confusión en el sistema de documentación. Esta fue otra razón por lo cual se encontró más factible y práctico para efectos de documentación tener para cada especie rodales semilleros, áreas de producción de semilla, etc. marcados dentro de las zonas semilleras generales, en lugar de trabajar con regiones de procedencia para cada especie.

Por ejemplo, tomemos la teca, la cual tiene en la India un rango de distribución amplio pero discontinuo, y ocurre predominante y frecuentemente en bosques tropicales deciduos húmedos y secos. Seth y Waheed Khan (1958) dividieron los bosques de teca en (1) muy húmedos, (2) húmedos, (3) poco húmedos, (4) secos y (5) muy secos. Esta clasificación se basa principalmente en la precipitación promedio anual. En la descripción de la composición florística (árboles y arbustos) los autores reportan 32 especies asociadas a teca en el bosque muy seco, 44 especies en el bosque seco, 53 especies en el bosque húmedo y 13 especies en el bosque muy húmedo. Algunas especies asociadas son conspicuas en algunas localidades y en otra no lo son. Sin embargo, la teca siempre constituye la mayor parte de la masa forestal.

Al ubicar los cinco tipos de bosque en un mapa para analizar su distribución, se observa que cada uno ocurre en varias regiones, pequeñas o grandes, ampliamente separadas entre sí, y que en algunos lugares ocurren varios tipos en forma colindante. Obviamente, en cada tipo de bosque pueden haber varias procedencias. Además, se ha observado que existe variación dentro de tipos de bosque en (1) tiempo de floración, (2) maduración de la semilla, (3) número de frutos por unidad de peso y (4) forma del árbol, textura de las hojas, resistencia a enfermedades, tasa de crecimiento, calidad de la madera, etc. Sin embargo, no se dispone de información sistemática sobre las características de cada fuente. Esta sólo se podrá obtener después de realizar y analizar ensayos de procedencias.

Delimitación de las zonas semilleras a nivel nacional

Tomando en cuenta todos los factores antes mencionados, el proyecto procedió a la delimitación de zonas semilleras, usando como base los mapas de grandes tipos de bosque y los límites administrativos, tal como están indicados en el Atlas Forestal de la India. Manteniendo como unidad mínima las divisiones forestales, se definieron como zonas semilleras regiones con áreas boscosas compactas y con aproximadamente el mismo tipo de bosque.

Los bosques del país se dividieron entonces en zonas semilleras, utilizando los

siguientes criterios:

- a. Cada zona semillera tiene más o menos el mismo tipo de bosque, excepto en áreas de colinas.
- b. El área de las zonas semilleras está limitada a unidades territoriales o partes de estas, lo que las hace más compactas y facilita la demarcación y mantenimiento de áreas de recolección de semilla.
- c. Se aseguró que los límites de cada zona semillera se pudieran identificar claramente en el campo, aún cuando esto implique cierto sacrificio en la aplicación del criterio descrito en el punto "a".
- d. En el caso de áreas de colinas o montañosas, cada zona se dividió en subzonas altitudinales, usando intervalos de 600 m de amplitud.

Los mapas preparados se enviaron a la Oficina de Conservación (Investigación/Desarrollo) de Bosques o su equivalente en cada estado, para su respectiva revisión, corrección y aprobación final. Adjunto se enviaron formularios (SC-7) de nuestro Esquema de Certificación de Material Reproductivo, para obtener mayor información sobre la disponibilidad de las especies. Esto se realizó porque, como se mencionó antes, cada zona semillera contiene muchas especies diferentes. No podría ser de otra manera, tomando en cuenta la situación descrita anteriormente.

En la página 18 se muestra como ejemplo el mapa de zonas semilleras de Orissa.

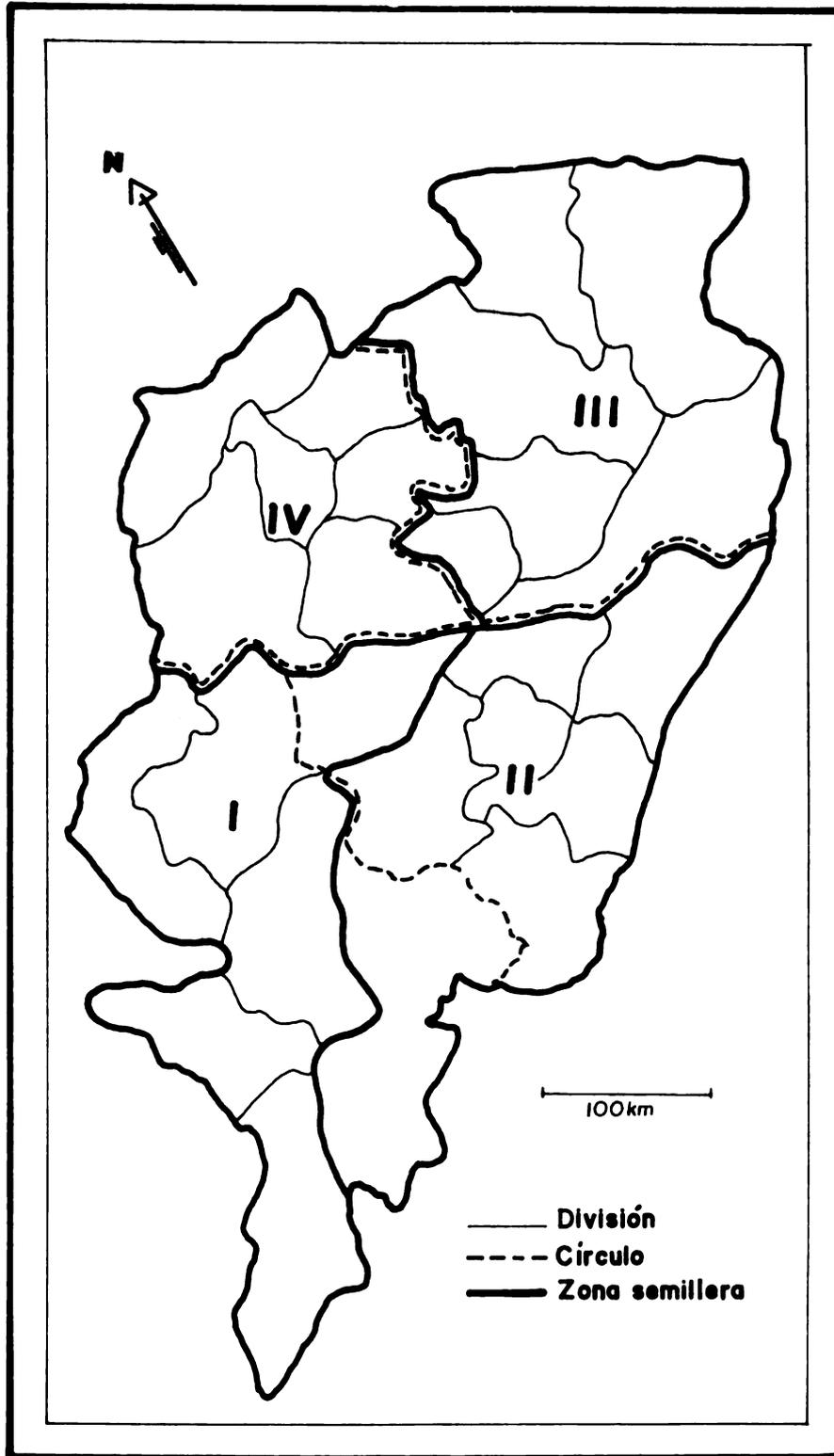


Fig.1 Mapa de zona semillera de Orissa

Las zonas semilleras establecidas se pueden definir entonces como áreas delimitadas en mapas estatales de zonas de semillas forestales, con el objetivo de facilitar la recolección y la aprobación por la autoridades administrativas correspondientes. Las principales metas de la delimitación de zonas semilleras son:

1. Disponer de documentación sistematizada sobre las fuentes de semilla que se usan en los programas de plantación.
2. Proveer un marco para la investigación sobre la variación genética dentro de las especies y para la realización de ensayos (Ej. Procedencias).

Debido a que todavía existe poca información sobre las características genéticas de las especies de plantación, los límites de las zonas semilleras definidas en esta primera etapa son provisionales. Sin embargo, cuando se disponga de resultados de ensayos de procedencias, será necesario hacer una revisión de los mismos. Es necesario apuntar que eventualmente las zonas semilleras pueden resultar útiles para indicar, para especies de distribución amplia, entre cuáles zonas puede permitir la transferencia de semillas y entre cuáles se debe prohibir. Por supuesto, esto será posible hasta que se disponga de resultados de ensayos de procedencias.

Aunque la F.R.I. ha establecido ensayos de procedencias de teca desde 1930 en la India, aún no se cuenta con resultados concluyentes sobre las diferencias entre procedencias. Esto se debe a que las semillas se obtuvieron de fuentes que nunca fueron delimitadas, demarcadas ni documentadas apropiadamente. Para que la investigación sobre procedencias sea útil, se debe desarrollar un sistema adecuado de identificación y documentación de las áreas de recolección de semilla.

Disponibilidad de especies en las zonas semilleras

Inicialmente se incluyeron 20 especies en la lista del formulario SC-7, pero los diferentes estados agregaron algunas nuevas, de acuerdo a su importancia local; aunque esto ocasionó que la información sobre algunas especies fuera incompleta. La información recolectada sobre la disponibilidad de especies se integró junto con los mapas estatales de zonas semilleras y se distribuyó a los diferentes estados. La información sobre teca (*Tectona grandis*), semul (*Bombax ceiba*), Chir (*Pinus roxburghii*) y Kail (*Pinus wallichiana*) se encuentra disponible para su distribución.

Recientemente los diferentes estados han adoptado varios esquemas de silvicultura social, por lo que el número de especies que plantan los departamentos forestales ha aumentado rápida y significativamente. Por este motivo, se ha hecho necesario actualizar la información sobre la disponibilidad de especies.

Importancia de las zonas semilleras

En conclusión, se puede decir que este sistema ayudará a los forestales involucrados en el abastecimiento de semillas a localizar y elegir la fuente de semilla apropiada para cada sitio, basados inicialmente en los tipos de bosque. También ayudará al personal que realiza investigaciones sobre procedencias a obtener semillas de una determinada especie, abarcando gran parte de su espectro genético. Además, cuando la certificación de semillas se adopte en todos los estados, las autoridades encargadas de la certificación podrán documentar sus fuentes semilleras de una manera sistemática, a través de la cual pueden ser localizadas, aún por personas sin experiencia.

4. ZONAS DE RECOLECCION DE SEMILLA DE TECA (*Tectona grandis*) EN TAILANDIA

A. Kaossa-ard.
Departamento Real Forestal, Tailandia.

Definición de zonas semilleras

Las zonas de recolección de semillas son divisiones de las áreas de bosque natural donde las especies ocurren naturalmente. Estas zonas se delimitan para identificar las fuentes de semilla y para controlar el movimiento de semillas y plantas. Los límites de zonas semilleras se definen con base en investigaciones que hayan identificado variación genética entre poblaciones o por medio del análisis de los factores ambientales que afectan el crecimiento y la distribución de las especies (Cunningham, 1975).

Distribución natural de la teca en Tailandia

La teca ocurre naturalmente en la Península India, Burma, Tailandia y Laos (en el límite entre Tailandia y Laos). En Tailandia la especie se encuentra en toda la parte norte del país. Se distribuye entre 16° y 20° latitud norte y 97° y 102° longitud este, cubriendo una área aproximada de 170.000 km² (Kaosa-ard, 1977; Niyanetara, 1983). Dentro de esta región, se han definido tres grandes tipos de bosques de teca: bosque húmedo deciduo mixto de zonas altas, bosque seco deciduo mixto de zonas altas y bosque mixto deciduo de zonas bajas. Estos tipos se definieron de acuerdo a su composición florística y las condiciones fisiográficas y climáticas (Mahaphol, 1954; Kaosa-ard, 1977). Se han delimitado también cuatro tipos de zonas climáticas con base en la relación entre la precipitación y la temperatura media anual: muy húmeda, húmeda, semi-húmeda, seca-húmeda (Chankao *et al*, 1975). Las condiciones climáticas máximas y mínimas dentro de la región de teca se presentan en el Cuadro 1.

Como se muestra en el Cuadro 1, en Tailandia la teca ocurre naturalmente en un rango amplio de condiciones ambientales, abarcando desde sitios secos hasta húmedos. Ha desarrollado diferentes ecotipos y/o genotipos debido a la selección natural durante el proceso de evolución, lo que le ha permitido sobrevivir en diferentes condiciones ambientales. En el bosque seco deciduo mixto de zonas altas, los árboles de teca tienen un crecimiento lento y mala forma (entre las provincias Tak y Kampanget) al contrario de aquellos que crecen en localidades húmedas (ej. bosque húmedo deciduo mixto de zonas altas en Mae Sod, Mae Hong, Sorn, etc.) que normalmente desarrollan un fuste cilíndrico, recto, alto y limpio. En un estudio realizado en la India sobre variación genética de teca, se encontró que las progenies de árboles de zonas secas son más tolerantes a las sequías y suelos pobres que las de árboles de sitios húmedos (Kedharnath y Matthews, 1962). Por otra parte, un condiciones favorables de crecimiento, las progenies de árboles de sitios húmedos se

comportaron mucho mejor en términos de crecimiento que aquellas de árboles de sitios secos.

Cuadro 1. Rango de condiciones climáticas en la región de teca en Tailandia

Factor climático	Máximo	Mínimo
Precipitación anual (mm)	1.054 ^a	1.795 ^b
Temperatura media (°C)	24,6 ^b	27,7 ^d
Extremos temperatura (°C)	0,1 ^c	44,5 ^d
Humedad relativa media (%)	63,0 ^c	76,0 ^b
Evaporación anual (mm)	662,2 ^e	1.085 ^a
No. días lluviosos anuales	108 ^f	144 ^g

Estaciones climáticas: a = Tak, b = Chiengrai, c = Loei, d = Uttaradith, e = Mae Hong Sorn f = Phrae, g = Mae Sod.

Fuente: "Climatological data of Thailand:25 years period (1951-1975)" Meteorological Department, Ministry of Communication, Bangkok. 1977)

Debido a la existencia de variación genética asociada a su distribución geográfica, fue necesario establecer zonas de recolección de semilla para teca, con el propósito de controlar el movimiento de material propagativo, incluyendo plantas, e identificar las fuentes de semilla más adecuadas para los futuros programas de plantación a gran escala.

Método de delimitación de zonas semilleras

El borrador del mapa de zonas semilleras de teca ya fue elaborado. Los límites entre zonas se definieron con base en información climática de 25 años. El índice de precipitación del factor de humedad de Lang se usó como método para analizar los datos climáticos. Se calculó y ploteó la relación $P/T = \text{Precipitación/Temperatura}$ (promedios anuales) de todas las estaciones climáticas ubicadas en la región de teca. Se definieron (iso)líneas con intervalos de 5 unidades para la relación P/T , resultando cuatro zonas climáticas: la muy húmeda, la húmeda, la semi-húmeda y la seca-húmeda, con rangos de valores para la relación P/T de >60 , 50-60, 40-50, <40 , respectivamente. Actualmente se están realizando evaluaciones genéticas de las zonas semilleras propuestas. En la siguiente figura se presenta el mapa de zonas semilleras de teca.

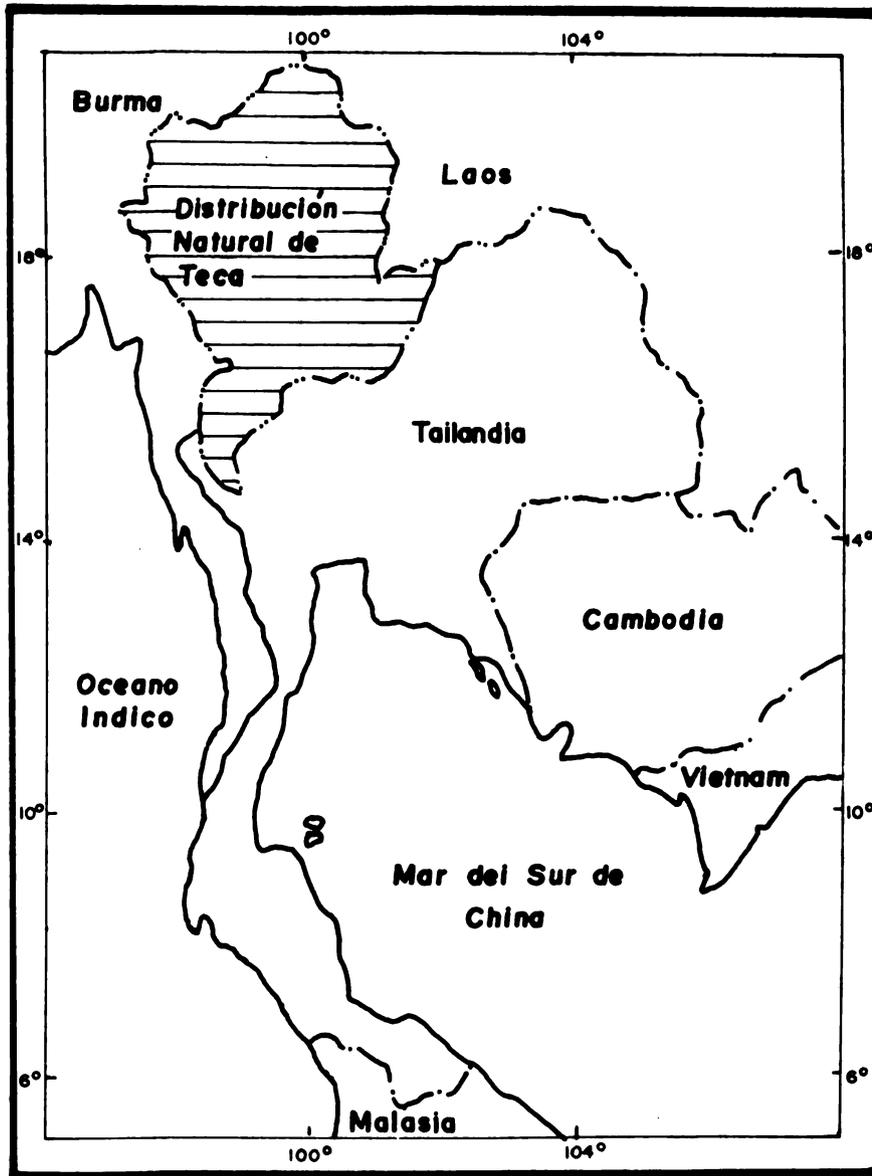


Fig.2 Distribución natural de la teca *Tectona grandis* en Tailandia (Después de Kaosu-ard, 1977)

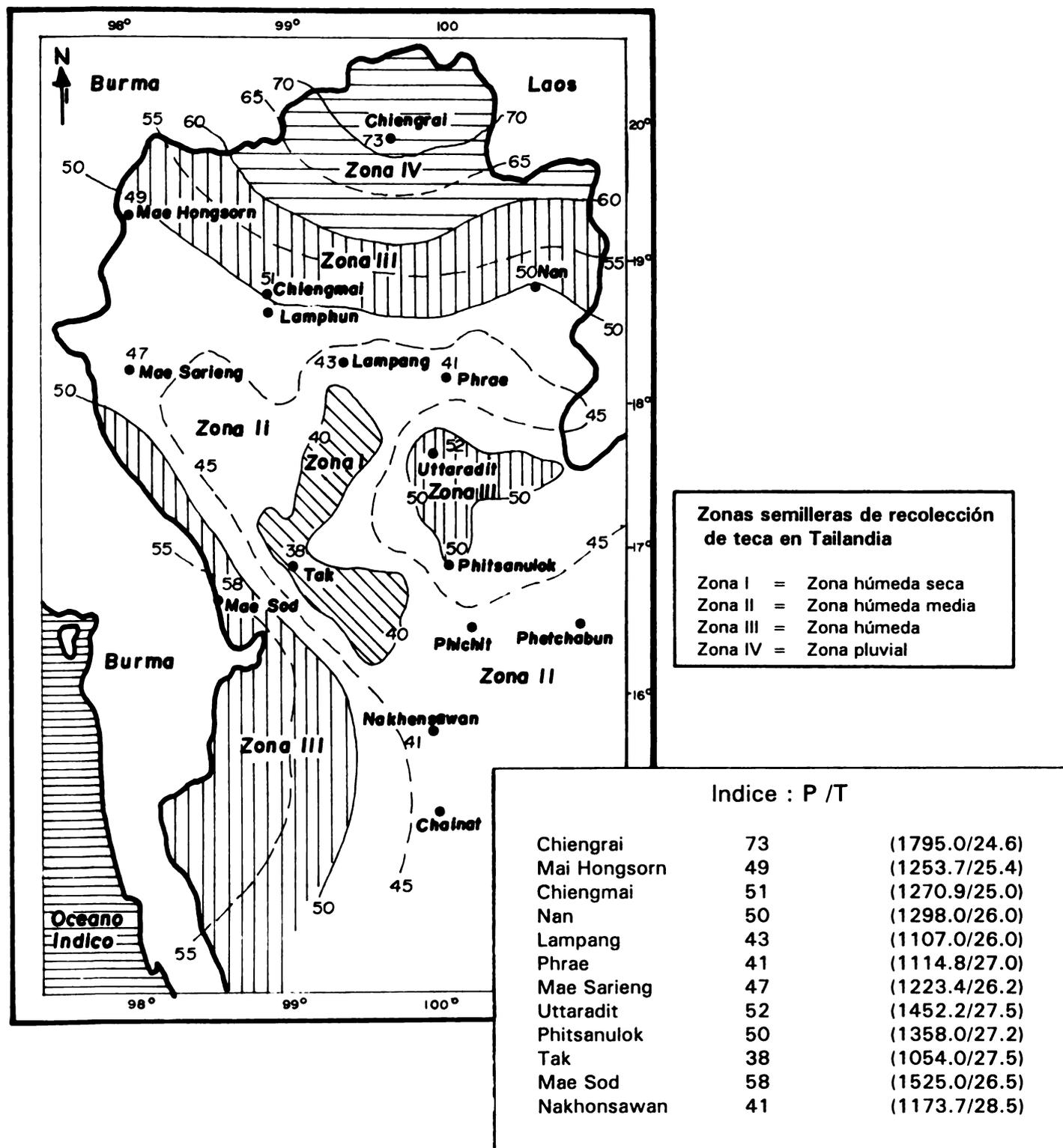


Fig.3 Propuesta de mapa de Zonas Semilleras de Teca basado en el Valor del Indice de Humedad (P/T) (Precipitación anual/Temperatura Media Anual)

Recomendaciones sobre la utilización de zonas semillera

1. Una determinada zona semillera se puede identificar usando directamente el mapa o a través del cálculo de la relación P/T, usando la información de la estación más cercana.
2. Como regla, las semillas o plantas se deben utilizar en la misma zona semillera de donde provienen, a menos que los resultados de ensayos genéticos indiquen otra cosa.
3. Como una segunda alternativa se puede usar material de una zona semillera adyacente (a ambos lados), dentro de las mismas condiciones fisiográficas, por ejemplo a la misma elevación.
4. El movimiento de material propagativo de una zona a otra, se debe efectuar con mucho cuidado para estar seguros de que se cumplen los requerimientos silvícolas del material introducido.

5. DISCUSION

H.Barner y R.L. Willan
Centro de Semillas Forestales del Danida
Dinamarca

Comparación de los procedimientos de los diferentes países.

En los ejemplos anteriores se puede apreciar que las circunstancias locales influyen la selección del método de zonificación semillera. En Orissa, India, se aplica un criterio ecológico al utilizar los tipos de bosque como base, pero los límites de cada zona siguen fronteras administrativas preexistentes, tales como el distrito y la división forestal. En Tailandia, la disponibilidad de humedad es considerada como el factor principal que afecta la variación en teca, por lo que un índice de humedad, basado en la precipitación y la temperatura, se utiliza como criterio para delimitar cuatro zonas semilleras. En Honduras, un país montañoso, el principal criterio de zonificación es fisiográfico. En otros países, por ejemplo, se utiliza la temperatura y la distancia al mar. Aunque el tamaño y la forma de las zonas semilleras varía dentro y entre países, la mayoría tiene un área de 2.000 a 20.000 km².

Transferencia de semillas y plantas

Una vez que se han definido, descrito y "mapeado" las zonas semilleras, es necesario decidir si es posible transferir material entre zonas o a sitios fuera de las áreas de recolección, ya sea dentro o fuera del rango de distribución natural de la especie.

Las ventajas y los riesgos de usar fuentes no locales (transferencia de material propagativo) dentro del rango de la especie han sido ampliamente discutidos. Existe solamente un método seguro para resolver este problema y es, como se ha expresado antes, la realización de ensayos de procedencias a corto y largo plazo. En ausencia de estos, los forestales consideran que usar la fuente local es lo más seguro (el riesgo mínimo de pérdidas máximas). Esta idea se basa en el supuesto de que los rodales (poblaciones) naturales de una determinada especie, generalmente se han adaptado al ambiente específico en que se encuentran a través del proceso de selección natural, el cual se considera generalmente, que ha operado durante largos periodos. Si el material reproductivo se toma de esos rodales y se planta en la misma localidad, tendrá entonces una mayor proporción de genotipos favorables para esa área que si se toma de cualquier otra parte.

La adaptación local en la naturaleza generalmente es adaptabilidad por la sobrevivencia y no para los propósitos del hombre (rápido crecimiento, fustes rectos, buenas propiedades de la madera, etc.). Por lo tanto, aunque la fuente local puede ser la más segura, existen muchas experiencias que demuestran que no siempre es la

mejor. Algunas procedencias son capaces de producir altos volúmenes de producto útil en un rango amplio de sitios. Además, los forestales pueden compensar alguna falta de adaptabilidad de "la mejor" procedencia introducida, a través de un manejo más intensivo de acuerdo a la plantación. Por ejemplo, los raleos a tiempo pueden compensar alguna susceptibilidad inherente al "stress" por sequía causada por una competencia excesiva. Sin embargo, no se debe abandonar el uso de la fuente local hasta que se haya demostrado convincentemente que existe alguna otra mejor, aunque los forestales deben estar atentos a la posibilidad de encontrar y probar fuentes externas promisorias.

La idea de "localidad" es a menudo incierta o poco definida. ¿Cuánto es posible alejarse horizontal o verticalmente del área de plantación y seguir considerando la fuente como local? Esto depende de cuánto varíen las condiciones ecológicas y de la capacidad (plasticidad) genética de la fuente para responder a cambios ambientales. Como regla general, se debe usar la fuente dentro de la zona semillera y el piso altitudinal al que pertenece, aunque todavía con un cierto margen pequeño de transferencia a un piso más alto o más bajo.

Cuando se introduce una especie exótica, obviamente no se presenta el problema de comparación con fuentes locales. Si no existen ensayos de procedencias relevantes, se debe elegir aquella procedencia que presente la mayor similitud entre las condiciones ecológicas del sitio de donde proviene y las del sitio de plantación. Se debe tener en mente, sin embargo, que muchas especies exóticas han sido introducidas en forma exitosa sin que exista una concordancia o sin conocer el grado de similitud entre las condiciones ecológicas de la procedencia utilizada y el sitio de plantación; mientras que en otros casos, en los que se ha utilizado una fuente ecológicamente concordante, la introducción ha fracasado.

Mezcla de lotes de semilla

La mezcla de lotes de semilla de la misma o de diferentes zonas semilleras podría ser adecuada dependiendo de (1) el uso de la semilla, (2) la composición genética de los lotes y (3) las diferencias de las condiciones ecológicas prevalcientes entre el área de las fuentes de semilla y el sitio de plantación.

Para reforestación a gran escala se requiere semilla de una zona apropiada y podría ser aceptable usar lotes de varias fuentes de la misma zona. Si el abastecimiento de la zona semillera seleccionada es insuficiente, puede ser necesario utilizar semilla de otra zona para suplir el déficit. En tal caso, es preferible mantener separados los dos lotes de semilla (a) más o (b) menos adecuado, en lugar de mezclarlos.

Se debe notar que aunque se puede mezclar semilla que provenga de la misma zona semillera para usarla localmente sin mayor riesgo, puede suceder que dicha mezcla produzca rodales muy heterogéneos en crecimiento y calidad cuando se utiliza en ambientes muy diferentes. La causa de esta situación puede estar en el hecho de que todos los rodales locales, cuya semilla se encuentra en la mezcla, se han adaptado la

suficientemente bien a su localidad para asegurar un desarrollo razonablemente homogéneo. Sin embargo, cuando se plantan en condiciones de crecimiento distintas pueden aparecer diferencias considerables. Son precisamente estas reservas las que aplican al movimiento de semilla en el mercado internacional. Por lo tanto, se debe ser más estricto en lo que se acepta como mezcla en la introducción de semilla que en la utilización de semilla local. Si la semilla se ha recolectado en diferentes pisos altitudinales dentro de la misma zona semillera, los lotes de cada piso se deben mantener separados.

Rodales no nativos

Toda la discusión anterior se refiere a zonas semilleras en bosques nativos. La situación en plantaciones de especies exóticas es diferente. Debido a que han sido plantadas y se les ha dado cierto manejo, es más simple organizar la recolección de semillas en pequeñas unidades. Por ejemplo, los bloques de plantación están claramente marcados y delimitados en el campo y generalmente han sido monitoreados y ubicados en mapas adecuados. La semilla recolectada de un compartimento o bloque particular puede ser manipulada y transportada individualmente, de la misma forma que la de un rodal semillero. Por otra parte, la adaptación de una población exótica a las condiciones locales, especialmente en la primera rotación, es menos probable que la de un rodal natural en el mismo sitio. Las características genéticas de la población (plantación) exótica pueden estar más fuertemente influenciadas por las condiciones ambientales del bosque en donde evolucionaron sus ancestros, que por las del sitio donde crece como exótica. Por esta razón, cualquier descripción o zonificación ecológica de la localidad de plantación necesita ser complementada con información sobre el pedigree, tal como la hacen Jones y Burley (1973).

6. LITERATURA SELECCIONADA

- Barner, H.** 1972. A Scheme for the control of forest reproductive material. Report of the Second Session of the FAO Panel of Experts on Forest Gene Resources. FAO, Rome.
- Barner, H.** 1975. Identification of sources for procurement of forest reproductive material. Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Thailand. FAO, Rome.
- Bujtenen, J.P., Donovan, G.A., Long, E.M., Robinson, J.F., and Woessner, R.A.** 1971. Introduction to practical forest tree improvement. Forest Genetics Laboratory. Texas Forest Service Circular 207.
- Champion, G. and Seth, S.K.** 1968. A revised survey of the forest types of India. The manager of publications, Delhi-6.
- Chankao, K. et al.** 1975. Meteorological and hydrological summary of the 16 northern provinces of Thailand. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Thailand.
- Cunningham, R.A.** 1975. Provisional tree and shrub seed zones for the great plains. Great Plains Agricultural Council Publication No. 71, USDA Forest Service Res. Pap. RM-150.
- Das Gupta, S.P.** 1976. Atlas of forest resources of India. National Atlas Organization. Department of Science and Technology, Government of India, Calcutta.
- Gopal, Madan.** 1972. Certification of forest reproductive material in India. Proceedings of Symposium on Man-Made Forest in India.
- Gopal, Madan and Pattanath, P.G.** 1979. Certification of forest reproductive material in India. Revised Scheme. Indo-Danish Project on Seed Procurement & Tree Improvement, Hyderabad, Andhra Pradesh.
- Greaves, A.** 1980. Review of the *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa* international provenance trials, 1978. C.F.I. Occasional Paper No. 12, Dept. of For., Comm. For. Ins., Univ. of Oxford.
- Greaves, A.** 1981. Progress in the *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa* international provenance trials. Com. For. Rev. 60 (1) No. 183, 35-43.
- Haley, C.** 1959. Progress in the application of tree breeding in our planted forest. Aust. For. Conf. Batlow (Dept. For., Brisbane).

- Hattemer, H.** 1963. Estimated of heretability published in forest tree breeding research. FAO/FORGEN Vol. 1, 2a/3. Proceedings of the World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement, Stockholm, Sweden. FAO, Rome.
- Holzer, K. and Nather, J.** 1974. Die Identifizierung von forstlichem Vermehrungsgut. (The Identification of forest reproductive material). Sonderdruck aus: 100 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt. Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien.
- Horne, F.R.** 1964. Forest tree seeds in europe and the OECD proposal. Forty-sixth Annual Report on the Int. Crop Impr. Association.
- Jones, N. and Burley, J.** 1973. Seed certification, provenance nomenclature and genetic history in forestry. *Silvae Genetica* Vol. 22:3.
- Kaosa-ard, A.** 1977. Physiological studies on sprouting of teak (*Tectona grandis* Linn.f.) Planting stumps. Ph.D. Thesis Australian National University, Canberra.
- Kaosa-ard, A.** 1979. Annual Report 1977-78. Teak Seed Centre. Ngao Lampang, Thailand.
- Kedharnath, S. and Matthews, J.D.** 1962. Improvement of teak by selection and breeding. *Indian For.* 88: 277-284.
- Lines, R.** 1965. Provenance and the supply of forest tree seed. *Quarterly Journ. of Forestry.* Vol. LIX, No.1.
- Mahapol, S.** 1954. Teak in Thailand. Royal Forest Department, Thailand, Paper No. R.16.
- Miegroet, M. van.** 1972. A forest classification based on management and treatment. *Sylva Gandavensis*, No. 30. The Netherlands.
- Morandini, R.** 1964. Genetics and Improvement of exotic trees. *Unasyuva*, Vol. 18.
- Morgenstern, E.K. and Roche, L.** 1969. Using concepts of selection to delimit seed zones. Proc. Second World Consultation on Forest Tree Breeding. FAO, Rome.
- Niyantara, M.** 1983. Forest inventory in Thailand. KU/FAO. The 3rd seminar on Silviculture Forestry for Rural Community. February 24-25, 1983. Paper No.4.
- OECD.** 1974. OECD Scheme for the control of forest reproductive material moving in international trade. OECD, Paris.
- Piesch, R.F. and Stevenson, R.E.** 1976. Certification of source identified canadian tree seed under the O.E.C.D. Scheme. Forestry technical report 19, Dept. of Fisheries and the Environment, Canadian Forest Service, Ottawa, Canada.

- Rieger, R., Michaelis, A. and Green, M.M.** 1968. A glossary of genetics and cytogenetics. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, N.Y.
- Robbins, A.M.J. and Hughes, C.E.** 1983. Provenance regions for *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa* within the Republic of Honduras. Commonwealth Forestry Institute, Tropical Forestry Paper.
- Roche, L.** 1968. The value of short-term studies in provenance research. *Commonw. For. Rev.*, Vol. 47, 1.
- Rowe, J.S.** 1972. Forest regions of Canada. Dept. of the Environment, Canadian Forest Service. Publication No. 1300, Ottawa.
- Seth, S.K. and Waheed Khan, M.A.** 1958. Regeneration of teak forests. Proceedings of all India teak study tour & symposium, Forest Research Institute, Dehradun, December 1957 to January 1958.
- Snyder, E.B.** 1972. Glossary for forest tree improvement workers. U.S. Dept. of Agric. Forest Service.
- Society of American Foresters.** 1971. Terminology of Forest Science, Technology Practice and Products. Edit. F.C. Ford-Robertson. Washington, D.C.
- Stern, K.** 1964. Population genetics as a basis for selection. *Unasylva*, vol. 18.
- Wright, J.W.** 1962. Genetics of forest tree improvement. FAO/Rome.

7. GLOSARIO

Fuentes:

- FRC:** Rowe, J.S. 1972. Forest Regions of Canada. Dept. of the Environment, Canadian Forest Service. Publication No. 1300, Ottawa.
- GFTI:** Wright, J.W. 1962. Genetics of forest tree improvement. FAO, Rome.
- GFTIW:** Snyder, R., Michaelis, A. and Green, M.M. 1968. A glossary of genetics and cytogenetics. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- OECD:** 1974. OECD. Scheme for the control of forest reproductive material moving in international trade. Paris.
- TFS:** 1971. Society of American Foresters. Terminology of Forest Science, technology practice and products. Ed. F.C. Ford-Robertson. Washington D.C.

Adaptación

El proceso de ajustes evolucionarios (genéticos) que adecúa los individuos o grupos a su ambiente. También un cambio en estructura o función en sí mismo. (GFTIW)

Adaptabilidad

El potencial de adaptación. (GGC)

Aislamiento

1. Geográfico: aislamiento alopátrico. Ausencia de cruzamiento entre poblaciones debido a disturbios o barreras geográficas. (TFS)
2. Aislamiento genético. Ausencia de cruzamiento debido a la presencia de diferencias en los genes o cromosomas que inhiben la fertilización o el desarrollo normal de la semilla. (TFS)

Amplitud (acervo) genético

La suma de todos los genes (alelos) de un determinado grupo de organismos que se entrecruzan. En el sentido más amplio, los bosques naturales o las plantaciones artificiales, tanto de especies nativas como exóticas, son pools genéticos. En un sentido estrecho, los rodales semilleros, las recolecciones de procedencia, los bancos de genes y los arboretos son también pools genéticos. (TFS)

Area de producción de semilla

Un rodal superior (plus) que generalmente es aclareado y mejorado a través de la eliminación de los árboles indeseables y manejado para la producción de semilla pronta y abundantemente.

Asociación

Una comunidad vegetal de algún grado o clase particular. Una asociación puede tener varios organismos dominantes, ocurriendo en mezcla o separadamente en diferentes lugares. (TFS, abreviada).

Catena

Una secuencia (cadena) de suelos diferentes, generalmente derivados de material parental edáfico similar, cada uno de los cuales posee características asociadas a su posición fisiográfica particular. (TFS)

Cepa (línea)

Un grupo de plantas con linaje común, que aunque no son taxonómicamente distintas de otras de la misma especie o variedad, se distinguen sobre la base de productividad, vigor, resistencia a enfermedades, y otras características ecológicas. (TFS)

Climax

La etapa culminante de la sucesión vegetal para un ambiente dado, en la cual la vegetación ha alcanzado una condición altamente estable. (TFS)

Clin

Gradiente geográfico del genotipo o del fenotipo dentro del rango de la especie. Para determinar si un clin es genético se requiere de un experimento en un sitio. Generalmente la variación clinal es consecuencia de un gradiente ambiental. Las subpoblaciones que muestran un cambio continuo (clinal) de una área a otra, no se designan como ecotipos, razas o taxa. (GFTIW)

Clon

Un conjunto de individuos genéticamente uniforme derivado originalmente de un solo individuo, a través de propagación vegetativa: estacas, injertos, secciones, acodos o apomixis. (OECD)

Composición

Composición de un bosque o rodal: la representación de especies arbóreas en él. La composición se expresa cuantitativamente el porcentaje del volumen o el área basal

de cada especie, o como porcentaje del número, sólo a nivel de plántula. (TFS)

Comunidad

Cualquier congregación de organismos que viven juntos, sin implicar ninguna categoría ecológica. (TFS)

Constitución

De un bosque o rodal: la distribución y representación por clases de edad y/o de tamaño. (TFS)

Ecotipo

Una raza adaptada a la acción selectiva de un ambiente particular. La mayoría de las diferencias entre ecotipos se hacen evidentes sólo cuando estos se prueban en un ambiente uniforme. Los ecotipos se describen, por ejemplo, como climáticos o edáficos. (GFTIW)

Estabilidad reproductiva

La capacidad para mantener características distintivas cuando ocurre reproducción recurrente en el tiempo, dependiendo de la edad, desarrollo, número y tipo de árboles que contribuyen y el aislamiento de fuentes de polen externas.

Especie

La principal categoría de clasificación taxonómica en la que se subdividen los géneros. Está constituida por un grupo de individuos similares que tienen varios caracteres correlacionados. Generalmente existe una barrera de esterilidad entre especies o, al menos, una reducción en la fertilidad de los híbridos interespecíficos. La especie es la unidad básica de la taxonomía, en la cual se ha establecido el sistema binomial. La jerarquía menor es: forma, variedad, subespecie, especie. (TFS)

Exótico

Estrictamente hablando, un organismo introducido de otro país. A menudo se usa en un sentido más amplio, para incluir cualquier introducción de otra área. (GFTI)

Fenología

La ciencia que trata del tiempo de la aparición de fenómenos típicamente periódicos durante el ciclo de vida de los organismos, particularmente si estos fenómenos están influenciados por factores locales. Por ejemplo, la migración de pájaros, floración y caída de hojas en plantas, etc. (TFS)

Fenotipo

La planta o carácter tal como lo vemos; estado, descripción o grado de expresión de un carácter; el producto de la interacción de los genes de un organismo (genotipo) con el ambiente. Cuando se consideran el total de las expresiones de caracteres de un individuo, el fenotipo describe el individuo. Fenotipos similares no necesariamente afectan de manera semejante su descendencia. (GFTIW)

Fisiografía

Geografía física. El estudio del origen y evolución de las características estructurales de la superficie de la Tierra. Por ejemplo, el relieve. (TFS)

Fisonomía

Las características externas o la apariencia de cualquier cosa. El hábito de una planta o comunidad de plantas.

Fuente identificada

Una fuente de semillas o plantas, derivada de un área definida (fuente de semilla), registrada por la autoridad correspondiente. La recolección, procesamiento y almacenamiento de la semilla de la fuente identificada, así como la producción de las plantas derivadas normalmente se efectúa bajo la supervisión por la autoridad responsable designada. (TFS)

Fuente semillera

La localidad donde se recolecta un lote de semillas. También la semilla en sí misma. Si el rodal donde se recolecta la semilla es derivado de ancestros no nativos, entonces la fuente original también se registra y se designa como la procedencia. (GFTIW)

Gen

La unidad básica de la herencia, la cual normalmente se asocia con una posición fija (locus) en un cromosoma. Se transmite en los gametos de los padres a su descendencia y gobierna la transmisión y desarrollo de un carácter hereditario. (TFS)

Generación

Todos aquellos individuos de un organismo (especie) que están separados de un ancestro común por el mismo número de ciclos reproductivos. (TFS)

Genotipo

1. Toda la constitución hereditaria de un individuo, con o sin expresión fenotípica de los caracteres subyacentes. También la clasificación genética de esta

constitución expresada en una fórmula. El genotipo es determinado principalmente por el comportamiento de la progenie u otros parientes. El genotipo interactúa con el ambiente para producir el fenotipo.

2. Individuo(s) caracterizados por una cierta constitución genética. (GFTIW)

Heredabilidad

El grado en el que (la expresión de) un carácter está influenciado por la herencia, en comparación con el ambiente. La heredabilidad en sentido estrecho es la proporción de la variación total que se debe a los efectos genéticos aditivos, (la relación o fracción de la varianza genética aditiva entre la varianza fenotípica). La heredabilidad en sentido amplio, que se aplica a especies propagadas vegetativamente, incluye también los efectos (genéticos) no aditivos. Las heredabilidades altas indican que los fenotipos individuales son indicativos de sus genotipos. Cuando la heredabilidad se calcula con base en datos de los padres y la progenie, esta estima el grado de semejanza entre los padres y su progenie. (GFTIW)

Híbrido

1. La descendencia de padres genéticamente diferentes. El término se aplica tanto a la progenie de cruces dentro de la especie (híbridos intraespecíficos), como a la descendencia de cruces entre especies (híbridos interespecíficos). Los híbridos combinan las características de los padres o muestran algunas nuevas. (GFTIW)
2. Todos los individuos que presentan alelos diferentes. (GFTIW)

Huerto semillero

Una plantación de clones o progenies seleccionadas, la cual está aislada o manejada para eliminar o reducir la polinización de fuentes externas y para producir cosechas de semillas frecuentes, abundantes y fácilmente recolectables. (OECD)

Interacción genotipo-ambiente

El fracaso (la incapacidad) de los genotipos para mantener la misma posición (relativa) y el mismo nivel de diferencia (entre ellos) cuando se prueban (todos) en diferentes ambientes. Los experimentos se plantan en más de una localidad o bajo más de un tratamiento (silvi)cultural (GFTIW), es decir, en más de un ambiente.

Intercruzamiento

Cruzamiento de individuos con capacidad real o potencial para hibridizar. Es el proceso que mantiene los individuos juntos en poblaciones, las poblaciones en subespecies (razas) y especies. (GGC)

Laterita

Término aplicado originalmente a subsuelos residuales arcillosos rojos o rojiamarillos, los cuales se encuentran extensamente en el subcontinente Indio, naturalmente pesados o compactados cuando están expuestos. Muy usados para fabricar ladrillos. Subsecuentemente aplicado a cualquier arcilla tropical moteada, roja o amarilla. (TFS)

Material reproductivo

Semillas: Conos, frutos o semillas destinados para la producción de plantas.

Partes de plantas: Estacas de tallo hoja y raíz, injertos o acodos destinados para la producción de plantas.

Plantas: Plantas producidas a través de semillas o partes de plantas, incluyendo también regeneración natural. (OECD)

Morfología

La forma y estructura interna y externa de plantas completas, órganos, tejidos o células. También el estudio de dicha forma y estructura, incluyendo los ciclos de vida de los organismos. La morfología interna es comúnmente conocida como anatomía. El estudio de los aspectos funcionales de la estructura pertenece a la fisiología y no de la morfología. (GFTIW)

OECD

La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo.

Origen

Para un rodal nativo el origen es el lugar donde está creciendo. Para un rodal no nativo el origen es el lugar de donde se introdujeron originalmente las semillas o las plantas. (OECD)

Orográfico

Relacionado con el carácter físico, las características y la posición relativa de las montañas.

Pedigree

La genealogía de un individuo, familia o estirpe y su registro. (TFS)

Piroclástico

Formado de fragmentos partidos en el proceso de una erupción volcánica.

Población

1. **Genética:** un grupo de individuos que están relacionados por descendientes comunes y que pueden ser tratados por conveniencia como una unidad.
2. **Estadística:** un grupo de observaciones (o los individuos a los que se les hace las observaciones) que son homogéneas. (GFTI)

Procedencia

El lugar en el que está creciendo cualquier rodal. El rodal puede ser nativo o exótico. (OECD)

Progenie

La descendencia o prole de un cruce particular o de una pareja particular. Un individuo particular en el caso de reproducción apomíctica. (OECD)

Raza

Una categoría intraespecífica. En principio una población o grupo de poblaciones con frecuencias genéticas particulares o con las características estructurales de los cromosomas que las distinguen de otras poblaciones, dentro de una subespecie formalmente reconocida o dentro de una especie. La diferencia entre razas es relativa, no absoluta. El término subespecie frecuentemente es usado con el mismo sentido que raza. Cualquier raza se puede cruzar libremente con cualquier otra raza de la misma especie. Cuando diferentes razas de una especie (biológica) ocupan territorios separados geográficamente se dice que son alopátricas; cuando ocupan el mismo territorio son simpátricas. Las razas se pueden convertir en especies distintas cuando se produce un aislamiento reproductivo (con respecto a otras razas de la misma especie), formando así pools genéticos aislados.

Razas "cromosómicas"

Son razas que difieren en la estructura cromosómica o en el número de cromosomas (poliplotipos). (GGC)

Razas ecológicas

Son razas locales que deben la mayoría de sus conspicuos atributos al efecto selectivo de un ambiente específico. (Ecotipos).

Razas fisiológicas

Son razas caracterizadas por aspectos fisiológicos, en vez de morfológicos.

Razas geográficas

Son subespecies que ocupan subdivisiones geográficas del rango de la especie.

Rocas metamórficas

Rocas que han sido "re-formadas" o "re-cristalizadas" debido a cambios extremos en presión y temperatura.

Región forestal

Una zona o faja geográfica mayor caracterizada vegetacionalmente por una amplia uniformidad, tanto en fisonomía como en composición de las especies arbóreas dominantes. (FRC)

Rodal

Una población de árboles que posee una composición, constitución y organización suficientemente uniforme para distinguirla de otras poblaciones adyacentes. (OECD)

Rodal nativo o indígena

Un rodal que se ha regenerado continua y naturalmente. También un rodal plantado con semilla recolectada de un rodal nativo de la misma región de procedencia (donde se planta). (OECD)

Rodal selecto o seleccionado

Un rodal de árboles superiores al promedio para las condiciones ecológicas prevalecientes, cuando se juzga por el criterio establecido por la OECD, el cual puede ser tratado (manejado) para la producción de semillas. Cuando sea necesario, particularmente para cumplir con el requisito de uniformidad, la aprobación de un rodal seleccionado puede depender de la eliminación de árboles inferiores. (OECD)

Sección Forestal

Una división de la región, concebida como una área geográfica que posee una individualidad que se expresa, en relación a otras secciones, en un patrón de vegetación y fisiográfico distintivo. (FRC)

Selección

1. Selección natural: actúa para preservar en la naturaleza variaciones favorables y finalmente para eliminar aquellos (individuos) que son "perjudiciales" (Darwin). Es una consecuencia de las diferencias entre genotipos con respecto a su habilidad para producir descendencia y representa un proceso sin propósito definido cuya forma primaria (Selección Darwiniana) ocurre entre individuos en una población. Sin embargo, tanto la competencia como la selección ocurren

entre unidades biológicas reproducibles de menor o mayor complejidad que la de un individuo.

2. **Selección artificial:** En contraste con la selección natural, es un proceso con metas y propósitos bien definidos, establecidos por los mejoradores y significa selección aplicada bajo un conjunto definido de condiciones ambientales. La selección artificial normalmente ocurre (se aplica) a cruces controlados realizados entre un grupo reducido de genotipos, y su objetivo es cambiar caracteres fenotípicos específicos de una población. Cuando se aplica a un carácter, casi siempre produce cambios en otros ("respuesta correlacionada"). (GGC)

Superior

Término no técnico que se refiere a selecciones (individuos o grupos seleccionados) que parecen o han probado ser sobresalientes. (GFTIW)

Tipo forestal

Una categoría de bosque definida por su vegetación (particularmente su composición) y o factores de localidad. (TFS)

Zona o unidad de recolección de semillas

Zona con árboles relativamente uniformes en su constitución genética (racial), determinada por la evaluación de las progenies de varias fuentes de semilla. El área comprendida generalmente tiene límites geográficos, clima y condiciones de crecimiento definidas. Una raza geográfica puede estar dividida en varias zonas. (GFTIW)

Rodales Semilleros de Procedencia y Rodales de Conservación de Procedencia

(Provenance seed stands and provenance conservation stands)

Nota Técnica No.14

R.L. Willan

Humblebaek, Dinamarca. Mayo 1984

CONTENIDO

	PAGINA
1. INTRODUCCION	43
Agradecimientos	
2. DEFINICIONES	43
Rodal Semillero de Procedencia (RSP)	
Rodales de Conservación de Procedencia (RCP)	
3. ESTABLECIMIENTO	49
Vivero	
Area total de Rodales Semilleros de Procedencias	
Area total de Rodales de Conservación de Procedencias	
Diseño de los rodales	
Localización de los rodales	
Establecimiento	
Protección y mantenimiento	
4. RALEOS	55
Rodales Semilleros de Procedencias	
Rodales de Conservación de Procedencias	
Efectos de los raleos sobre el sotobosque	
5. REGISTRO DE INFORMACION	57
6. REFERENCIAS	58
7. ANEXOS	61
7.1 Selección de árboles plus	
7.2 Métodos y parcelas para selección y raleos	
7.3 Guía para un régimen de aclareo sistemático	
7.4 Formularios para Rodales Semilleros de Procedencias y Rodales de Conservación de Procedencias.	

1. INTRODUCCION

Uno de los objetivos de los programas de trabajo actuales de los centros de semillas es poner a disposición de los usuarios procedencias con gran potencial para el establecimiento de plantaciones en uno o más tipos de sitio, en cantidades adecuadas para el establecimiento de rodales semilleros y rodales de conservación *ex situ*. Actualmente se tiene a disposición para estos propósitos semillas de recolecciones en semi-bulto (mezcla balanceada de semilla de varios árboles seleccionados) de varias especies de pinos tropicales. Próximamente se dispondrá también de semillas de *Tectona* y *Gmelina*.

Esta nota técnica describe los métodos recomendados para el establecimiento y manejo de **RODALES SEMILLEROS DE PROCEDENCIA Y RODALES DE CONSERVACION DE PROCEDENCIA**. Algunos países han establecido sus propios procedimientos de manejo de rodales semilleros, pero en otros, pueden ser de gran ayuda los que se describen en este documento. También puede ser de utilidad la estandarización de los métodos de manejo de país a país, tal como los métodos recomendados para los primeros ensayos internacionales de procedencias que favorecieron un enfoque común en el diseño, establecimiento, mantenimiento, evaluación, etc. Sin embargo, las condiciones de sitio varían ampliamente, por lo que se necesita un enfoque flexible para adaptar las recomendaciones generales a los problemas de cada localidad.

Agradecimientos

Se agradece los valiosos comentarios y sugerencias para mejorar este texto aportados por H. Barner (Humblebaek), R.D. Barnes (Oxford), B. Ditlevsen, J. Granhof y H. Keiding (Humblebaek).

2. DEFINICIONES

Rodal Semillero de Procedencia (RSP)

El Area de Producción de Semillas tradicional (APS), conocida también como Rodal Semillero, se define generalmente como "un rodal superior (plus) que normalmente es aclareado y mejorado a través de la remoción de los árboles indeseables y que es manejado para una producción pronta y abundante de semillas" (Snyder, 1972). Descripciones y definiciones adicionales se pueden encontrar en Matthews (1964), Squillace (1970), Barner (1975), Keiding (1975) y Mittak (1979). Una área de producción de semillas puede ser natural o plantada y presenta las siguientes características:

- a.- Es de edad suficiente para tener una seguridad razonable de que está bien adaptado al sitio y que continuará mostrando un crecimiento rápido, buena forma y un buen estado fitosanitario.
- b.- Presenta una apariencia fenotípica superior a otros rodales de edad y sitio similares.
- c.- Tiene suficiente edad para producir, o estar próximo a producir, abundante cosecha de semillas.
- d.- La calidad fenotípica promedio y la capacidad de producir semilla de los árboles remanentes se mejora mediante la eliminación de los árboles inferiores.
- e.- Antes de la selección no ha sido manejado con el objetivo principal de producir semilla.

La categoría de "Rodal Selecto" según el Esquema de Control de Comercio Internacional de Material Reproductivo Forestal de la OECD tiene una definición similar: "Un rodal de árboles superiores al promedio aceptado para las condiciones prevalecientes ... el cual es manejado para la producción de semilla", aunque en este caso, los tratamientos son opcionales en vez de obligatorios. Los términos "Áreas Semilleras Registradas" o "Rodales Selectos" usados para *Cupressus lusitanica* en Kenya (Dyson, 1969) incluyen raleos obligatorios para mejorar la calidad del rodal, lo que concuerda con la definición de Snyder.

La mayoría de los autores señalan la importancia de mantener algún grado de aislamiento de las áreas productoras de semillas (APS) para evitar la contaminación con polen de rodales inferiores o la hibridación con otras especies. El aislamiento total es imposible en la mayoría de los casos. Una contaminación máxima del 20% de polen externo ha sido aceptada para *Pinus sylvestris* en Finlandia (Koski, 1982). El porcentaje de contaminación puede reducirse no sólo aumentando la distancia entre el área productora de semilla y otras fuentes externas de polen indeseable, talando o raleando dichas fuentes indeseables o estableciendo barreras físicas con otras especies (como por ejemplo plantando fajas de *Eucalyptus* alrededor de una APS de *Gmelina*), sino también, aumentando la producción de polen en el área productora de semilla en cuestión. Por esta razón, generalmente se recomienda un área mínima de 3-5 ha (Andersson, 1963; Koski, 1982) y que la semilla no se recolecte de árboles cercanos a los bordes.

Se estima que la ganancia genética que se obtiene del uso de semilla procedente de áreas de producción de semilla es modesta, debido a que la intensidad de selección es baja. Los fuertes raleos que se efectúan en las APS seleccionan generalmente uno de cada diez árboles (1:10) plantados originalmente. A esto hay que agregar la ganancia que resulta de la selección de una APS entre varios rodales de edad y condiciones de sitio similares. En el caso de ciprés en Kenya, se seleccionó un rodal entre veinte candidatos, de modo que el factor de selección final fue de 1:200 (1:

20x10) (Dyson, 1969). Este valor es todavía bajo en comparación con el usado en la selección de árboles plus en plantaciones, que por lo general es de 1:10.000 a 1:100.000. Existe poca evidencia de la ganancia genética real que se obtiene con las APS. Se ha estimado para DAP desde un 6% para *Pinus radiata* en Nueva Zelanda (Shelbourne, 1969) hasta un 25% para *Cupressus lusitanica* en Kenya (Dyson, 1969), 25% para rectitud del fuste en *Pinus radiata* (Shelbourne, 1969) y 6% para volumen en *P. sylvestris* en Finlandia (Oskarsson, 1971). Cerca de la mitad de las ganancias estimadas provienen de la selección del rodal y la otra mitad del mejoramiento del rodal a través de raleos.

Los RSP difieren de las APS tradicionales en los siguientes aspectos:

- i.- Su principal objetivo (la producción de semilla) se conoce desde antes plantarlo. Esto tiene la gran ventaja de que se puede seleccionar un sitio con buen acceso, aislado de fuentes indeseables de polen y con condiciones adecuadas para una buena producción de semillas. El manejo también se puede orientar desde el principio hacia la producción de semillas, a través, por ejemplo, de raleos tempranos y aplicación de fertilizantes.
- ii.- Existe inevitablemente un intervalo de tiempo entre la plantación del rodal y la producción de semilla. Los RSP carecen de la ventaja de las APS, las cuales producen semilla (casi) inmediatamente, aunque con una modesta ganancia genética.
- iii. Mientras la evaluación de la superioridad de las APS con respecto a otros rodales y de los árboles remanentes dentro de la APS se basa en el fenotipo (la superioridad genética debe ser evaluada posteriormente a través de pruebas de progenie), la evaluación de la adaptación superior de una determinada procedencia, usada para establecer un RSP, se basa en resultados de ensayos de procedencias establecidos en la misma área o en sitios similares. Para *P. caribaea* y *P. oocarpa*, la mejor fuente de información son los ensayos organizados por el Instituto Forestal de Oxford y para *Tectona grandis* y *Gmelina arborea*, organizados por el Centro de Semillas Forestales de DANIDA.

La adaptabilidad de ciertas procedencias a localidades particulares o en algunos casos, a un rango amplio de sitios, demostrada en los ensayos internacionales, es una razón de peso para establecer, lo antes posible, mayores áreas de rodales semilleros de las procedencias superiores.

La mayoría de las recolecciones provienen de 100-200 árboles por procedencia, bien espaciados, los cuales deben proveer una base genética suficientemente amplia para futuros trabajos de mejoramiento, sin riesgos serios de endogamia. Al mismo tiempo, la selección de árboles semilleros dominantes o codominantes de calidad fenotípica superior al promedio, busca que una mayor proporción de los alelos deseables este presente en la nueva generación en el RSP.

Un RSP establecido con el objetivo de producción de semilla se asemeja a un huerto semillero de plántulas. Sin embargo, la intensidad de selección de los árboles madre

es mucho más baja. En el caso de un huerto semillero de plántulas, los árboles madre (plus) de los que se colecta la semilla para establecer el huerto, se seleccionan a una intensidad de 1:10.000 a 1:100.000, generalmente de grandes plantaciones. Cada árbol madre se registra, se mapea y se preserva y además se mantiene el pedigree de sus árboles descendientes incluidos en el huerto. En el caso del RSP, la selección de los árboles madre es mucho menos intensiva. Comúnmente se recolecta semilla de árboles seleccionados al azar, con la restricción de que no sean de calidad inferior al promedio de los codominantes y dominantes, separados por lo menos 100 m. Dentro de esta categoría, la selección está muy cerca al azar; sin embargo, está restringido a el hecho de que algunos árboles producen poca o ninguna cosecha de semilla, por lo que no pueden ser incluidos en la muestra. Posteriormente, la semilla de los árboles se mezcla, perdiéndose la información sobre la relación parental entre los descendientes.

En la medida en que los RSP alcanzan la edad reproductiva, las diferencias aparentes con respecto a las APS comunes van desapareciendo. Sin embargo, como se da un manejo específico desde que se planta, se espera que la producción de semillas del RSP debe ser mayor. La procedencia de los árboles madres se conoce perfectamente lo cual no siempre es el caso de las APS tradicionales. Además, la adaptabilidad a las condiciones ambientales locales de la procedencia utilizada ha sido demostrada en ensayos previos.

El RSP es equivalente al "Rodal Fuente de Procedencia" (Provenance Resource Stand) usado en Queensland para *Pinus caribaea var. hondurensis*. Nikles y Newton (1980) lo definieron como "una plantación forestal de procedencia conocida y base genética amplia, cuyos límites están definidos en el campo y en mapas oficiales, que puede ser usada para seleccionar árboles plus, recolección de semilla, conservar la procedencia, etc". En Queensland, se busca preservar los mejores árboles de estos rodales para futuros trabajos de mejoramiento y producir, al mismo tiempo un rodal maderable de buena calidad.

En resumen, un Rodal Semillero de Procedencia se puede definir como un rodal de procedencia conocida, preferiblemente evaluada, de comportamiento superior probado en ensayos de procedencias y de base genética amplia, el cual ha sido 1) plantado y manejado con el objetivo principal de producir semilla pronta y abundante, 2) aislado para reducir la polinización externa y 3) aclareado y mejorado a través de la eliminación de los árboles indeseables.

Rodales de Conservación de Procedencia (RCP)

Los Rodales de Conservación de Procedencia pueden establecerse *in situ* o *ex situ*. Si existe un buen control sobre la tierra por parte de las autoridades, como por ejemplo en Parques Nacionales bien manejados, la conservación *in situ* es un método eficiente para la preservación de procedencias. Tiene la ventaja de que se conserva no sólo las procedencias y especies de interés, sino el ecosistema completo y se mantienen, además, las frecuencias génicas y los genotipos, y no sólo los genes adaptados al

ambiente local. Sin embargo, en muchas áreas tropicales, la creciente presión por la tierra y la deforestación dificulta o imposibilita la conservación de procedencias valiosas dentro de su área distribución natural. En estos casos, las recolecciones de árboles seleccionados (mezcladas en "semi-bulto") de estas procedencias en peligro de extinción, su posterior plantación en rodales semilleros y rodales de conservación *ex situ* (en sitios donde la conservación y el manejo es seguro), pueden desempeñar un papel vital en la conservación de recursos genéticos de inmenso valor para muchos países. Esta Nota Técnica trata específicamente sobre Rodales de Conservación de Procedencia plantados *ex situ*.

Cualquier plantación comercial exitosa conserva recursos genéticos forestales. Sin embargo, el manejo posterior de las mismas puede tener un considerable efecto sobre la amplitud del pool genético que conserva. Por ejemplo, un Rodal Semillero de Procedencia plantado con semilla de 20 árboles madre, de los cuales dos son consistentemente superiores a los restantes 18, y raleado dejando sólo el mejor de cada diez árboles, puede ser reducido finalmente a un rodal compuesto solamente por dos familias de medios hermanos, descendientes de las dos madres superiores. Esto puede llevar a provocar depresión endogámica y aumentar el riesgo de plagas y enfermedades.

Mientras el manejo de los RSP se orienta hacia favorecer los árboles más adecuados para los objetivos actuales de producción (crecimiento, rectitud del fuste, calidad de la madera, etc), el manejo de los RCP trata de conservar la mayor diversidad genética posible, incluyendo árboles "inferiores", como un seguro contra riesgos imprevisibles y cambios en las necesidades futuras.

No es posible ni deseable conservar cada genotipo. Aún los sistemas de conservación más rígidos no pueden evitar que cambien las frecuencias génicas debido a las fuerzas naturales de evolución: La conservación evolutiva de Guldager (1975). Algunos genotipos mueren debido a que no pueden enfrentar algunas de las condiciones locales, tales como la ocurrencia de heladas, ataques de insectos o competencia intensa. Las pérdidas pueden ser aceptadas en rodales de conservación plantados, de la misma manera que se aceptan las que ocurren con el tiempo en rodales naturales no manejados.

Se debe tener la precaución de no concentrar todo el pool genético en un sólo rodal grande. Si el material se planta en varios sitios, las posibilidades de perder todo el material en un solo desastre se reducen considerablemente, más aún si las condiciones ambientales de los sitios son diferentes. La conservación evolutiva selecciona pools de genes un poco diferentes en cada sitio y el pool genético total será entonces más amplio.

Es posible argumentar que un grupo de RSP dispersos, manejados según los objetivos actuales de producción, puede conservar suficiente variación total. Mientras que el manejo de un rodal puede llevar a una reducción de la diversidad genética dentro del mismo, la diversidad genética total todavía puede mantenerse si existe un número suficiente de rodales establecidos en sitios diferentes. Esto puede llevar

eventualmente a la formación de poblaciones de mejoramiento separadas, tales como las que mencionan Namkoong, Barnes y Burley (1980).

Aunque este argumento puede en teoría ser correcto, existen varias razones importantes por las que no se puede tener la total confianza de que un sistema de RSP por sí solo pueda conservar un nivel adecuado de diversidad genética.

- 1.- El conocimiento sobre interacción genotipo-ambiente y las ligaduras genéticas todavía no es adecuado para las especies tropicales. Por tanto, no es posible determinar cuál es el número óptimo de RSP y la mejor distribución espacial para conservar la diversidad genética.
- 2.- Aún si se conociera el patrón de distribución espacial más adecuado de los RSP, no se dispone de suficiente semilla para plantar la cantidad de RSP en muchos sitios que probablemente se necesite.
- 3.- En el caso de algunas procedencias críticamente amenazadas, puede ser difícil o imposible obtener más semilla del rodal natural.

Existen entonces razones suficientes, al menos durante las primeras etapas de desarrollo de los recursos genéticos de procedencias, para establecer RCP manejados para conservar el alto grado de la diversidad genética que existe dentro de rodales (poblaciones).

La mayoría de los países tropicales, los cuales se encuentran en las primeras fases del mejoramiento genético forestal, están más interesados en desarrollar sus propias fuentes de semillas mejoradas a partir de rodales semilleros de procedencia locales que en conservar la diversidad genética. Sin embargo, no existe razón para que los RCP no contribuyan al desarrollo de material genético superior a través de las futuras generaciones de mejoramiento. Dentro de los rodales se pueden marcar y mantener árboles plus para incluirlos en el programa de mejora, mientras se maneja el resto del rodal para preservar el máximo de diversidad genética. El método para realizar esto se describe posteriormente.

En resumen, un Rodal de Conservación de Procedencia se puede definir como un rodal de procedencia conocida, preferiblemente evaluada, de comportamiento superior probado en ensayos de procedencias y de base genética amplia, el cual ha sido 1) plantado y manejado con el objetivo principal de mantener un alto grado de diversidad genética dentro del rodal, 2) aislado para reducir la polinización externa y 3) manejado a través de raleos sistemáticos para conservar una alta proporción de la diversidad genética original en las semillas o el material clonal producido por el rodal.

3. ESTABLECIMIENTO

El manejo de cada RSP y RCP es en muchos aspectos idéntico. Se usa la misma semilla para los dos tipos de rodal, las mismas técnicas de vivero y establecimiento y se aplican las mismas normas de aislamiento y mantenimiento. La principal diferencia es el método de raleos que en los RSP es diseñado para favorecer a los árboles de crecimiento y forma superiores y en los RCP son diseñados para mantener la diversidad genética. Por lo tanto, al menos que se indique lo contrario, las técnicas que se recomiendan a continuación aplican para ambos casos.

Vivero

- 1.- El primer objetivo de los procedimientos de vivero, plantación y mantenimiento debe ser el establecimiento de un rodal uniforme, de alta sobrevivencia y vigoroso. En consecuencia, se recomienda que se adopten las mejores prácticas para asegurar la máxima sobrevivencia y un adecuado crecimiento, bajo la supervisión cercana de personal técnico de experiencia.
- 2.- Para pinos, se recomienda la siembra directa en bolsas o potes cuando la experiencia local indica que esta es una práctica exitosa. Si por alguna razón este método no es adecuado, la siembra se debe hacer en camas de arena, seguida por un cuidadoso trasplante a las bolsas o potes.

Para las especies que se plantan en pseudoestaca, como la *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Bombacopsis quinata*, etc, se debe dar un espaciamiento adecuado en vivero para desarrollar plantas vigorosas.

- 3.- Las micorrizas son un elemento esencial para el crecimiento de los pinos tropicales. Se supone que algunas parcelas locales contienen micorriza y se recomienda mezclar suelo con micorriza con el suelo que se usa en el vivero. También se puede dar una aspersión al suelo con agua que contenga esporas de las micorrizas, las cuales se pueden obtener de las estructuras reproductivas del hongo que se pueden conseguir en las plantaciones locales.
- 4.- El riego, la sombra, la poda de raíces, la fertilización, las deshieras, etc. deben hacerse según la mejor experiencia local. Existen varias guías de vivero disponibles para los pinos tropicales y para varias de las especies latifoliadas de plantación más importantes .
- 5.- Una diferencia importante con respecto a los métodos comunes de vivero está en la selección de arbolitos. En el caso de los viveros para RSP y RCP se deben eliminar sólo los árboles que están muriendo. No se debe hacer eliminación por germinación o crecimiento lento. En algunas especies el crecimiento inicial en vivero está correlacionado con el tamaño de la semilla pero no con el comportamiento posterior en el campo. En un RCP el objetivo es la conservación de la máxima diversidad genética, mientras que en un RSP el

objetivo es efectuar selección sobre la base de comportamiento en el campo. En ambos casos, se debe eliminar la práctica de plantar el "mejor" material de vivero.

- 6.- Todas las bolsas o potes deben ser bien identificados (preferiblemente con colores distintivos) durante la fase de vivero y establecimiento, para evitar cualquier confusión entre procedencias o entre las procedencias y el material que se produce de rutina en el vivero.

Area total de los Rodales Semilleros de Procedencia

El Cuadro 1 brinda para algunas especies estimaciones aproximadas de los promedios de producción de semilla que se pueden esperar de buenos años semilleros en RSP. Es probable que la producción varíe de procedencia a procedencia y de sitio a sitio. Estas estimaciones son sólo una guía para establecer el área total requerida para llenar la demanda anual de semilla de una determinada procedencia. Por ejemplo, si se va a plantar 1800 ha/año de una procedencia de *P. caribaea* var. *hondurensis*, el área productiva del RSP debe ser de 6 ha.

Cuadro 1. Estimaciones de producción de semilla y plantas por ha de RSP

Especie	Producción buenos años (kg/ha)	Semillas puras/kg	Porc. (%) plantas	Plantas útiles/ha de RSP	Area anual de plantación/ha de RSP*
<i>P. caribaea</i> var. <i>hond.</i>	15,0	60.000	45	405.000	300
<i>P. tecunumanii</i>	6,0	78.000	45	210.000	156
<i>P. patula</i>	15,0	125.000	36	675.000	500
<i>G. arborea</i>	300,0	1.600	50	240.000	178
<i>T. grandis</i>	200,0	2.000	10	40.000	30
<i>C. alliodora</i>	100,0	80.000	50	4.000.000	2963
<i>E. deglupta</i>	50,0	10.000.000	10	50.000.000	37.000

* Se asume un total de 1350 plantas útiles por ha (distanciamiento 3x3 m más el replante)

En la práctica el área total de los RSP, especialmente de las procedencias más "populares", se limita al menos inicialmente a la cantidad de semilla disponible.

Area total de Rodales de Conservación de Procedencia

Como una guía aproximada, se sugiere que cada país trate de plantar los RCP con un área total de un quinto del área requerida para los RSP de la misma procedencia.

Diseño de los Rodales

- 1.- En general, tanto para los RSP como para los RCP se recomienda un área de 5-10 ha por rodal. Rodales menores de 5 ha difícilmente aportan suficiente cantidad de polen para reducir el porcentaje de contaminación externa a límites aceptables. A una densidad final de 150 árb./ha un rodal de 5 ha contendrá 750 árboles semilleros, los cuales deberán ser suficientes para mantener un nivel aceptable de diversidad genética en la siguiente generación. Un área mayor de 10 ha es aceptable, pero se considera preferible dividir el pool genético entre varios rodales, para reducir el riesgo de pérdidas por catástrofes naturales y para mantener una diversidad genética mayor, la cual está relacionada con el número de sitios. De esta manera, por ejemplo, un total de 30 ha de RSP o RCP es mejor repartirlo entre tres sitios de 10 ha cada uno. Se debe asumir el costo adicional de proteger varios rodales en lugar de uno y así reducir los riesgos y mantener una base genética más amplia.
- 2.- La forma de rodal recomendada es aproximadamente cuadrada (300 x 330 m para 10 ha, 220 x 230 m para 5 ha). Si las circunstancias obligan a cambiar la forma rectangular u otra, el "ancho" más pequeño no debe ser menor de 150 m, para evitar que una parte importante de la nube de polen salga fuera del rodal (Koski, 1982).
- 3.- Se recomienda el mejor aislamiento posible de estos rodales para minimizar la hibridación entre ellos y con parcelas, ensayos o plantaciones existentes o planificadas de la misma u otra especie que tenga posibilidades de hibridar. En este contexto, se recomienda tomar en cuenta la dirección predominante del viento, estableciendo la faja de aislamiento de mayor ancho en la sección de barlovento. Se recomienda además, un aislamiento mínimo de 350 m, aunque este depende de la distancia de dispersión del polen por parte de los polinizadores de cada especie. Para la mayoría de las especies forestales no se cuenta con esta información. Cuando se plantan RSP o RCP de varias procedencias en el mismo sitio, debe existir una distancia mínima de separación de 330 m.
- 4.- Es conveniente plantar las fajas de aislamiento con especies de otro género, produciendo una barrera física "no-hibridizante" que puede manejarse como parte integral del RSP o RCP. Estas barreras a menudo son más efectivas que las fajas no plantadas. Algunas veces es posible alternar rodales de especies de géneros diferentes. Por ejemplo, un rodal de teca puede estar separado por rodales de procedencias de pino. Otra forma es plantar los rodales en medio de plantaciones comerciales de otra especie. El establecimiento de las dos especies se puede hacer al mismo tiempo. Por otra parte, los RSP y RCP también se pueden plantar después de la tala de alguna sección de una plantación existente.
- 5.- Las condiciones locales determinarán las necesidades de demarcación y

protección de los rodales para prevenir daños accidentales. En algunos casos es necesario cercar el área para evitar el ingreso de animales.

- 6.- Se recomienda un espaciamiento de 3 x 3 m para permitir la mecanización de labores y posteriores raleos.

Localización de los rodales

- 1.- Se deben seleccionar uno o más sitios que sean representativos de las condiciones de clima y suelo de las áreas donde se establecerán las plantaciones comerciales. La prioridad en la escogencia del primer sitio debe dársele a aquel típico del área donde la procedencia ha demostrado su potencial de crecimiento vegetativo y de producción de semilla, en ensayos de procedencias anteriores. En algunos casos, el sitio donde ocurre el mejor crecimiento no coincide con el más adecuado para la producción de semilla.
- 2.- Los demás sitios deben diferir significativamente del primer sitio en uno o más aspectos: más frío o más caliente, más húmedo o más seco, más fértil o menos fértil, etc. Las diferencias entre los sitios no deben ser tan grandes que las procedencias no crezcan bien o no produzcan semilla. Es deseable que el rodal del primer sitio sea más grande que el de los demás sitios. Por ejemplo, 10 ha el sitio principal y 5 ha cada uno de los sitios adicionales.
- 3.- Todos los sitios deben de ser de una calidad al menos moderada. Se debe evaluar adecuadamente el suelo antes de tomar la decisión final y se deben evitar suelos atípicos, marginales o degradados.
- 4.- En algunos casos, si en el área principal de plantación la procedencia produce una buena cosecha de madera pero poca semilla, puede ser recomendable plantar RCP en sitios "externos" favorables para la producción de semilla. Para algunos pinos cada día existe más información sobre los factores que afectan la producción de semillas. Por ejemplo, las condiciones óptimas para la producción de semilla de *P. caribaea var. hondurensis* parecen ser la combinación de una estación seca marcada, con una temperatura media anual de aproximadamente 24,5 °C, una temperatura media diaria del mes más frío de 21 °C y una temperatura media diaria del mes más cálido de 27 °C (Delwaulle, 1982; Gibson *et al.*, 1983). Para *P. patula* en Zimbabwe a 19° latitud sur, la mejor producción de semilla se presenta sobre los 1600 m de altitud, con temperaturas medias anuales menores de 16°C, 11,5°C del mes más frío y 18°C del mes más caliente.

En el caso de existir una fuerte interacción genotipo-ambiente, es posible que los fenotipos superiores, seleccionados en un RSP situado en un clima especialmente favorable para la producción de semilla, no sean igualmente superiores en los diferentes tipos de sitio existentes en el área de plantación. Existe poca evidencia disponible sobre este problema y aún, ante la ausencia

de conocimiento más preciso, el riesgo de trasladar los rodales semilleros es preferible al riesgo de establecer los rodales en sitios donde se inhibe la floración y/o la maduración de frutos.

La localización de los rodales semilleros en sitios "externos" excepcionalmente favorables para la producción de semilla puede estar bien justificada, particularmente en el caso de procedencias altamente productivas que no son buenas productoras de semillas, tanto en su ámbito natural como en las principales áreas de plantaciones donde se han introducido. Se considera beneficiosa cualquier acción que incremente la producción de semilla de fuentes escasas y valiosas. Por otra parte, la plantación de grandes áreas de especies exóticas en climas donde nunca producen semillas, aunque la semilla se pueda obtener de cualquier otra parte, debería ser un asunto de preocupación.

El hecho de que una procedencia, que naturalmente produce buenas cosechas, no produce semilla cuando se planta en un ambiente diferente, puede ser síntoma de que no está bien adaptada y se puede tomar como un aviso de que algo podría resultar mal posteriormente.

- 5.- El acceso a los sitios debe ser adecuado para facilitar el establecimiento, protección y manejo, así como la futura recolección de la semilla
- 6.- La seguridad en la tenencia de la tierra es obviamente de primordial importancia. La propiedad legal debería depender de la autoridad de manejo, por ejemplo, situando los rodales en las reservas forestales del estado.

Establecimiento

- 1.- La preparación del sitio debe ser intensiva, especialmente en climas de baja precipitación y estación seca prolongada. Por este motivo, los rodales se deben ubicar en sitios con pendientes suaves para minimizar la erosión.
- 2.- Se debe prestar especial cuidado a la preparación y transporte de los arbolitos al campo. Por ejemplo, se debe dar riego previo a las plantas para minimizar el impacto cuando se transportan y se plantan en el campo.
- 3.- Se deben eliminar las bolsas plásticas cuando se plantan los árboles.
- 4.- El replante, si fuera necesario, es preferible hacerlo antes de los 2-3 meses después de la plantación, siempre y cuando haya suficiente lluvia.
- 5.- Las condiciones locales van a determinar el tipo y cantidad de malezas que aparecerán después del establecimiento, lo que definirá el método más adecuado para su control. En muchos casos, se acostumbra la limpieza manual "a machete". Cuando se ha hecho una preparación completa del

sitio, se puede aplicar control mecanizado, teniendo mucho cuidado de no dañar los árboles. Se recomienda la eliminación completa de malezas como una precaución para evitar los daños por fuego, especialmente durante los primeros años. Las limpiezas se deben hacer periódicamente hasta que las copas cierren. Se pueden usar cultivos de cobertura si existe buena evidencia de que producen efectos beneficiosos, bajo las condiciones locales.

- 6.- Cuando la experiencia indica que es aconsejable fertilizar durante el establecimiento, las aplicaciones se deben hacer usando las técnicas locales que han dado mejores resultados. Además de los elementos mayores, en ciertas áreas podría ser necesario aplicar micronutrientes, tal como el boro.

Protección y mantenimiento

- 1.- En ciertas áreas es esencial tomar medidas adecuadas para proteger contra el fuego los RSP y RCP. Se recomienda mantener limpias las fajas de protección contra el fuego y las fajas de aislamiento existentes alrededor de los rodales, especialmente en áreas de pastizales donde existen periodos secos prolongados. Después de cierta edad, en algunas especies es posible y deseable la aplicación de quemas controladas dentro del rodal . Por ejemplo, en Queensland, Australia, se aplica fuego controlado en plantaciones de *P. caribaea* después de los 10 años (Nikles, sf). Sin embargo, la aplicación de estas técnicas pueden resultar peligrosas por lo que requieren de gran cuidado y habilidad, así como de personal capacitado.
- 2.- Se deben aplicar medidas de protección contra plagas y enfermedades según las necesidades. Por ejemplo, se podría aplicar químicos contra defoliadores y remover los productos y desechos de los raleos para evitar la reproducción de insectos y otros organismos en ellos.
- 3.- Cuando se utilizan cercas, se deben mantener regularmente para evitar la entrada de ganado y animales silvestres.
- 4.- En pinos tropicales y otras especies se requiere una poda mínima hasta 2 m de altura, para facilitar el acceso a los rodales. Las podas siguientes se deben limitar a la eliminación periódica de ramas enfermas o moribundas, dejando el máximo volumen de copa verde para la producción de semilla. No se deben efectuar podas altas en los mejores árboles, tal como se acostumbra en plantaciones comerciales, ya que estas reducen el crecimiento y la producción de semilla precisamente de esos mejores árboles. La poda de copas, si fuera necesaria, se debe efectuar inmediatamente después de los raleos. En teca y melina normalmente no se necesitan podas, pero se deben eliminar los brotes y bifurcaciones basales durante el primer año, al mismo tiempo que se realiza la limpieza de malezas.
- 5.- Las limpiezas de malezas terminan generalmente cuando cierran las copas,

aunque en ocasiones se debe continuar con la eliminación de lianas y otras plantas trepadoras.

4. RALEOS

Los métodos de raleo que se usan en los RSP difieren radicalmente de los que se usan en los RCP. En los RSP se favorece a los mejores fenotipos (árboles), mientras que en los RCP se conserva la mayor diversidad de árboles posible para mantener la diversidad genética.

Rodales Semilleros de Procedencia

Se cuenta con poca experiencia en raleos de RSP en especies tropicales, por lo que las recomendaciones se dan en términos generales. En la práctica, se deben efectuar las modificaciones necesarias, de acuerdo con la experiencia y conocimientos locales.

El propósito de los raleos es desarrollar copas amplias en los árboles semilleros para aumentar al máximo la producción de semilla por árbol. Esto se logra aislando la copa de los árboles semilleros de sus vecinos. Sin embargo, no es recomendable dejar grandes claros debido, principalmente, a que se podría reducir la cantidad de polen de los árboles vecinos que llega a las flores femeninas, aumentando el riesgo de autopolinización. Una regla útil es que la distancia entre los árboles semilleros debe ser aproximadamente la mitad de la altura promedio de los dominantes y codominantes (Rudolf *et al.*, 1974). Para lograr esto, los programas de raleo deben ser considerablemente más fuertes que los que se usan en plantaciones comerciales para la producción de madera.

Los raleos deben basarse en la altura dominante, de manera que en los buenos sitios se efectúen a más temprana edad que en los malos sitios. En los lugares tropicales más secos, generalmente es recomendable retardar el primer raleo al menos hasta dos años después del cierre de copas, asegurando así la completa supresión de las malezas (especialmente pastos). En pinos tropicales se recomienda un raleo del 50% cuando la altura dominante alcanza los 8 m. En plantaciones de pinos establecidas en trópicos húmedos, el crecimiento de malezas usualmente persiste después del cierre de copas. Esta situación se presenta algunas veces aún hasta en rodales densos no raleados y con un espaciamiento inicial de 2 x 2 m. En estas condiciones es preferible hacer el primer raleo más temprano, cortando las hierbas no palatables y pastoreando la vegetación restante (en pendientes fuertes podría ser necesario mantener la vegetación del suelo para prevenir la erosión). Posteriormente se deben realizar tres raleos adicionales, buscado lograr después de cada raleo una relación "espaciamiento promedio/altura dominante" de aproximadamente 0,5 (50%), reduciendo la densidad a aproximadamente 140 árboles semilleros por ha (espaciamiento promedio 8,5 m) cuando la altura dominante es de 17 m. Para la mayoría de las especies y en sitios

promedio, el raleo final (el cuarto) debería realizarse a una edad de 12-15 años.

En *Gmelina* y otras especies latifoliadas, las tasas de crecimiento y el diámetro de la copa son mayores que en los pinos. Por esta razón se recomienda un raleo adicional (quinto raleo) para alcanzar una densidad final de 80-100 árb./ha. En Tectona, este quinto raleo podría ser necesario, pero se efectúa a una edad mucho mayor, probablemente a los 25-30 años.

Los árboles que permanecen al final de los raleos son aquellos que presentan superioridad en crecimiento, forma del fuste, hábitos de ramificación y que están libres de plagas y enfermedades. En etapas posteriores se debe evaluar la capacidad de producción de semillas y la calidad de la madera (grano en espiral, densidad, etc). En el Anexo 1 se presentan algunos criterios para la selección de árboles plus que podrían aplicarse. Sin embargo, el grado de superioridad de los futuros árboles semilleros sobre sus vecinos es por supuesto mucho menor, debido a una intensidad de selección más pequeña (1:8 a 1:10 para árboles semilleros en RSP vs 1:110 para árboles plus en RCP).

Los métodos de parcelas en líneas y por área que se usan para marcar los raleos se describen en el Anexo 2. La selección temprana de árboles es una operación que requiere habilidad y conocimiento de la arquitectura de la especie en cuestión. En la selección inicial se asume que existe una alta correlación entre el comportamiento juvenil y el comportamiento maduro, de modo que, la mayoría de los árboles que muestran superioridad cuando están jóvenes estarán entre los mejores árboles en la fase adulta. Para la aplicación de los métodos de raleo se asume que existe personal capacitado para identificar cuales son los mejores árboles. Durante el primer raleo no se necesita personal de mucha experiencia si sólo se van a eliminar los peores árboles.

Rodales de Conservación de Procedencia

El programa de raleos que se aplica a los RCP es similar al de los rodales semilleros. Sin embargo, el método de raleo, generalmente sistemático en los RCP, y la intensidad son diferentes. En los RSP los raleos son diseñados para concentrar la máxima producción de semilla en unos pocos árboles superiores. En los RCP se busca una producción aceptable de semilla, pero no se busca una alta producción por árbol individual. De hecho, en los rodales de conservación cuanto más árboles semilleros se retengan, mejor aún, de manera que cada árbol tenga suficiente copa para contribuir a la cosecha. La diversidad genética que pasa a la siguiente generación es mayor que cuando se conservan sólo unos pocos árboles bien espaciados y con copas mucho mayores. La densidad final de los RCP es similar a la que se obtiene en las plantaciones comerciales bien manejadas. Para los pinos tropicales, esto se puede lograr omitiendo los últimos dos raleos prescritos para los RSP. Esto dejará aproximadamente 280 árb/ha en los RCP contra sólo unos 140 en los RSP.

El método más simple para lograr un raleo sistemático que no presente sesgos, es cortar de línea por medio en una dirección durante el primer raleo (50%) y de línea por

medio (en ángulo recto a la dirección del primer raleo) durante el segundo raleo (50%). En el Anexo 3 se ilustra este método.

Aunque el raleo completamente sistemático es el más efectivo para conservar la diversidad genética, su aplicación irrestricta resulta en la eliminación de fenotipos superiores que pueden ser de gran valor en los programas de mejoramiento. Por esta razón, se acepta preservar como máximo los 10 mejores árboles por ha, como excepción al raleo sistemático. Este sistema se ilustra en el Anexo 3. Es necesario enfatizar que se deben retener sólo árboles excepcionales, cuya superioridad es mucho mayor que la que presentan en promedio los árboles remanentes de un rodal semillero. Estos individuos superiores aportarán material vegetativo para el programa de mejora. También proveerán semilla que combina las cualidades genéticas de la madre con la alta diversidad genética de los padres.

La densidad final en RCP de especies con copas anchas (Teca, Gmelina, etc) es menor. Para estas especies se recomienda un tercer raleo en el que se corta un árbol de por medio y de línea diagonal por medio (Anexo 3). Un cuarto raleo se necesita en especies latifoliadas de copa muy amplia (Gmelina) hasta alcanzar una densidad de 140 arb/ha.

Efectos de los raleos sobre el sotobosque

La alta intensidad de raleos en los RSP y RCP puede provocar un aumento en el crecimiento de la vegetación del sotobosque, el cual generalmente reduce la erosión en el piso del bosque. Si aparece una excesiva cantidad de rebrotes después de algún raleo, podría ser deseable posponer el próximo raleo uno o dos años.

La vegetación del sotobosque aumenta el costo de recolección de semillas. Además de la influencia del manejo del dosel, la vegetación del piso del bosque se puede controlar mecánicamente y en ciertos casos con la aplicación cuidadosa de fuegos controlados antes de las recolecciones.

5. REGISTRO DE INFORMACION

Es esencial mantener un registro completo con la historia de los RSP y RCP, incluyendo detalles sobre los métodos de establecimiento y manejo utilizados y observaciones sobre salud, crecimiento, fenología de la floración y producción de semilla, etc. En el Anexo 4 se muestra un ejemplo de un formato adecuado para registrar dicha información, desarrollado por J. Granhof.

6. REFERENCIAS

- Andersson, E.** 1963. Seed stands and seed orchards in the tree breeding of conifers. Proc. World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement, Paper 8/1.
- Barner, H.** 1975. Identification of sources for procurement of forest reproductive material. Report on FAO/DANIDA training course on Forest Seed Collection and Handling, Vol. II pp. 42-64. FAO, Rome.
- Barnes, R.D. and Mullin, L.J.** 1974. Flowering phenology and productivity in clonal seed orchards of *Pinus patula*, *P. elliottii*, *P. taeda* an *P. kesiya* in Rhodesia. For. Res.Paper No.3, Salisbury.
- Barnes, R.D. and Gibson, G.L.** 1984. Experimental design, management and selection traits in provenance trials of tropical pines. Paper for meeting of IUFRO working parties on provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees, Mutare, Zimbabwe.
- Delwaulle, J.C.** 1982. Seed production of *Pinus caribaea*. Forest Genetic Resources Information No.11, p.55. FAO, Rome.
- Dyson, W.G.** 1969. Improvement of stem form and branching characteristics in Kenya cypresses. 2nd. World Consultation on Forest Tree Breeding, Paper 3/5.
- FAO.** 1977. Recommended prescriptions for the establishment and long-term management of ex situ conservation/selection stands. Annexes 7/1 and 7/2. Report of the fourth Session of the FAO Panel of Experts on Forest Gene Resources. FAO, Rome.
- Figuroa, C. and Mittak, W.L.** 1979. Manual para la elección de rodales selectos con fines de la recolección de semillas forestales. BANSEFOR, Guatemala. Doc. de trabajo. Proyecto 6/GUA/01-T.
- Gibson, G.L.** 1982. Genotype - Environment interaction in *Pinus caribaea*. Interim report on Research Scheme Nos. R 3251 and R 3644. Commonwealth Forestry Institute, Oxford.
- Gibson, G.L., Barnes, R.D. and Berrington, J.** 1983. Flowering and its interaction with environment in provenance trials of *Pinus caribaea*. Commonwealth Forestry Rev. 62(4), 251-263.
- Guldager, P.** 1975. Ex-situ conservation in the tropics. The methodology of conservation of forest genetic resources. FAO FO:MISC/75/8.
- Jones, N. and Burley, J.** 1973. Seed certification, provenance nomenclature and

- genetic history on forestry. *Silvae Genetica* 22, Heft 3, pp. 53-58.
- Keiding, H.** 1975. Seed stands. Report on FAO/DANIDA training course on Forest Seed Collection and Handling, Vol.2 pp. 192-211. FAO, Rome.
- Kellison, R.C.** 1969. Upgrading genetic quality. B. Seed production areas. Lecture notes, FAO/North Carolina State forest tree improvement training centre, Raleigh USA, pp.76-78.
- Koski, Veikko.** 1982. Quantified standards for regional clonal seed orchards. Forest Genetics Resources Information. FAO No.11.
- Lang-Brown, J.R.** 1965. Spacing in softwood plantations in Western Uganda. Commonw. For. Rev. No.119.
- Matthews, J.D.** 1964. Seed production and seed certification. *Unasyuva* Vol. 18, Nos. 2-3, pp. 104-108, FAO, Rome.
- Mittak, W.L.** 1978. Manual 2 para la recolección de semillas forestales. INAFOR-BANSEFOR-FAO/TCP. Instituto Nacional Forestal, Guatemala.
- Namkoong, G., Barnes, R.D. and Burley, J.** A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees. Trop. For. Paper No.16, Commonw. For. Inst., Oxford.
- Nikles, D.G.** undated. Provenance Resource Stands (PRSS) of Honduras Caribbean pine in Queensland. Dep. of Forestry, Brisbane (mimeo).
- Nikles, D.G. and Newton, R.S.** 1980. Inventory and use of "provenance resource stands" of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland. Paper for IUFRO joint symposium and workshop, Brazil.
- OECD.** 1974. OECD Scheme for the control of forest reproductive material moving in international trade. OECD, Paris.
- Oskarsson, O.** 1971. Selection differential and the estimate of genetic gain in plus stand. *Folia Forestalia* 104 Helsinki. English summary.
- Rudolf, P.O., Dorman, K.W., Hitt, R.G. and Plummer, A.P.** 1974. Production of genetically improved seed. Chapter 3 in seeds of woody plants in the United States. USDA, Forest Service, Agric. Handbook No. 450.
- Shelbourne, C.J.A.** 1969. Predicted genetic improvement from different breeding methods. Second World Consultation on Forest Tree Breeding, Vol. 2 pp 1023-1029.

Shepherd, K.R. and Slee, M.U. 1969. Tree breeding programmes and silvicultural practice in Australian man-made forests. Paper 9/9 for Second World Consulation on Forest Tree Breeding.

Snyder, E.B. 1972. Glossary for Forest Tree Improvement Workers. USDA, Forest Service.

Squillace, A.E. 1970. Development and action programmes for forest tree improvement. Unasylya 24, Nos. 97-98, p.65.

SELECCION DE ARBOLES PLUS

Para mejorar las características y aumentar el valor económico de las generaciones futuras de árboles, es necesario usar sólo los mejores árboles, tanto para producir semilla como para formar la población de mejoramiento donde se cruzarán con otros árboles superiores. Por lo tanto, se debe tener gran cuidado en la selección de árboles plus.

En primera instancia, los árboles son seleccionados por su superioridad fenotípica. Esta superioridad puede deberse a factores genéticos o a factores ambientales, o a ambos. En la práctica es imposible determinar cuál proporción de la superioridad de los árboles plus es heredable y cuál se debe a condiciones favorables de micrositio. Por esta razón se necesita establecer pruebas de progenie (usando los hijos de los árboles plus) para estimar cuánto de la superioridad fenotípica se debe a superioridad genética y estimar el valor genético de cada árbol en los ambientes de interés. Los árboles que han demostrado su superioridad genética en pruebas de progenie se denominan árboles élite.

La selección de árboles plus usualmente consta de dos etapas. En plantaciones, la primera etapa la realiza personal local a través de la comparación de los árboles candidatos con el promedio de sus vecinos. En la segunda etapa, los árboles candidatos son reevaluados por personal investigador usando sistemas más rigurosos de comparación con otros árboles plus. En los RCP de poca extensión puede ser más fácil realizar la selección en una sola operación, a menos que una inspección previa revele que existen más de 10 candidatos/ha y que se necesita una segunda evaluación más detallada para eliminar los candidatos menos buenos.

Características a evaluar

Los árboles candidatos pueden ser superiores en una o más características. El árbol ideal debe ser superior en todos los rasgos de valor económico, pero estos árboles son excepcionalmente raros. Las características a evaluar van desde las más obvias, tales como el diámetro, la altura y rectitud del fuste, hasta una gran variedad de otros rasgos que dependen de los objetivos del mejoramiento. En las evaluaciones intensivas de los ensayos internacionales de pinos tropicales, se han evaluado 30 rasgos, agrupados tal como sigue (Barnes y Gibson, 1984; Gibson, 1982):

A. Fuste

1. Altura
2. DAP: Diámetro a la altura de pecho (también a 6 m si se desea evaluar la conicidad)
3. Grosor de corteza (a la altura del pecho)
4. Frecuencia y altura de bifurcación
5. Rectitud de fuste

6 Circularidad (cilindrez)**7. Verticalidad****B. Ramificación**

1. Diámetro de ramas
2. Angulo de ramas
3. Número y distribución de ramas (frecuencia de verticilos y número de ramas por verticilo)
4. Orden de las ramas (longitud de primarias, secundarias, etc.)
5. Anomalías en la ramificación (canastas, "ramicorns")

C. Copa

1. Profundidad vertical de copa viva
2. Ancho y simetría de copa
3. Incidencia de "cola de zorro"

D. Reproducción

1. Edad de la primera floración
2. Duración de la producción de flores y semillas
3. Periodicidad de la floración

E. Madera

1. Densidad básica
2. Dimensiones de las fibras (longitud, diámetro)

F. Oleoresinas

1. Producción
2. Composición de terpenos
3. Resina

G. Fitosanidad

1. Resistencia/susceptibilidad a enfermedades
2. Resistencia/susceptibilidad a plagas de insectos
3. Resistencia/susceptibilidad a heladas, fuegos, etc.

La selección de las características a evaluar depende de la especie, la edad de los rodales y el objetivo de producción. Algunas variables, como las reproductivas y las de la madera, no se evalúan hasta que el árbol alcance una cierta edad mínima. Algunas características aplican sólo a ciertas especies, por ejemplo, la producción de resinas. En algunas especies ciertos defectos o plagas son tan importantes que requieren de una evaluación por separado. Tal es el caso del barrenador de las meliáceas (*Hypsiphylia grandela*), de la "cola de zorro" en pinos y de las gambas excesivas en teca. Por lo tanto, es imposible dar una lista de características que se evalúan en todas las circunstancias. Sin embargo, existen algunos rasgos que se incluyen en la mayoría de evaluaciones para la selección de árboles plus cuando el objetivo de producción es madera de aserrío: 1) Producción de volumen, estimado a

través del diámetro y la altura, 2) Forma del fuste, con énfasis en rectitud, circularidad (cilindrez) y bifurcaciones y 3) Hábitos de ramificación (diámetro y ángulo).

Medición vs. puntaje subjetivo de características

Muchas características se pueden medir, pero sólo en algunas pocas se puede hacer en forma rápida y barata. El DAP es una de las más fáciles de medir y es la que muestra mayor correlación con el volumen del árbol. La altura también es importante, pero más difícil de medir. Ambas variables deben ser medidas para todos los árboles candidatos.

Otros rasgos son más difíciles de medir. Por ejemplo, el diámetro promedio de las ramas de la base de la copa viva puede ser expresado como un porcentaje del diámetro del fuste donde salen dichas ramas. Sin embargo, esto podría implicar escalar los árboles candidatos y en algunos casos los árboles vecinos cuando es necesario hacer comparaciones. Un método simple y fácil es hacer una comparación subjetiva ocular entre el candidato y los vecinos para estimar la superioridad usando alguna escala.

Cuanto mayor sea la superioridad mayor debe ser el puntaje asignado. El número máximo de puntos que se puede obtener depende de la variable y de la experiencia local. Un sistema simple es usar una escala de 0-5 para cada variable. El valor 1 debe indicar igualdad con los vecinos, 0 debe indicar inferioridad y 2-5 diferentes grados crecientes de superioridad.

La escogencia de los árboles vecinos (llamados árboles comparadores) con los que se compara el árbol candidato es importante. De acuerdo a la práctica actual, estos deben ser los 5 vecinos más grandes que crecen dentro de un radio de 25 m del árbol candidato. Se estima que estos árboles comparadores han crecido en condiciones ambientales similares al árbol candidato y, puesto que son los mayores vecinos, representan un punto de referencia adecuado para efectuar una comparación rigurosa.

Para variables que se pueden medir, como el DAP y la altura, los valores del árbol candidato se pueden comparar con el promedio de los comparadores y se puede asignar un puntaje aplicando el siguiente sistema:

Condición	Valor
El candidato es menor que el promedio de los comparadores	0
El candidato es aprox. igual que el promedio de los comparadores	1
El candidato es 5-10 % mayor que el promedio de los comparadores	2
El candidato es 10-15 % mayor que el promedio de los comparadores	3
El candidato es 15-20 % mayor que el promedio de los comparadores	4
El candidato es > 20 % mayor que el promedio de los comparadores	5

La ventaja de usar un sistema de calificación de 0-5 para todas las variables es, además de la estandarización en las calificaciones, la facilidad de aplicarlo en el campo.

Ponderación económica

El sistema de 0-5, sin embargo, no considera el valor económico de cada variable. Por ejemplo, el volumen puede ser considerado más importante que las ramas o la copa. Por esta razón es necesario aplicar una ponderación que tome en cuenta la importancia económica de cada característica. Esto es una labor relativamente fácil de hacer en la oficina. En el ejemplo del Cuadro 2 se ilustra la aplicación de ponderaciones económicas.

Ejemplo de evaluación de árboles plus

La mayoría de los proyectos de mejoramiento desarrollan sus propios sistemas de evaluación de árboles plus, adecuado según la especie, la procedencia, las condiciones, el objetivo de producción y los recursos disponibles. El ejemplo del Cuadro 2 muestra un sistema simple que se puede usar durante las primeras etapas de manejo de RSP y RCP, adaptándolo a las circunstancias locales.

Cuadro 2. Ejemplo de evaluación de árbol plus

Característica	Rango de valores	Valor máximo	Peso Económico	Máximo valor ponderado
DAP	0-5	5	x 4	20
Altura	0-5	5	x 2	10
Subtotal volumen				30
Rectitud	0-5	5	x 4	20
Circularidad de fuste	0-5	5	x 1	5
Subtotal de forma de fuste				25
Diámetro ramas	0-5	5	x 2	10
Angulo ramas	0-5	5	x 2	10
Subtotal ramas				20
Profundidad copa	0-5	5	x 1	5
Ancho de copa	0-5	5	x 1	15
Subtotal de copa				20
Libres de plagas y enfermedades	0-5	5	x 3	15
TOTAL				100

Notas

- 1.- Se asume que en árboles muy jóvenes no se evalúan las características reproductivas y de la madera. Esto se realiza posteriormente.
- 2.- Si el árbol obtiene un 0 en más de dos características queda descalificado
- 3.- En el caso del DAP y la Altura el valor obtenido se basa en mediciones de dichas variables. El resto de las variables están calificadas con base en una comparación ocular y subjetiva del árbol candidato con el promedio de los árboles comparadores vecinos.
- 4.- El valor de 5 se da siempre a la mejor condición. El diámetro de ramas 5 se refiere a las ramas más pequeñas posibles en la población de referencia. El ángulo de ramas 5 se refiere a 90° con respecto a la vertical, ángulos más pequeños reciben menos puntaje. Las copas más profundas y las más angostas con relación a la altura del árbol reciben el mayor puntaje.
- 5.- Los árboles enfermos o con ataques de plagas quedan eliminados inmediatamente.
- 6.- Una vez evaluados los candidatos de un rodal se les debe dar prioridad a aquellos que obtienen el mayor puntaje.

Marcación de los árboles plus

Una vez seleccionados los árboles, se les debe marcar clara y permanentemente para evitar que sean cortados y para localizarlos fácilmente cuando se recolecta material genético. Para marcar los árboles candidatos se puede usar una banda blanca doble alrededor del fuste. Cuando el candidato califica como árbol plus se le agrega una banda adicional y el número del árbol.

ANEXO 2METODOS DE PARCELAS PARA SELECCION DE ARBOLES Y RALEOSIntroducción

Los métodos descritos a continuación son adecuados para plantaciones de coníferas de rotación media o larga establecidas para producir madera de aserrío y que necesitan raleos y podas periódicas para promover un crecimiento diamétrico rápido y la producción de madera libre de nudos. Estos métodos no se aplican en plantaciones para leña y pulpa, que normalmente se manejan en rotaciones cortas y sin raleos. Para una descripción más completa de los métodos vea el artículo de Lang-Brown (1965), sobre el cual se basa este anexo.

El objetivo es presentar métodos para la selección temprana de los mejores árboles que serán retenidos en las siguientes operaciones y de los árboles inferiores que serán eliminados en los raleos, para ser aplicados de una manera simple y barata por técnicos medios, con sólo recibir una pequeña capacitación. El uso de parcelas medianas y pequeñas permite definir y asegurar el número de arb./ha que permanecerán, mientras se mantiene una distribución uniforme y se evitan grandes claros en el rodal.

En las primeras etapas se usan parcelas pequeñas de grupos de árboles cuyo tamaño se basa en la densidad original. Este método depende de la densidad, y por tanto de la precisión en el distanciamiento entre y dentro de las hileras de árboles. Después de varios raleos es difícil detectar las líneas originales de árboles. A partir de ese momento, es recomendable utilizar el método de parcelas basadas en área para efectuar los raleos posteriores.

Parcelas basadas en líneas de plantación (Método de Sudán)

Este método se aplica antes del primer raleo y después de la poda para permitir el acceso a la plantación. En especies de rápido crecimiento en sitios promedio el primer raleo puede ser antes de los 5 años.

El personal que marca el raleo debe llevar pintura y brocha para pintar las bandas en los árboles. En una plantación limpia el encargado puede manejar hasta 3 hombres que van pintando árboles. Es conveniente que el encargado lleva alguna vara u otro objeto para marcar los árboles que deben ser pintados.

Con este sistema se usan parcelas cuadradas o rectangulares de 6 a 25 árboles originalmente plantados (se incluyen los muertos). Por ejemplo, si se plantaron 1600 arb./ha (2,5 x 2,5 m) y se usa una parcela de 16 árboles, el número de árboles que se marque (seleccione) por parcela será exactamente un centésimo del total de árboles a marcar por ha. Si la meta es seleccionar 200 árboles candidatos y 600 árboles inferiores por ha, entonces, en cada parcela se pintarán 2 árboles candidatos y se les

hará un corte visible con machete en la corteza a los 6 peores árboles para que sean eliminados en los raleos posteriores. De igual forma, si la cantidad deseada de árboles candidatos es de 139 por hectárea en una plantación establecida a 3 x 3 m (1111 arb./ha), utilizando una parcela de 4 x 4 líneas (16 árboles), el número de árboles a seleccionar por parcela será: $(16 \times 139) / 1111 = 2$.

El Cuadro 3 indica el número de árboles por parcela que corresponde a cada valor de densidad por ha, para tamaños de parcela y densidades iniciales usuales.

Es importante recalcar que el tamaño de parcela se basa en el número original de árboles plantados y no solamente en los sobrevivientes. El tamaño adecuado de parcela depende de las condiciones locales. Una topografía irregular, un rodal con pocos raleos o con un sotobosque muy denso, reducen el tamaño óptimo de parcela.

El uso de números redondos en el tamaño de parcela introduce un sesgo, pero como la cantidad de árboles a seleccionar o a ralear siempre en un rango, este problema no es serio. Si fuera necesario, se puede alternar el número de árboles en cada parcela, de manera que el promedio se aproxime al valor determinado inicialmente. Por ejemplo, basados en la tabla adjunta, usando una parcela de 16 árboles en una plantación a 3 x 3 m, se pueden marcar 380 arb/ha, alternando parcelas donde se marcan 5 y 6 árboles.

La selección de los árboles que deben ser retenidos se efectúa con base en los criterios usuales. No se debe seleccionar árboles con defectos serios de forma, daños o enfermedades (fustes torcidos, inclinados, bifurcados, copa muerta, chancros, ramas muy gruesas o excesivamente verticales, etc.). Se deben dar preferencia a los árboles más vigorosos, basados primeramente en el diámetro y en segundo lugar en la altura.

En las plantaciones comerciales para aserrío la marcación de los mejores árboles es una ayuda para el manejo posterior debido a:

- 1.- Sólo los árboles marcados van a recibir podas altas. La poda selectiva asegura que los beneficios de la misma se concentrarán en los mejores fustes, los cuales permanecerán hasta la cosecha final y los últimos raleos. De esta forma, no se pierde dinero podando árboles que serán removidos en los primeros raleos, generalmente no comerciales.
- 2.- Los raleos, además de remover los árboles enfermos, dañados, deformados o suprimidos, están dirigidos a liberar a los árboles seleccionados y podados de la competencia de árboles grandes no podados y, por tanto, temporalmente más vigorosos. La eliminación de "vecinos peligrosos" debe ser uno de los principales objetivos de los raleos. Por esta razón, aunque la selección de árboles superiores y el marcaje del primer raleo se debe realizar en la misma operación, es esencial marcar en cada parcela los árboles superiores primero y disidir posteriormente cuales árboles ralear.

En los RSP los "vecinos peligrosos" son menos importantes que en las plantaciones

comerciales, ya que a los árboles semilleros no se les realiza podas altas. Aunque este método permite que el marcaje de ciertos raleos sea hecho por personal con poca capacitación, la selección de los mejores árboles debe ser hecha por un forestal experimentado.

En los primeros raleos se deben eliminar todos los árboles no seleccionados antes que cualquiera de los selectos. Estos raleos pueden ser marcados por personal de poca experiencia y aún cuando ocurran algunos errores, la retención de los árboles seleccionados como candidatos a árboles semilleros asegura un rodal semillero final de alta calidad. Se sabe que algunos árboles podrían cambiar su comportamiento durante la rotación (no todos los árboles superiores a los 6 años lo serán necesariamente a los 35 años, aunque se estima que la mayoría sí se mantendrá dentro del grupo de los mejores). Aún así, se piensa que el efecto de este problema es pequeño comparado con las ventajas que ofrece el método en la simplificación del manejo por parte del personal de campo. Sólo se justifica el raleo de un árbol seleccionado en favor de uno no seleccionado en el caso de que un árbol presente daños o enfermedades después de la selección inicial.

Comprobación del espaciamiento

Antes de realizar la selección inicial, es recomendable comprobar si la densidad real horizontal corresponde con la nominal. Pequeñas diferencias no son importantes. Sin embargo, en el caso de que fueran grandes, se deben hacer los ajustes necesarios. Esta situación se presenta principalmente en terrenos ondulados o con pendientes fuertes, donde no se hicieron las correcciones por pendiente del espaciamiento al momento de plantar. El éxito de los métodos de selección y raleo propuestos en este documento depende de un buen estimado de la densidad real (horizontal) por hectárea.

Raleos posteriores

Es muy difícil efectuar los raleos posteriores con base en las líneas e hileras de árboles, debido a que muchas ya no existen. Resulta entonces conveniente, establecer parcelas de 20 x 20 m (1/25 ha) marcando el número predeterminado de árboles a ralear en cada parcela. Por ejemplo, si el número final de árboles por ha es de 150, entonces se deben dejar 6 (150/25) árboles por parcela y ralear el resto. En topografía inclinada se deben hacer los ajustes por pendiente para lograr una parcela de 20 x 20 metros horizontales.

Cuadro 3. Número de árboles por parcela correspondientes a las densidades por hectárea para espaciamientos iniciales de 2 x 2 m, 2,5 x 2,5 m, 3 x 3 m.

Espaciamiento inicial			2 x 2 m	2,5 x 2,5 m	3 x 3 m
Densidad inicial/ha			2.500	1.600	1.111
Tamaño de parcela					
(No. sitios plantados)			arb/ha	arb/ha	arb/ha
25	20	16			
25	20	16	2.500	1.600	1.111
	18		2.250	1.440	1.000
		14	2.187	1.400	972
20	16		2.000	1.280	889
		12	1.875	1.200	833
	14		1.750	1.120	778
		10	1.562	1.000	694
15	12		1.500	960	667
	10	8	1.250	800	556
10	8		1.000	640	444
		6	938	600	417
8			800	512	356
		5	781	500	347
	6		750	480	333
	5	4	625	400	278
6			600	384	267
5	4		500	320	222
		3	469	300	208
4			400	256	178
	3		375	240	167
		2	313	200	139
3			300	192	133
	2		250	160	111
2			200	128	89
		1	156	100	69
	1		125	80	56
1			100	64	44

GUIA PARA UN REGIMEN DE ACLAREO SISTEMATICO²

Los programas de raleos de los RCP plantados *ex situ* deben ser diseñados para mantener su diversidad genética durante la vida del rodal. Para reducir la densidad del RCP sin la introducción de sesgos, se requiere adoptar un régimen de raleos de naturaleza sistemática. El método más simple es eliminar filas completas de árboles a intervalos previamente determinados.

El régimen de dos raleos, propuesto en este anexo, se basa simplemente en mantener una relación del 50% entre el espaciamiento resultante de cada raleo y la altura dominante, en donde se corta un 50 % de la masa inicial en el primer raleo y un 50% de la masa remanente en el segundo raleo. Se estima que estos dos raleos son suficientes para especies de copa estrecha, como algunos pinos y eucaliptos. Para la especie con copa ancha se requiere un tercer raleo del 25% de la masa resultante de segundo, y, en algunos casos, hasta un cuarto raleo donde se remueve un 33% de la masa resultante del tercer raleo. Por ejemplo, en una plantación establecida a 3 x 3 m, las densidades (arb./ha) sucesivas serán 1111, 556, 278, 208 y 139 (asumiendo que no hay mortalidad natural). Adjunto se encuentra un diagrama explicativo de un sistema de raleos estrictamente sistemático.

Cuando se desea hacer selección de árboles superiores para un programa local de mejoramiento se debe flexibilizar el sistema para retener dichos árboles. El método más adecuado es tratar cada árbol seleccionado (S) y los ocho vecinos inmediatos como una sola unidad. En cada unidad se realizan los raleos de la siguiente forma:

Antes del Raleo	Primer Raleo	Segundo Raleo
1 2 3	1 - 3	- - -
4 S 5	- S -	- S -
6 7 8	6 - 8	- - -

En el primer raleo se remueven los árboles 2, 4, 5 y 7 y en el segundo los árboles 1, 3, 6 y 8. Este tipo de raleo afecta (en la vecindad de los árboles seleccionados) la simetría que se espera en la distribución de los árboles, después de los raleos sistemáticos normales. Sin embargo, este pequeño problema ocurrirá a lo sumo en 10 sitios por ha y la mala distribución se reduce cuando el rodal es adulto y no se practiquen más raleos. Por esta razón, se recomienda una distancia mínima entre árboles plus de 12 m. Los diagramas adjuntos muestran como se combinan raleos sistemáticos con raleos de liberación de árboles plus.

² Basado en "Guidelines for management of conservation stands established under FAO/UNEP project No. 1108 75 05"

REGIMEN DE RALEOS

Altura dominante (m)	Raleo hasta No. Arb.	Espaciamiento promedio (m)	Método
inicio	1.111	3,0	-
8	556	4,2	Remover diagonales alternas, manteniendo los árboles plus y cortando 4 de sus vecinos.
12	278	6,0	Remover verticales alternas, manteniendo los árboles plus y eliminar sus restantes 4 vecinos
16	208	7,0	Cortar árbol por medio alternando en las diagonales remanentes. Retener los árboles plus.
18	139	8,5	Remover los árboles remanentes en cada una de las líneas diagonales previamente raleadas. Retener los árboles plus

N.B. En cada raleo se deben revisar los tocones de los raleos anteriores para identificar claramente las líneas, columnas y diagonales de árboles. Preferiblemente se debe marcar cada árbol conforme se desarrolla la operación de raleo.

DIAGRAMAS DE RALEOS SISTEMATICOS
(sin árboles plus)

Primer Raleo

*	-	*	-	*	-	*	-
-	*	-	*	-	*	-	*
*	-	*	-	*	-	*	-
-	*	-	*	-	*	-	*
*	-	*	-	*	-	*	-
-	*	-	*	-	*	-	*
*	-	*	-	*	-	*	-
-	*	-	*	-	*	-	*

Segundo Raleo

-		-		-		-	
	*		*		*		*
-		-		-		-	
	*		*		*		*
-		-		-		-	
	*		*		*		*
-		-		-		-	
	*		*		*		*

Tercer Raleo

*		-		*		-	
	*		*		*		*
*		-		*		-	
	*		*		*		*

Cuarto Raleo

*				*			
	-		*		-		*
*				*			
	-		*		-		*

RODALES DE CONSERVACION DE PROCEDENCIA

PRIMER RALEO

*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	P	-	*	-	*
-	*	-	P	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	x	+	x	*	-	*	-	*	-
-	*	-	*	-	*	-	+	P	+	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	x	+	x	*	-	*	-	*	-
-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*
-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*

P = árbol plus

* = otros árboles no raleados

- = árbol raleado sistemáticamente en diagonales alternas

+ = árboles adicionales raleados para liberar árboles plus

x = árboles retenidos para un próximo raleo

La densidad final es de 560 árb./ha
(556 arb/ha sin árboles plus y raleo sistemático estricto)

RODALES DE CONSERVACION DE PROCEDENCIA

SEGUNDO RALEO

*	*	*	*	*	*	*	*	*
	-	-	-	-	-	-	-	-
*	+	+	*	*	*	P	*	*
	-	P	-	-	-	-	-	-
*	+	+	*	*	*	*	*	*
	-	-	-	-	-	-	-	-
*	*	*	*	*	*	*	*	*
	-	-	-	-	-	-	-	-
*	*	*	*	*	*	*	*	*
	-	-	-	-	-	-	-	-
*	*	*	*	+	+	*	*	*
	-	-	-		P		-	-
*	*	*	*	+	+	*	*	*
	-	-	-	-	-	-	-	-
*	*	*	*	*	*	*	*	*
	-	-	-	-	-	-	-	-
*	*	*	*	*	*	*	*	*

P = árbol plus

* = otros árboles no raleados

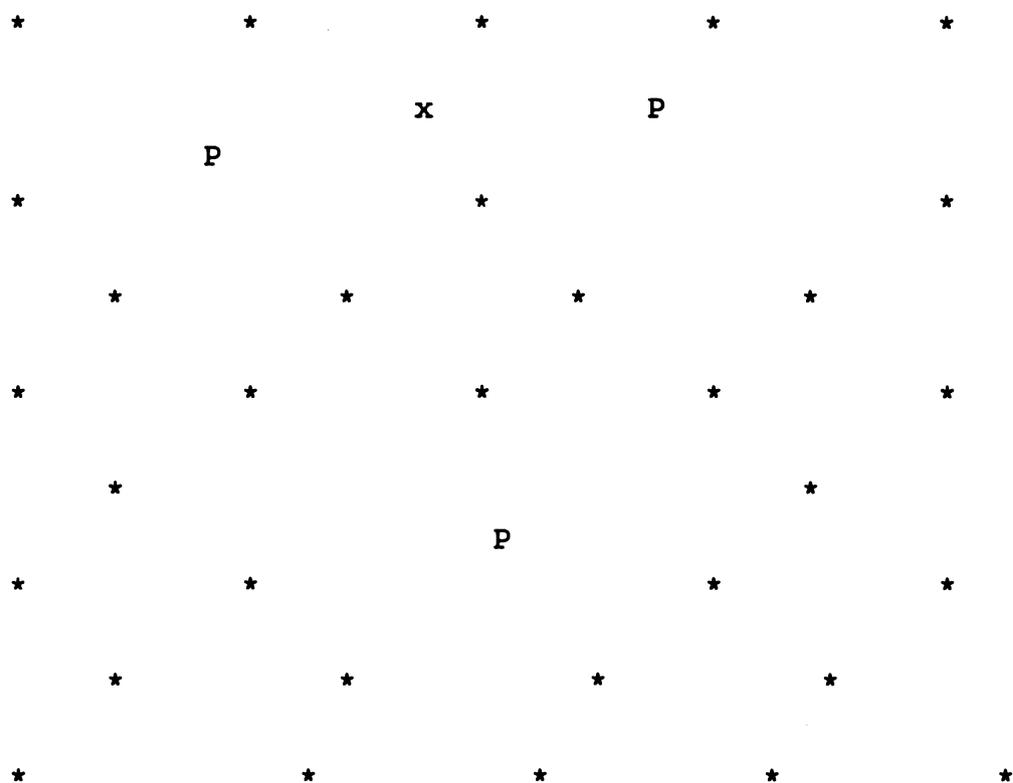
- = árbol raleado sistemáticamente en diagonales alternas

+ = árboles adicionales raleados para liberar árboles plus

La densidad final es de 260 árb./ha
(278 arb/ha sin árboles plus y raleo sistemático estricto).

Se espera que dos raleos sean suficientes para pinos y eucaliptos

RODALES DE CONSERVACION DE PROCEDENCIA
DESPUES DEL CUARTO RALEO



P = árbol plus

* = otros árboles no raleados

x = árboles retenidos para evitar un claro excesivo, a pesar de que debe ser cortado de acuerdo al raleo sistemático

Anexo 4

Registro de Información para Rodales de Procedencia y Rodales de Conservación Genética

Registro

Registro de Semillas No. local _____	DFSC _____
Registro Rodal No. local _____	DFSC _____
Objetivo: Rodal de Conservación _____	Rodal semillero _____
Especie _____	Procedencia _____

(ref. información de colección de semilla)

Localización

Latitud _____	País _____
Longitud _____	Departamento/Provincia _____
Elevación _____ (msnm)	Región y Unidad Adm. Forestal _____
Mapa de referencia _____	
Localización detallada (ref. croquis) _____	
Tamaño del bloque (ha) _____	

Sitio

Topografía _____	Aspecto _____
Tipo de Suelo _____	Profundidad _____
Distribución mensual de precipitación (mm)	
	E F M A M J J A S O N D
Temperatura media anual (°C) _____	mes más caliente _____
Estación meteorológica más cercana _____	

Establecimiento

Método de limpieza del terreno _____	
Preparación del sitio _____	
Fecha de plantación _____	Condiciones climáticas _____
Método de plantación _____	Espaciamiento (m) _____
Supervisor _____	No. total de plántulas _____
Sobrevivencia _____ (%) Fecha _____	% Fecha _____ % Fecha _____
Replante _____ plántulas _____	plántulas _____ plántulas _____
Densidad después de 3 años _____	
Aislamiento de especies _____	Distancia (m) al contaminador más cercano _____
Cercado _____	Demarcación _____
Otros (ej. aplicación de fertilizantes) _____	

Croquis

Formularios para toma de registros de rodales semilleros
y de conservación genética de procedencia

MANTENIMIENTO

Notas anuales sobre la siembra (mecánica o manual), limpiezas, rodajeas, protección, fertilizantes (fuentes y dosis), fertilizaciones, etc.	
Año	Actividad

Formularios para toma de registros de rodales semillero
y de conservación genética de procedencia

MANEJO

Notas anuales sobre podas (método, arb./ha), régimen de raleos, (métodos, intensidad), etc.	
Año	Actividad

Formularios para toma de registros de rodales semilleros y de conservación genética de procedencia

FLORACION Y PRODUCCION DE SEMILLA

Notas anuales sobre la primera aparición de flores masculinas y femeninas, sincronía en la floración, producción de los primeros frutos con semillas viables, tiempo del 25%, 50% y 100% de producción, inicio de la producción anual continua, polinización controlada, inducción artificial de flores, etc.

Año

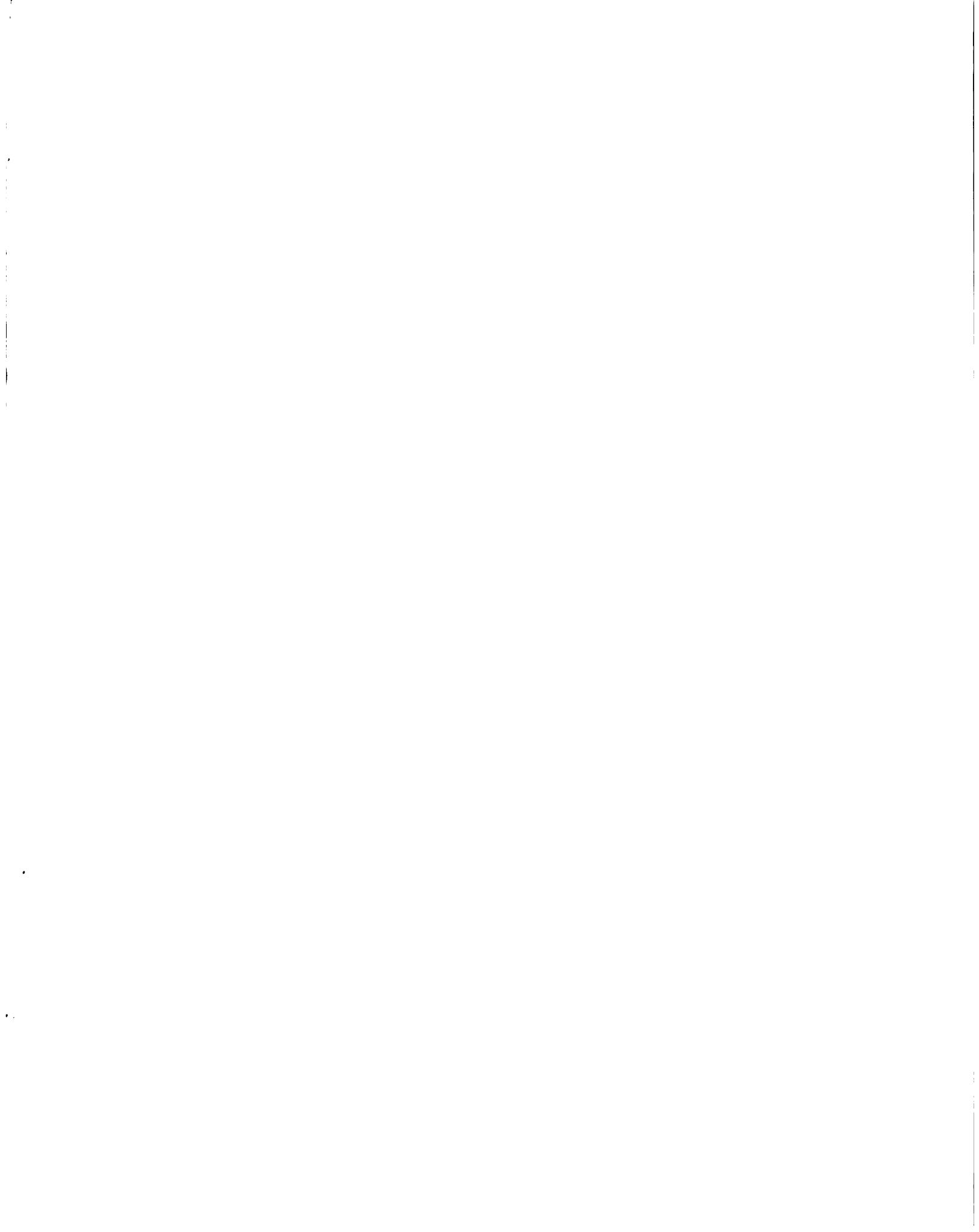
Actividad

Formularios para toma de registros de rodales semilleros
y de conservación genética de procedencia

DAÑOS Y ACCIDENTES

Notas anuales sobre extensión, severidad, tratamientos, etc., de cualquier daño o accidente causado por clima, (heladas, inundaciones), fuego, rayos, ganado, plagas y enfermedades (insectos, hongos, bacterias, el hombre, etc)

Año	Actividad



Clasificación y Selección de Fuentes Semilleras

(Classification and selection of Seed Sources)

Nota de Clase No. B.1

H.Barner, K.Olesen y H.Wellendorf

Humlebaek, Dinamarca. Noviembre 1988.

CONTENIDO

	PAGINA
1. INTRODUCCION	87
2. PRINCIPIOS PARA LA CLASIFICACION DE FUENTES SEMILLERAS	88
3. ZONAS DE RECOLECCION DE SEMILLAS	94
4. RODALES IDENTIFICADOS	98
5. RODALES SELECCIONADOS	99
6. AREAS PARA PRODUCCION DE SEMILLAS	102
7. RODALES SEMILLEROS DE PROCEDENCIA CONOCIDA	103
8. HUERTOS SEMILLEROS	105
9. LITERATURA SELECCIONADA	108
10. ANEXOS 1-7	111

1. INTRODUCCION

En muchos países hay amplia evidencia de la existencia de diferencias genéticas significativas entre fuentes semilleras (Willan, 1988). Por lo tanto, la selección de las fuentes semilleras, es decisivo para el éxito, mediocridad o fracaso de las futuras plantaciones.

Para evitar serios errores, el consumidor debe conocer cuáles fuentes semilleras están disponibles, para qué han sido seleccionadas y en qué medida serán compatibles las características del sitio de plantación con el propósito de la misma. Para facilitar la selección de fuentes semilleras que reúnan los requerimientos, es útil consultar la literatura, sobre la localización de fuentes semilleras, las condiciones ecológicas prevaecientes en las áreas de dichas fuentes y el criterio para la selección de la fuente de semillas.

Desafortunadamente, existe confusión en la terminología y en la clasificación. Esto conlleva al establecimiento de definiciones y de clasificaciones de fuentes semilleras, reconocidas internacionalmente.

Para la recolección de cantidades comerciales de semillas, se definirán las siguientes categorías de fuentes semilleras:

1. Zonas de recolección de semillas
2. Rodales identificados
3. Rodales seleccionados
4. Areas productoras de semillas
5. Rodales semilleros de procedencia conocida
6. Huertos semilleros

Para la clasificación y selección de fuentes semilleras se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- 2.1 Unidades de recolección y combinación de lotes de semillas
- 2.2 Desarrollo y composición
- 2.3 Historial geográfico: localización, origen y procedencia
- 2.4 Historial genético: selección, reproducción y pruebas
- 2.5 Registro de las semillas

Los criterios para la clasificación de las categorías de las fuentes semilleras se detallan en el Anexo 1:

Un aumento en el grado de selección y de información de fuentes semilleras se establece desde la categoría 1 a la 6. Sin embargo, esto no significa que semillas de fuentes mejoradas y mejor descritas tendrán un mayor rendimiento en un nuevo ambiente, en donde la fuente de semillas aún no ha sido probada.

2. PRINCIPIOS PARA LA CLASIFICACION DE FUENTES SEMILLERAS

En esta sección, se discutirán los cinco criterios citados anteriormente para la clasificación de fuentes semilleras.

2.1 Unidades de recolección y combinación de lotes de semillas.

Un lote de semillas puede provenir de recolecciones de un sólo árbol, o para ir al otro extremo, de los árboles de todo un bosque, con variaciones significativas en cuanto a condiciones ecológicas y razas.

Lo ideal es que la unidad de recolección de semillas sea delimitada para que (i) sea compuesta de una comunidad de árboles inter-reproducidos de origen común, (ii) crezca en sitios donde las condiciones ecológicas prevalecientes sean más uniformes dentro de cada unidad, que entre diferentes unidades, (iii) suficientemente grande para recolectar semillas a nivel comercial, y (iv), sea definida por límites que se puedan identificar en el campo (Barner, 1975).

Para la mayoría de los objetivos, una zona semillera indica los límites geográficos máximos de una unidad de recolección. Unidades más pequeñas, cada una de las cuales puede ser incluida dentro de la zona semillera, son diferentes categorías de rodales, huertos y árboles simples.

Las semillas de cada unidad de recolección dentro de una zona semillera, pueden permanecer separadas o mezcladas con semillas de otras unidades de recolección de la misma zona y categoría, antes o después de ser procesadas. Uno de los propósitos de clasificar fuentes semilleras es mantener separada la semilla de otras fuentes, de manera que sea posible localizar los ancestros de futuras plantaciones. En muchos casos no es posible o necesario mantener los lotes de semillas separados, pero se debe entender que:

(1) entre más precisión se desea en la localización de los ancestros de futuras plantaciones, es más importante mantener los lotes de semillas separados,

(2) entre mayor sea la diferencia en la composición genética de lotes de semillas, más crece la importancia de mantenerlas separadas,

(3) entre mayor sea la variación de las condiciones ecológicas de sitio de futuras plantaciones y las de la unidad de recolección, es más importante mantener la huella o pista de las fuentes semilleras. No se recomienda la combinación de semillas de diferentes huertos.

2.2 Desarrollo y composición

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- i. Una fuente de semillas debe estar compuesta por árboles de tal edad y desarrollo, que la adaptación y otros criterios para la selección puedan juzgarse claramente.
- ii. Una fuente de semillas debe mostrar una buena distribución y suficiente cantidad de árboles en un área dada, para lograr una adecuada interpolinización, y así evitar un creciente riesgo de futuros entrecruzamientos.
- iii. El criterio de selección debe limitarse a unas pocas características de importancia fenotípica, consideradas por tener un grado relativamente alto de heredabilidad (la capacidad de los padres para transmitir sus características a su progenie)

En una encuesta sobre selección de rodales semilleros, los rubros (i-iii) son los primeros que se deben corroborar. Si los rodales cumplen con la mayoría de los requisitos mencionados anteriormente, se continúa con los siguientes aspectos:

2.3 Historial geográfico

El historial geográfico se refiere a la localización (procedencia) de los rodales utilizados para la recolección de semillas y el origen de estos rodales (Jones y Burley, 1973).

Rodales naturales han sido adaptados al ambiente por generaciones, mientras que la adaptación local de un rodal de especies introducidas, especialmente su primera generación, es mucho menos segura. Por lo tanto, la discusión principal es entre la recolección de semillas de rodales naturales y de rodales establecidos fuera de su ambiente natural. Para mantener estos dos casos separados, es importante el definir y distinguir entre los conceptos de origen y procedencia.

De acuerdo con el esquema de la OECD para el Control de Material Forestal Reproductivo en el Comercio Internacional (OECD, 1974), las definiciones son las siguientes:

Origen: Para un rodal nativo (natural) su origen es el lugar en donde están creciendo los árboles. Para un rodal no-nativo (introducido), su origen es el lugar en el bosque natural de donde la semilla o planta fue originalmente introducido.

Procedencia: (localización de la fuente de semillas): El lugar en donde cualquier rodal de árboles está creciendo. El rodal puede ser nativo (de procedencia natural) o no-nativo (de procedencia derivada).

A pesar de que estas definiciones han sido aceptadas por varios países

adheridos al Esquema de la OECD, no son enteramente satisfactorios, ya que se refieren solamente al origen o procedencia de "árboles" y no de "semillas". Es necesario insertar una referencia a los "padres".

El sentido común sugiere que la procedencia de semillas es el lugar en donde los padres crecieron, y no el lugar en donde están las semillas.

Por lo tanto se sugieren las siguientes definiciones:

Procedencia: La localización geográfica de los antecesores o padres inmediatos de las semillas, de plantas o de árboles en cuestión.

Origen: Fuentes semilleras nativas (naturales): para rodales y semillas de tales rodales, el origen es idéntico a la procedencia.

Fuentes semilleras no nativas (introducidas): para rodales de primera generación desarrollados de semillas introducidas o material de plantas, el origen es idéntico a la procedencia. Para semillas cosechadas de árboles de primera generación y para rodales y semillas de generaciones posteriores, el origen es la localización geográfica de sus antecesores en el bosque natural del cual las semillas o plantas en cuestión provienen.

Estos conceptos se ilustran en el Cuadro 1.

Cuadro 1.

Pinus caribaea

	ORIGEN	PROCEDENCIA
<u>Rodal natural, Belice</u> Mountain Pine Ridge	Mountain Pine Ridge	Mountain Pine Ridge
<u>Introducido en Australia</u> Queensland, Byfield = 1era. generación 2nda. generación = semillas recolectadas en Byfield	Mountain Pine Ridge Mountain Pine Ridge	Mountain Pine Ridge Byfield, Queensland
<u>Introducido en Tailandia</u> Hue Bong, N. Tailandia = 1era. generación 2nda. generación = semillas recolectadas en Hue Bong.	Mountain Pine Ridge Mountain Pine Ridge	Byfield, Queensland Hue Bong, N. Tailandia

La localización de las fuentes semilleras deben ser descritas, los límites de las fuentes deben ser identificados y preferiblemente demarcados en el campo. Es de

suma importancia mantener el control de la información sobre la procedencia utilizada para las plantaciones. Esto permite asegurar la obtención de semillas para repetir plantaciones exitosas o para evitar el ordenar más semillas de fuentes que han fracasado. Desafortunadamente, a menudo, la información referente a la procedencia de fuentes semilleras no está disponible.

Información sobre el origen de fuentes semilleras introducidas es aún más difícil de proveer. Si no hay información adecuada sobre el origen, se debe realizar una cuidadosa estimación de adaptabilidad, juzgada por la sobrevivencia, el estado sanitario, crecimiento y capacidad de reproducción del material. Se debe tener en cuenta que con el incremento en el número de generaciones de selección natural o artificial en plantaciones en nuevos ambientes, el historial genético (ver a continuación) de los rodales puede ser de mayor importancia que el origen.

2.4 Historial genético: selección, reproducción y examinación

El historial genético tiene que ver con el tamaño y estructura de la población, contaminación de polen externo y con la selección natural y artificial al cual el rodal natural y las plantaciones siguientes han sido sometidas (Jones y Burley, 1973)

Para obtener información sobre este historial, se debe estudiar lo siguiente:

- i) selección natural y artificial y patrones de cruzamiento
- ii) número y tipo de "padres" representados en la fuente semillera y en la semilla recolectada en esa fuente.
- iii) aislamiento de los rodales para evitar contaminación por polen de otras fuentes.
- iv) resultados de las pruebas de procedencia de las fuentes semilleras en cuestión.

i) Selección natural y artificial y patrones de cruzamiento. La principal división está entre las semillas recolectadas en rodales naturales y plantaciones. Las semillas de rodales naturales, especialmente de especies con limitaciones de disponibilidad de polen y dispersión de semillas, los árboles vecinos tienden a estar muy relacionados entre sí. Las poblaciones pueden ser sub-divididas entre vecinos cercanos con inter-cruzamiento mutuo entre individuos relacionados (Falconer, 1967, ver Figura 1). En contraste con esto, en plantaciones establecidas con semillas comerciales, los grupos de árboles vecinos se dividen desde la primera generación y de allí, las semillas cosechadas de plantaciones son producto del cruce entre individuos no relacionados, ni auto-polinizados.

Si la diferencia descrita en la estructura poblacional entre los rodales naturales y las plantaciones es marcada, la progenie del rodal natural tendrá un grado de cruzamiento independiente del número de árboles del cual se recolectó. Este cruzamiento no ocurrirá en progenies de las plantaciones. Para un rodal plantado en un ambiente nuevo, los factores de selección y manejo son diferentes a aquellos para un bosque natural, ocasionando cambios en las frecuencias de genes del rodal. (Ver

Figura 1). Por ejemplo, la selección natural para la adaptación puede ser especialmente severa en la fase de establecimiento de una plantación a gran escala, comparado con la regeneración natural.

ii) Arboles padres representados. Las semillas de un rodal pueden ser recolectadas de uno, de pocos o de muchos árboles madres. Si una gran cantidad de semillas se recolectan de algunos pocos árboles, tal como en el eucalipto, se corre el riesgo que los rodales derivados de estas semillas tendrán una base genética muy estrecha. Esto implica un riesgo adicional en la sobrevivencia de generaciones futuras y disminuye las posibilidades de realizar selección para futuros programas de mejoramiento.

Debido a estas consideraciones, es deseable que para semillas con propósitos de investigación y mejoramiento forestal, se debe anotar cuántos árboles son representados en la recolección de semillas, la distancia aproximada entre los mismos y si éstos son superiores, iguales o inferiores a los árboles contiguos.

iii) Aislamiento de fuentes de polen externas. La mayoría de autores hacen hincapié en la importancia de mantener algún grado de aislamiento de las fuentes de polen externo, al menos de fuentes de polen de inferior calidad o de especies hibridantes. Un aislamiento completo es imposible en la mayoría de los casos. En Finlandia la contaminación máxima aceptada en *Pinus sylvestres* es de 20% de polen externo, (Koski, 1973). Esto implica 10% de genes externos influenciando la descendencia, ya que los árboles "madres" son parte de la fuente de semillas deseables. El porcentaje de contaminación puede ser reducido si se incrementa la distancia entre la fuente de semillas y las fuentes de polen indeseables. Por ejemplo, eliminar las fuentes indeseables, colocando una barrera física, tal como plantar filas aisladas de diferentes especies; o en fuentes semilleras más grandes, recolectar las semillas lo más alejado de la fuente de polen contaminado.

En donde exista riesgo de contaminación de polen externo, es importante que la producción de polen en las fuentes semilleras haya sido prolífico en los años en que las semillas fueron recolectadas; que el rodal seleccionado tenga un tamaño mínimo de 3-5 ha y que las semillas no sean cosechadas de los árboles cercanos al límite del rodal.

iv) Resultados de las pruebas de procedencia. Los estudios de procedencia tratan de definir los componentes genéticos y ambientales de variabilidad fenotípica de rodales de diferentes orígenes geográficos (Callaham, 1964). El uso más importante y obvio de la investigación de procedencia es el de identificar fuentes semilleras que generen árboles bien adaptados y productivos para la aforestación y reforestación en un sitio dado. Solamente los resultados de una prueba general de procedencia en sitios bien seleccionados puede proveer una base segura para la escogencia de una fuente de semillas. Estas pruebas están en progreso en varios países. Deben revelar el grado y patrón de variación de las especies bajo prueba.

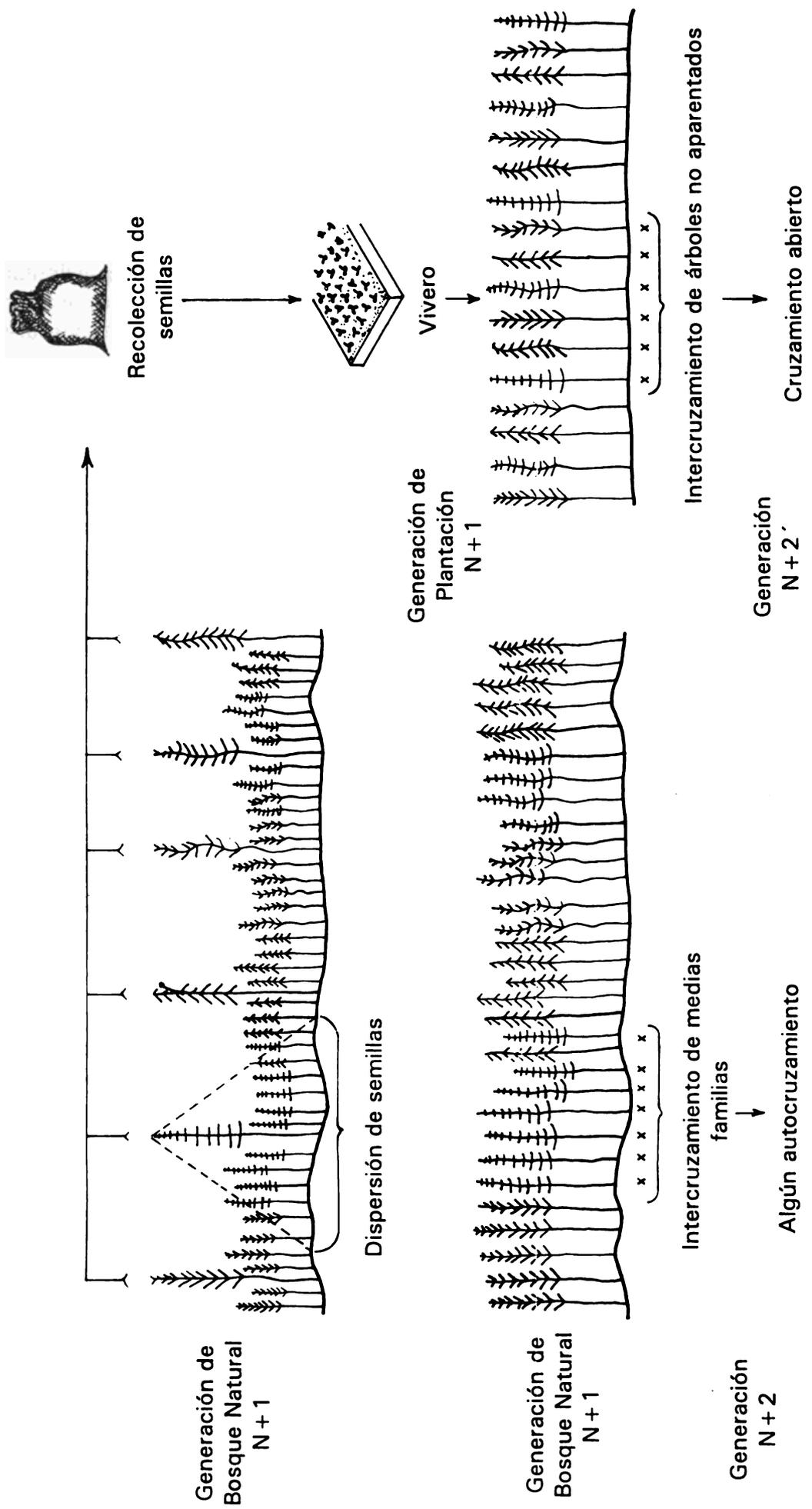


Fig. 1

En algunos casos, los resultados de los estudios sobre procedencia no están disponibles para las especies de interés. En tales casos, se recomienda el uso de fuentes semilleras locales y adaptadas. En otros casos, en donde hay resultados disponibles, las pruebas quizás no fueron establecidas en ambientes similares a los de los sitios de interés para los programas de plantación deseados. Si este es el caso, la opción de fuentes semilleras dependerá de la respuesta de la especie en particular a diferentes ambientes, por ejemplo; si la interacción del ambiente por procedencia es marcada. Con interacciones marcadas, la jerarquización de las procedencias variará con los sitios probados.

El usuario podría clasificar las fuentes semilleras que han estado bajo prueba, dependiendo si las pruebas fueron conducidas en ambientes similares al área de plantación o no, y si las fuentes fueron superiores al promedio aceptable de las características específicas deseadas.

2.5 Documentación de semillas

La documentación de semillas provee información sobre especies, variedades, historial geográfico y genético de las fuentes semilleras, año de maduración de la semilla recolectada, el número de lote de la semilla, etc. Los esquemas de certificación de semillas son superestructuras que aseguran que la información que se provee es inequívoca y formalmente verificada por una autoridad designada.

3. ZONAS DE RECOLECCION DE SEMILLAS

3.1 Definiciones

Perfectamente una zona de recolección de semillas se debería definir, de manera tal que satisfaga los requerimientos que se mencionan en el punto 2.1, en la página 4. Sin embargo, en la práctica, no es posible satisfacer todos los requerimientos. La siguiente definición es un acuerdo adaptado por el Esquema para el Control del Material Forestal Reproductivo Transportado en el Comercio Internacional (OECD, 1974).

Una zona semillera (también llamada región de procedencia) para una especie, es definida como el área o grupo de áreas sujetas a condiciones ecológicas suficientemente uniformes, en las cuales se encuentran rodales que muestran fenotipos o caracteres genéticos similares (OECD, 1974).

3.2 Características

3.2.1 Unidad de recolección. La unidad de recolección es una zona de

recolección de semillas. En áreas montañosas en donde las condiciones ecológicas varían según la elevación y dirección de la ladera, cada zona debe sub-dividirse en regiones o franjas altitudinales, por ejemplo, con intervalos de 300-500 m. Los límites de cada zona deben ser descritos e identificados, no necesariamente demarcados en el campo.

Un sistema de zonificación de semillas debe tener:

- i) información sobre las fuentes semilleras disponibles y sobre las condiciones ecológicas prevalecientes en la zona.
- ii) información sobre los límites geográficos máximos para la zona y su subzona o franjas altitudinales.
- iii) pautas para el traslado de semillas y material de plantación.
- iv) pautas para el muestreo de semillas y localización de áreas para pruebas de procedencia y progenies (descendencias de árboles madres).

Dentro de cada zona o franja altitudinal, se pueden utilizar toda clase de rodales para la recolección de semillas y la semilla se mezcla. Las áreas en donde actualmente se realizan recolecciones, pueden cambiar de año en año. Las recolecciones no se limitan a los rodales superiores, sino más al acceso y a la abundancia de semillas.

3.2.2 Desarrollo y composición. El sistema de zona semillera fue proyectado para bosques naturales. El sistema debe ser utilizado con sumo cuidado si se aplica a plantaciones forestales con procedencias introducidas de diferentes orígenes.

En bosques naturales, la adaptación al ambiente local se da de hecho. En el caso de rodales introducidos, el grado de adaptabilidad es a menudo una incógnita y debe ser juzgado por su sobrevivencia, estado sanitario, crecimiento y reproducción.

3.2.3 Historial geográfico. La localización de cada unidad de recolección de semillas es dada por la zona y elevación solamente. El origen debe ser indicado como pertinente, pero puede ser difícil determinarlo en rodales introducidos.

3.2.4 Historial genético. El historial genético no es tenido en cuenta. La prueba de procedencia no debe ser establecida con material recolectado en una zona, pero si con material debidamente identificado y seleccionado de varios rodales dentro de las zonas.

3.2.5 Documentación de semillas. La información sobre la zona semillera, debe ser suministrada y donde sea pertinente, la franja de elevación. El origen debe ser indicado como nativo (natural), o no nativo; y si es posible el nombre del origen de los rodales introducidos, o desconocidos. Se debe suministrar el año de maduración de las semillas recolectadas. Si está en operación un esquema de certificación de semillas, la información disponible debe ser confirmada por la agencia encargada de certificación.

Ver el Anexo 1 con el resumen de los puntos 3.1 a 3.2.5.

3.3 Delimitación de las zonas semilleras

En cualquier parte donde una especie forestal tiene una distribución natural dentro de la cual las condiciones ambientales varían, probablemente mostrará variaciones genéticas asociadas con la variación del sitio, debido al proceso de selección natural y de migración. Cada sitio tiende a tener los individuos de una composición genética, o genotípica específica que son más capaces de regenerarse y perpetuarse, bajo condiciones prevalecientes, mientras los genotipos no bien adaptados a ese sitio tenderán a morir.

Este efecto ambiental actúa por selección natural sobre los genotipos de la población de individuos por muchas generaciones, y es distinto a los efectos cambiantes que el ambiente también tiene sobre la expresión del genotipo de un individuo a través de toda su vida.

El grado de variación genética que resulta de la selección natural dependerá de: 1) el sistema de correspondencia de las especies, 2) el grado de variación ambiental, y 3) en qué medida los rodales están aislados unos de otros (Robbins y Hughes, 1983).

Si la variación entre procedencias se toma en cuenta efectivamente, el mejor enfoque es estudiar la distribución natural de las especies, teniendo en cuenta los 3 puntos citados, e intentar delinear subzonas, dentro de las cuales la variación genética de características importantes es menor que entre zonas.

El problema real al delimitar zonas semilleras, es el tratar de ajustar un sistema de diferentes unidades grandes y límites claramente definidos, lo que sería operacionalmente más conveniente, para el patrón de variación natural. Una característica típica de muchas especies de árboles es la continua distribución sobre un amplio rango de climas. Como los componentes del clima varían gradualmente, por

ejemplo, la latitud, elevación y dirección de la ladera, la variación genética resultante de la adaptación, será principalmente clinal (continua), pero en algunos casos compleja y a pequeña escala (ecotípica) (Barner and Willan, 1983). Los resultados de las pruebas de procedencia repetidos en diferentes sitios pueden ajustar la delimitación de zonas semilleras seleccionadas inicialmente. Tales pruebas están siendo desarrolladas en varios países, pero aún no son suficientes.

La búsqueda de información sobre condiciones ecológicas debe basarse, ya sea en los factores climáticos, como la precipitación, temperatura y estructura fisiográfica, o en la descripción planta-geografía de los tipos de vegetación más importante de los árboles forestales y en la variación de la composición y fisonomía de las especies dominantes, o aún mejor, en una combinación de ambas.

La información sobre el clima es importante, pero existen dos aspectos especiales que restringen su aplicabilidad. Primero, en las áreas de mayor importancia para la aforestación, a menudo faltan estaciones meteorológicas. Segundo, es difícil saber qué importancia darle a las diferentes características climáticas que pueden estar disponibles (Ver Willan y Barner, 1989).

Unidades de planta-geografía, tales como regiones boscosas y tipos de bosques, a menudo pueden ser usados como la base para una división en zonas semilleras. Como pautas para el procedimiento de delineación de zonas, se pueden citar los siguientes puntos:

- i) Recordar que una zona semillera denota un área ecológica más estrecha que una región o sección boscosa.
- ii) Utilizar mapas de las regiones y secciones boscosas o sistemas de clasificación similares, como marco de trabajo.
- iii) Decidir cuáles de las especies que se encuentran deben estar bajo el esquema.
- iv) Obtener mapas de distribución de estas especies. Se puede utilizar fotografía aérea.
- v) Utilizar información disponible sobre patrones de razas, interacción sitio-planta y factores ambientales.
- vi) Estimar si se pueden esperar diferencias significativas en variación y adaptación de razas dentro y entre las especies.
- vii) Decidir si un sistema de zona semillera debe ser utilizado para todas las especies.
- viii) Sobreponer el mapa de distribución de especies, sobre el mapa de regiones y secciones boscosas. Delimitar las zonas semilleras, utilizando señales geográficas como límites para las áreas forestales más importantes aptas para la obtención de material forestal reproductivo.
- ix) Establecer e imprimir mapas con zonas semilleras con números de códigos y una breve descripción de las condiciones ecológicas prevalecientes en la zona.

En el Anexo 2 se da un resumen de los procedimientos aplicados en Honduras para el establecimiento de zonas semilleras (regiones de procedencia) en *Pinus caribaea* y *Pinus oocarpa* (Robbins and Hughes, 1983).

4. RODALES IDENTIFICADOS

4.1 Definición

Un rodal identificado es un rodal de calidad promedio, ocasionalmente utilizado para la recolección de semillas y su localización puede ser descrita adecuadamente, (ver Figura 2). Es obvio que el uso de un rodal dentro de la zona de recolección de semillas, como una unidad de recolección, facilitaría la identificación de las fuentes semilleras actualmente utilizadas. Por lo tanto, la identificación y demarcación de rodales dentro de las zonas de recolección de semillas denotan un refinamiento en el sistema de zonificación, suministrando información de donde fue recolectada la semilla.

4.2 Características

4.2.1 Unidad de recolección La unidad de recolección es un rodal simple identificado. Los rodales se pueden encontrar, ya sea en bosques naturales o en plantaciones. Para varios rodales identificados dentro de una misma zona semillera y franja altitudinal, las semillas tanto de rodales naturales o rodales introducidos de origen común, se pueden mezclar, pero en la mayoría de los casos es preferible mantenerlas separadas.

4.2.2 Desarrollo y composición Los rodales identificados, en un principio han sido establecidos o manejados para otros propósitos y no para producción de semillas. La adaptabilidad puede haber sido revisada. Los rodales deben ser lo suficientemente antiguos para soportar cosechas permanentes, pero son utilizados sólo ocasionalmente para recolección de semillas. La apariencia de un rodal, a menudo equivale al patrón promedio dentro de la zona.

4.2.3 Historial geográfico La localización de fuentes semilleras debe ser descrita y los límites deben ser identificados, pero no demarcados en el campo. Para plantaciones, generalmente no hay información disponible sobre el origen.

4.2.4 Historial genético Información sobre el historial genético, incluyendo riesgos de contaminación de polen de fuentes externas, no es un requisito.

La gran ventaja de las semillas de rodales identificados y representados en pruebas de procedencia, es que es posible regresar a aquellos rodales identificados como exitosos para recolectar semillas a gran escala.

4.2.5 Documentación de semillas Se debe proveer información de la zona de

recolección de semillas, y en donde aplique, rangos altitudinales. La localización del rodal debe ser descrita de manera tal, que sea posible identificar el rodal y sus límites. Si es posible, se debe anotar el origen. Si no existiera información disponible, el origen se debe clasificar como desconocido. También se debe especificar el año de maduración de la semilla recolectada.

Si hay un esquema de certificación de semillas en operación para los rodales identificados, la información disponible debe ser registrada por la agencia correspondiente.

Como resumen de los puntos 4.1 al 4.2.5, ver Anexo 1.

5. RODALES SELECCIONADOS

5.1 Definición

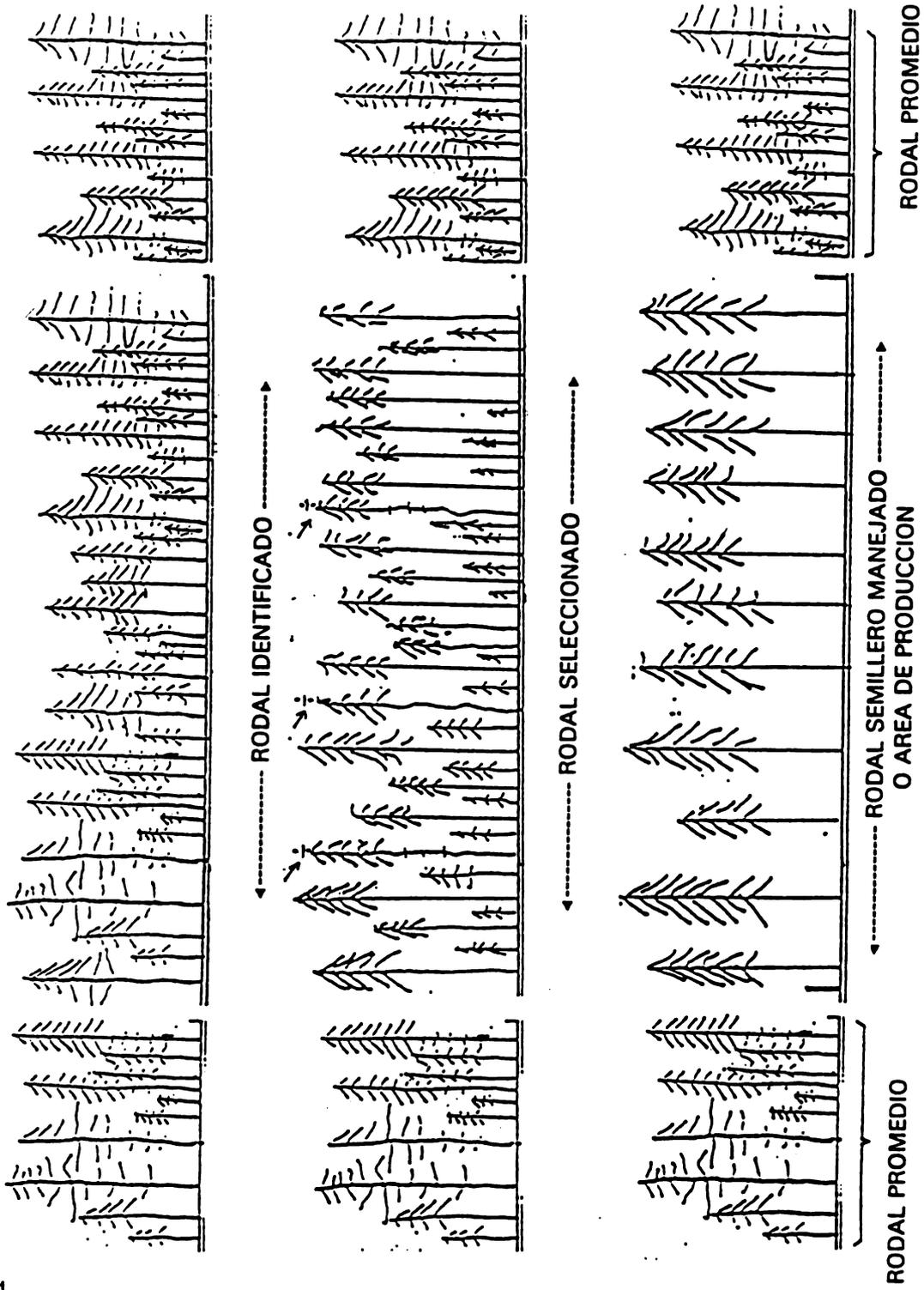
Es un rodal con árboles superiores al promedio aceptado para las condiciones ecológicas prevalecientes juzgados por los criterios de selección (OECD, 1974) (Ver Figura 2).

Los rodales pueden ser seleccionados de bosques naturales o plantaciones. Los rodales son seleccionados por su superioridad fenotípica dentro de importantes rasgos específicos. En donde sea necesario, la aprobación dependerá de la eliminación de árboles inferiores, que deben ser pocos. Es importante seleccionar rodales en donde es deseable tener un significativo componente genético en la superioridad fenotípica. Por ejemplo, un rodal no debe seleccionarse solamente porque está creciendo bien en sitio excepcionalmente bueno. La selección debe hacerse en áreas en donde las condiciones ecológicas sean semejantes a los sitios potenciales para plantaciones.

5.2 Características

5.2.1 Unidad de recolección La unidad de recolección es un simple rodal seleccionado. En caso de escasez de semilla, las de rodales naturales seleccionados, o de rodales introducidas seleccionados de origen común, se pueden mezclar dentro de cada zona y franja altitudinal, pero en la mayoría de los casos es preferible mantenerlas separadas.

Figura 2.



5.2.2 Desarrollo y composición Los rodales han sido establecidos o manejados con otros propósitos diferentes a la producción de semillas. Para su aprobación para rodales de producción semillera, se pueden aplicar raleos selectivos, pero no es un requisito, a excepción de la eliminación de unos pocos árboles extremadamente inferiores. En donde aplique, los rodales: - pueden mantenerse como una fuente de semillas más allá de la rotación normal de edad - consistir de árboles bien distribuidos y suficientemente numerosos para hacer posible una polinización adecuada - tener una edad y desarrollo que permitan juzgar claramente los criterios de selección y adaptabilidad - estar produciendo, o próximos a producir cosechas de semillas sustanciales - mantener registrados aquellos rodales muy jóvenes como candidatos.

Los criterios de selección deben limitarse a unas cuantas características. En muchos países de zonas templadas, los siguientes requisitos mínimos se utilizan por el Esquema para el Control del Material Forestal Reproductivo de Transportado en el Comercio Internacional, (OECD, 1974):

Uniformidad: Los rodales deben mostrar un grado normal de variación individual en las características morfológicas.

Producción en volumen: La producción en volumen de madera es normalmente un criterio esencial para la aceptación de rodales seleccionados. La producción en volumen debe ser, normalmente, superior a las pautas aceptadas bajo condiciones ecológicas similares.

Calidad de la madera: La calidad de la madera debe tomarse en cuenta, y en algunos casos, puede ser un criterio esencial.

Formas o hábitos de crecimiento: Los árboles de rodales seleccionados deben mostrar aspectos morfológicos particularmente buenos, sobre todo la rectitud y cilindría del fuste, hábitos de ramificaciones favorable, ramas de tamaño pequeño y con poda natural. Adicionalmente, la proporción de árboles bifurcados y que muestren grano espiral debe ser bajo.

Salud y resistencia: Los árboles de rodales seleccionados deben estar, en general, libres de ataques de organismos destructores y mostrar resistencia para condiciones climatológicas adversas y de sitio en el lugar en donde se están desarrollando.

Los requisitos anteriores son muy generales, y deben ser especificados para cada especie. Más adelante se debe tomar en cuenta que el volumen de producción tiene una heredabilidad baja.

5.2.3 Historial geográfico La localización de fuentes semilleras debe ser

descrito y los límites deben ser identificados, pero no demarcados en el campo. En lo que respecta al origen, debe ser verificado cuidadosamente, sean rodales de origen local o introducidos. Para rodales introducidos, si es posible, se debe anotar la información del origen. Muy a menudo la información sobre origen es escasa. En tales casos, se deben concentrar los esfuerzos en la adaptabilidad al ambiente local, tales como sobrevivencia, estado sanitario, crecimiento y capacidad de reproducción. Solo se deben considerar rodales bien adaptados.

5.2.4 Historial genético Esto debe ser verificado cuidadosamente. Sobre todo es importante estudiar la selección artificial a que los rodales han sido sujetos y verificar si los rodales han derivado de un lote de semillas que representan tan solo unos pocos árboles parientes o de una población grande. Se deben tomar medidas de precaución para reducir el riesgo de contaminación con polen de fuentes ajenas. Cuando el aislamiento es difícil, se pueden recomendar rodales con un tamaño mínimo de 3 a 5 ha y las semillas no deben ser recolectadas a lo largo del borde del rodal seleccionado. Por último, pero no menos importante, se debe verificar si los rodales seleccionados están representados en pruebas de procedencia. Si las pruebas de procedencia son evaluadas, pueden dar valiosa información, positiva o negativa, sobre el comportamiento de la descendencia en ambientes específicos.

5.2.5 Registro de semillas Debe proveerse la información sobre la zona de recolección de semillas y en donde sea posible, del rango altitudinal. La localización del rodal debe ser descrita de manera tal que sea posible identificar el rodal y sus límites. Si es posible, se debe anotar el origen. Si no existiera información disponible, el origen se debe clasificar como desconocido. Se debe brindar información sobre los criterios de selección y el historial genético. La información anterior debe estar disponible en listas publicadas sobre rodales seleccionados. El año de maduración de la semilla recolectada debe ser indicado.

Si un esquema de certificación de semillas está en operación en los rodales identificados, la información disponible debe ser registrada por la agencia correspondiente.

Como resumen de los puntos 5.1 a 5.2.5, ver Anexo 1.

6. AREAS DE PRODUCCION DE SEMILLAS O RODALES SEMILLEROS

6.1 Definición

Es un rodal superior (por ejemplo, un rodal seleccionado) generalmente mejorado y abierto por la eliminación de árboles indeseables y luego manejado para producción

temprana de semilla abundante (Snyder, 1972), ver Figura 2 y Anexo 3. Los rodales han mostrado comportamiento promisorio y son convertidos en áreas de producción semillera.

6.2 Características

6.2.1 Unidad de recolección La unidad de recolección es un área de producción semillera simple. Las semillas de cada rodal deben mantenerse separadas. Los rodales pueden ser seleccionados en bosques naturales o plantaciones.

6.2.2 Desarrollo y composición Los rodales usualmente han sido establecidos para propósitos diferentes a la producción de semillas.

Según lo anterior, un área de producción semillera, cuando es seleccionada, y especialmente después del raleo, muestra un patrón fenotípico más alto que el rodal seleccionado (ver Figura 2).

6.2.3 Historial geográfico Ver 5.2.3 de rodales seleccionados.

6.2.4 Historial genético Ver 5.2.4 sobre rodales seleccionados. Se deben registrar los tratamientos aplicados. En lo que respecta al aislamiento, los siguientes requerimientos se establecen para pinos sureños.

6.2.5 Registro de semillas Ver 5.2.5 sobre rodales seleccionados.

Como resúmen de los puntos 6.1 al 6.2.5, ver Anexo 1.

7. RODALES SEMILLEROS DE PROCEDENCIA

7.1 Definición

Es un rodal de procedencia conocida, la cual está bajo prueba o ya ha sido probada y resultó superior (Willan, 1984), (Ver Anexo 4).

Los rodales semilleros de procedencia son equivalentes al "Rodal de Recursos de Procedencia" utilizado en Queensland para *Pinus caribaea var hondurensis*. Nikles y Newton (1980) lo definieron como "una plantación boscosa de procedencia conocida y con amplia base genética, cuyos límites son marcados en el campo y registrados para mapas oficiales, y los cuales pueden ser utilizados para la selección de árboles superiores, recolección de semillas, conservación de procedencia, etc.

Como lo citó Willan (1984), el rodal semillero de procedencia difiere del área de producción semillera en varias formas:

El propósito primordial es la producción semillera y esto se conoce desde antes de plantarla. Esto tiene la gran ventaja que el rodal puede ser bien localizado para alcanzar una combinación apropiada de buen acceso, aislamiento de polen externo indeseable y condiciones apropiadas para futura producción masiva de semillas. El manejo puede ser dirigido desde el principio, hacia el objetivo de producción semillera, por ejemplo, a través de un raleo temprano y quizás la aplicación de fertilizantes.

7.2 Características

7.2.1 Unidad de recolección La unidad de recolección es simplemente el rodal semillero de procedencia y las semillas de cada rodal deben permanecer separadas.

7.2.2 Establecimiento, desarrollo y composición Tal como se mencionó anteriormente, los rodales deben ser plantados en sitios que promuevan la producción de semilla temprana y abundante. Desde el principio, los rodales deben ser tratados para la producción de semilla, y los árboles de mejor calidad, deben ser favorecidos con los raleos selectivos. Conforme los rodales llegan a una edad de reproducción, serán muy parecidos a las áreas de producción semillera en cuanto al desarrollo y apariencia y deben ser tratados de igual manera.

Mientras que los rodales seleccionados y las áreas de producción semillera son aprobados con base en su apariencia fenotípica con respecto a caracteres importantes, los rodales semilleros de procedencia son derivados de semillas de procedencias promisorias y bien identificadas, las cuales están bajo prueba o ya han sido probadas. Su posible superioridad es, por lo tanto, juzgada por los resultados de estas pruebas.

7.2.3 Historial geográfico Los rodales semilleros de procedencia son establecidos con semillas de rodales bien identificados, los cuales han sido verificados cuidadosamente, en lo que respecta al origen. La localización de la procedencia de rodales semilleros debe ser bien descrita y sus límites deben ser identificados fácilmente y demarcados en el campo.

7.2.4 Historial genético El historial genético de los rodales padres debe ser verificado cuidadosamente. La selección artificial aplicada a los rodales semilleros de procedencia debe ser registrada. Se debe asegurar que las

semillas proporcionadas para el establecimiento de estos rodales fueron recolectadas de un número suficiente de árboles padres bien distribuidos. Los rodales padres deben de haber sido probados o estar bajo prueba en evaluaciones comparativas de procedencia. (Ver Figura 3).

Rodales semilleros de procedencias deben estar debidamente aislados de fuentes contaminantes. Cuando sea necesario, se deben establecer franjas de aislamiento, tal como se menciona para las áreas de producción semillera.

7.2.5 Documentación de semillas Ver rodales semilleros. En donde sea aplicable, se debe brindar un resumen de los resultados de las pruebas. Se debe anotar el número y tipo de árboles padres utilizado para la recolección de semillas, cuando se requiera.

Tal como se menciona antes, el establecimiento de rodales semilleros de procedencia es un seguimiento a la investigación de procedencias buscando asegurar una producción masiva de semillas probadas de fuentes superiores.

Como resúmen de los puntos 7.1 al 7.2.5, ver Anexo 1.

8. HUERTOS SEMILLEROS

8.1 Definición

Zobel *et al* (1958) definieron un huerto semillero como una plantación de árboles genéticamente mejorados, aislados para evitar la polinización con fuentes externas genéticas inferiores e intensamente manejados para producir frecuente, temprana y abundantes cosechas de semilla. Es establecido de clones o progenies de árboles seleccionados por sus características deseables. A menudo, los huertos semilleros son establecidos, mientras que la evaluación genética del material parental aún está en proceso. En tales casos, los componentes que por las pruebas de progenie muestren ser genéticamente indeseables, serán removidos posteriormente de los huertos semilleros.

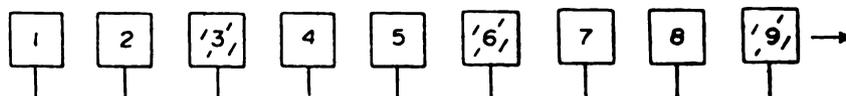
La OECD (1974) define textualmente a los huertos como "una plantación de clones seleccionados o progenies, que está aislada o manejada para evitar o reducir la polinización con fuentes externas, manejada para producir cosechas de semillas frecuentes, abundantes y de fácil recolección". (Ver Anexo 5 y 6).

Figura 3

**PRUEBAS DE PROCEDENCIA Y
ESTABLECIMIENTO DE RODALES SEMILLEROS DE PROCEDENCIA**

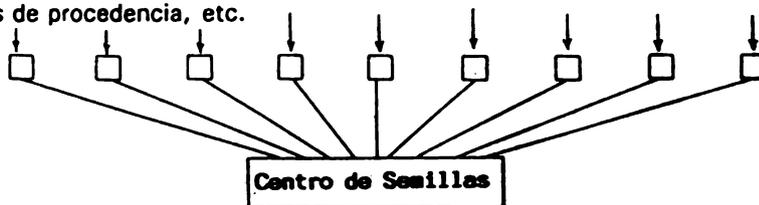
Selección de rodales

Incluye varios rodales comúnmente utilizados como patrones, incluye rodales promisorios (3, 6, 9).



Recolección de semillas

Recolectar muestras de semillas representativas en años de buena cosecha. Si es posible, recolectar semillas adicionales para establecer rodales semilleros de procedencia, etc.

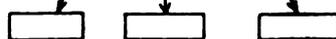


Procesamiento de semillas

Procesar y analizar las semillas y almacenarlas hasta que las semillas de todos los rodales hayan sido recolectadas. Si es posible almacenar semillas adicionales por 3-10 años, para cubrir necesidades futuras y para actividades de seguimiento.

Distribución de semillas

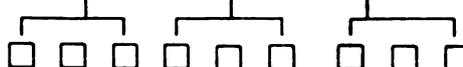
Distribuir las semillas a los mejores viveros dentro de cada región. Almacenar semillas adicionales de los rodales más promisorios de cada región.



Viveros

Producir plantas para las pruebas y para los rodales semilleros de procedencia No.3-6 y 9.

Establecimiento de pruebas



Todos los rodales representados en todas las pruebas.

Establecimiento de rodales semilleros de procedencia



Solamente utilizar rodales promisorios, como rodales semilleros de procedencia.

Primer Análisis de las pruebas de procedencia

Luego del análisis, las semillas adicionales pueden ser obtenidas del centro de semillas, para el establecimiento de rodales semilleros de procedencia de las tres mejores procedencias, comparadas con todas las procedencias bajo prueba.

Los huertos semilleros plantados para producción de semillas y con el objetivo explícito de manejo, se asemejan más a rodales semilleros de procedencia, pero la intensidad de la selección de árboles padres individuales es típicamente más alto para los huertos semilleros. Cada componente (clon o familia) plantado en el huerto debe ser identificable en el campo; mientras que las semillas recolectadas de árboles individuales para el establecimiento de rodales semilleros de procedencia son mezclados.

Los huertos semilleros representan un alto grado de selección. Si la ganancia genética puede lograrse por medio de semillas de huertos semilleros, es esencial que las semillas sean utilizadas en sitios parecidos a los sitios en donde fueron seleccionados los árboles padres para establecer los huertos semilleros; por ejemplo, dentro de la misma zona o una zona parecida, o en donde las pruebas indiquen crecimiento exitoso de las progenies del huerto semillero.

8.2 Características

8.2.1 Unidad de recolección La unidad de recolección es un huerto semillero sencillo y las semillas de cada huerto deben mantenerse separadas. Debido a su relativa estrechez de base genética, los huertos semilleros no deben utilizarse en la práctica, hasta que el huerto tenga edad y desarrollo suficiente y alcance una estabilidad razonable de floración y producción semillera. Se deben tomar medidas para asegurar que cada componente (clon o familia) no esté sobre ni sub representado en el lote de recolección de semillas.

8.2.2 Establecimiento, desarrollo y composición Los huertos semilleros deben ser plantados en lugares que promuevan una producción semillera temprana y abundante. Los clonales o plántulas deben ser plantadas de manera tal que cada componente pueda ser identificado en el campo.

Sin embargo, debido al impacto de selección natural, los huertos semilleros de plántulas deben ser establecidas en lugares que representen los ambientes en donde se planea que la semilla será utilizada. A fin de estimular una buena producción de semillas, los huertos semilleros clonales pueden ser establecidos en ambientes que promuevan particularmente una buena floración, y asegurando que la sobrevivencia de clones no se vea afectada seriamente.

8.2.3 Historial geográfico Los huertos semilleros de primera generación deben basarse en la selección de poblaciones bases bien adaptadas, de origen común y creciendo en lugares parecidos a los que luego serán reforestados. En donde haya disponibilidad de resultados de investigaciones de procedencias, los rodales que han mostrado superioridad en características importantes, deben ser utilizados como poblaciones bases para la selección. Las poblaciones bases deben ser bien identificadas y descritas. Los criterios de selección para árboles

padres deben ser descritos y registrados. Con el incremento de generaciones por mejoramiento selectivo, el historial genético de las poblaciones bases se tornará más importante que el historial geográfico.

La localización de huertos semilleros debe ser bien descrita y los límites identificables fácilmente o demarcados en el campo.

8.2.4 Historial genético El historial genético de las poblaciones base y los árboles padres deben ser verificados cuidadosamente y registrados con los criterios de selección. Las pruebas de progenies de los componentes (clones o familias) de los huertos pueden ser iniciadas y aquellos componentes que muestren progenies con comportamiento por debajo de los patrones preestablecidos deben ser removidos.

Semillas mezcladas de recolección comercial, dentro de cada huerto semillero o semillas para pruebas de progenies de componentes individuales se pueden utilizar para analizar los huertos semilleros. La primera clase de prueba proporcionará información sobre las progenies de los huertos semilleros como un todo. Las pruebas siguientes proporcionarán información sobre las progenies de los componentes individuales y pueden proporcionar material para la selección y reproducción futura.

8.2.5 Registro de semillas Ver procedencia de rodales semilleros. Para más información, en el Anexo 7 se adjunta un formulario de registro.

Como resúmen de los puntos 8.1 al 8.2.5, ver Anexo 1.

10. LITERATURA SELECCIONADA

Barner, H. 1975. Identification of Sources for Procurement of Forest Reproductive Material, Report on FAO/ DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Thailand, FAO, Rome.

Barner, H. 1975. Certification of Forest Reproductive Material. Report on FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Thailand, FAO, Rome.

Barner, H.; Willan, R.L. 1983. Seed Collection Units, 1. Seed Zones. Technical. Note No. 16. Danida Forest Seed Centre.

- Callaham, R. Z.** 1964. Provenance Research. *Unasyuva*. Vol. 18, No. 2-3. FAO. Rome.
- Ditlevsen, B.; Shrestha, N.B; Robbins, A.M.J.** 1988. Tree improvement. An Outline and Plan of Action. for Nepal. Draft Edition.
- Falconer, D.S.** 1967. *Introducción a la Genética Cuantitativa*. The Ronald Press Co., Nueva York.
- Jones, N.; Burley, J.** 1973. Seed Certification, Provenance Nomenclature and Genetic History in Forestry. *Silvae Genetica* Vol. 22, No. 3.
- Koski, V.** 1973. On self-pollination, genetic load and subsequent inbreeding in some conifers. *Metsäntutkimuslaitoksen Julkaisuja*. Vol 78 (10).
- Nikless y Newton.** 1980. Inventory and use of "provenance resource stands" of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland. Paper for IUFRO joint symposium and workshop, Brazil.
- OECD.** 1974. OECD Scheme for the Control of Forest Reproductive Material Moving in International Trade. OECD, Paris.
- Piesch, R.F.; Stevenson, R.E.** Certification of Source-Identified Canadian Tree Seed 1976. Under the OECD Scheme. Forestry Techn. Report No. 19. Dept. of Fisheries and the Environment, Canadian Forestry Service, Ottawa.
- Robbins, A.M.J. ; Hughes, C.E.** 1983. Provenance Regions for *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa* within the Republic of Honduras. *Tropical Forestry Papers*, No. 18, Commonwealth Forestry Institute, Oxford.
- Synder, E. B.** 1972. Glossary for Forest Tree Improvement Workers. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service.
- Willan, R. L.** 1984. Provenance Seed Stands and Provenance Conservation Stands. Technical Note No. 14, Danida Forest Seed Centre.

Willan, R. L. 1985. A Guide to Forest Seed Handling. Danida Forest Seed Centre. FAO Forestry Paper 20/2, FAO, Rome. 502 p.

Willan, R. L. 1988. Economic Returns from Tree Improvement in Tropical and Sub-Tropical Countries. Technical Note No. 36, Danida Forest Seed Centre.

Willan, R.L. 1989. Matching seed source to planting site. Lecture note B-3 (revised october 1993). Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark. 20 p.

Zobel, B. J. et al. 1958. Seed Orchards - Their Concept and Management. J. For. 56 (11).

LISTA DE VERIFICACION PARA LA CLASIFICACION DE FUENTES SEMILLERAS Y SEMILLAS

ANEXO 1

Criterios de clasificación	Zonas semilleras	RODALES				Huertos Semilleros
		Identificados	Seleccionados	Area de produccion semillera	Procedencia de semillas	
1. Unidad de recolección						
i Recolecciones identificadas	Zonas y rangos altitudinales solamente	«----- Rodales bien identificados, sencillos -----»				Huertos sencillos bien identificados
ii Recolecciones mantenidas separadas o mezcladas dentro de cada zona y rango altitudinal	Mezclar o mantener separadas, area de recolección no especificadas	«----- Recolecciones mantenidas separadas de cada rodal sencillo -----»				Mantener separada la semilla de cada huerto.
iii Semillas mantenidas separadas o mezcladas dentro de cada zona y rango altitudinal	Mezclar o mantener separadas, luego del procesamiento.	Semillas de rodales naturales o introducidos de origen común pueden ser mezcladas, pero preferiblemente mantenerlas separadas.	Mantener semillas de cada rodal sencillo separadas.		Mantener separado de cada huerto.	
2. Desarrollo y composición						
i Adaptabilidad	«--- No verificado cuidadosamente ---»	«----- Verificado cuidadosamente -----» «----- Probado o en prueba -----»				
ii Composición iii Desarrollo	«--- No verificado cuidadosamente ---»	«----- Verificado cuidadosamente -----»		Diseñado para composiciones óptimas. Cada componente identificado		
iv Patrón fenotípico	«----- No considerado -----»	Por encima de patrones locales	Por encima de rodales seleccionados	Rodal padre cuidadosamente seleccionado	Arboles padres cuidadosamente seleccionados	
						«----- Probado o en prueba -----»
3. Historial Geográfico						
i Origen	«--- No verificado cuidadosamente ---»	«--- Verificado cuidadosamente para rodales identificados, a menudo desconocidos ---»				
ii Localización de rodales semilleros	No especificados dentro de la zona semillera	La localización de rodales semilleros es dada por la latitud, longitud y elevación, y otros detalles, en donde están en operación sistemas de zonas semilleras, con referencia a la zona y rango altitudinal.				
iii Límites	Descritos e identificables	«----- Límites identificables en el campo -----» En donde sea necesario, demarcar límites en el campo.				
4. Historial Genético						
i Selección natural	«--- Juzgado por condiciones ecológicas prevaletentes dentro de cada zona y rango altitudinal ---» Estudios de distribución natural, tamaño de la población, resultados de las pruebas, etc.					
ii Selección artificial	«--- No considerado ---»	«--- Estudio del número de generación y criterios de selección ---» Registro de tratamientos aplicados. Registro del historial de reproducción.				
iii No. y tipo de árboles parientes representados en las fuentes semilleras No. y tipo de árboles parientes representados en los lotes de recolección de semillas	«--- No considerado ---» «--- No considerado ---»	«----- A menudo desconocido -----»		Registro numerosos parientes por tipo	Número y tipo registrado	
						La información puede ser proporcionada, si la solicitud es hecha antes de la recolección.
iv Aislamiento de las fuentes contaminadas de polen	«--- No verificado ---»	«--- Medidas tomadas para prevenir contaminación ---» Establecidas en localidades en donde el riesgo de polen externo es bajo.				
v Pruebas de procedencia y progenies	Dentro de cada zona, sólo se deben probar rodales identificados.	Pruebas a una variedad de rodales, incluyendo patrones en diversos sitios de difícil plantación. Utilizar como patrones los rodales que han sido ampliamente utilizados como fuentes semilleras. En la interpretación de los resultados obtenidos, se debe anotar si las pruebas fueron conducidas dentro o fuera del ambiente similar al del plantío en donde las semillas se utilizarán. Probadas o bajo prueba.				
5. Registro de semillas						
Las semillas serán clasificadas de acuerdo con la información suministrada y la verificación formal de los hechos.						

SISTEMA DE ZONIFICACION SEMILLERA UTILIZADA EN HONDURAS (Robbins y Hughes, 1983)

Las regiones de procedencia han sido deducidas de información genética y ambiental. Los datos ambientales han sido cubiertos muy bien en Honduras por varias organizaciones nacionales e internacionales, incluyen topografía, precipitación, temperatura, geología, suelos y vegetación. También hay disponible una cantidad considerable de información genética.

Honduras incluye tres regiones topográficas principales, 1) región montañosa central, 2) planicies y valles costeros del Caribe hacia el norte, y 3) planicies costeras del Pacífico hacia el sur. La precipitación se determina, principalmente por los vientos alisios del NE, por lo que las planicies costeras del NE tienden a ser las más húmedas (más de 3000 mm), las cuales se van reduciendo conforme se acercan al centro del país (700 mm), con el incremento correspondiente en la época seca (de 3 a 7 meses). La precipitación aumenta de nuevo en la costa Pacífica, pero es más concentrada en la época seca, la cual es muy larga. Los valles interiores tienden a ser más secos que los que están alrededor de las montañas, debido a los efectos orográficos. Debido a la topografía, la temperatura varía bastante de un promedio anual de 24°C y hasta 12°C en las mayores altitudes (máx. 2849 msnm).

Método de delineación (ver la Figura en la próxima página)

El primer paso que se toma para la delineación, es reproducir un mapa acorde con la distribución de *P. caribaea* y *P. oocarpa*, ya que solamente hay disponibles, mapas y fotos aéreas para la distribución general de pinos, sin diferenciación entre especies. Como ambas especies ocupan rangos altitudinales bien definidos, esto se puede realizar al sobreponer la topografía sobre la distribución, asumiendo que de 0 a 500 m crece el *P. caribaea*, de 500 a 700 m. cualquiera de las dos o a ambas especies, y de 700 m o más crece *P. oocarpa*.

El segundo paso es determinar la escala original de las poblaciones que estaban presentes durante la evolución y colonización de las especies, antes de haber sido desequilibrado por la mano del hombre. Como la distribución es controlada por la altitud y por consiguiente, la topografía, esto requiere la división del país en zonas fisiográficas, que representen varias poblaciones de valles y poblaciones discontinuadas de *P. oocarpa* en las montañas.

Estas poblaciones principales fueron entonces examinadas, para discontinuidad menor debido a los tipos de suelo, cordillera montañosa (fuera del rango de *P. caribaea*) y de la mano del hombre.

Muchas poblaciones grandes de *P. oocarpa* se pueden subdividir en dos, las de las

cordilleras montañosas que tienden a aislar una mitad de la población de la otra. Debido a que por naturaleza, tales poblaciones forman una faja circular alrededor de la cordillera montañosa, era difícil decidir dónde debería ser dividida la población principal en las laderas bajas. Como regla, la división fue hecha en donde las dos subpoblaciones estaban más limitadas por interconexión.

Los poblaciones de *P. caribaea*, de los valles generalmente son extensas y discontinuas, debido a los cambios de suelo o a la eliminación hecha por el hombre para la agricultura. Se hicieron sub-divisiones aptas con base a estos cambios.

Como paso final, se examinó el suelo, la temperatura y la precipitación, para ver cómo variaban dentro de las regiones antes descritas, y para determinar si era necesario hacer más divisiones.

En general, las regiones tienden a coincidir con los cambios del suelo, por lo que no se requirió de más divisiones en este campo. La precipitación y temperatura son controladas, principalmente, por la altitud, la cual es especialmente variable para las regiones donde crece el *P. occarpa*. Estas variaciones se pudieron haber tomado en cuenta al definir sub-zonas altitudinales ajustadas, pero esto a su vez hubiese dado vastas regiones estrechas en la forma de anillos concéntricos alrededor de la cordillera, lo cual hubiese sido impráctico para la delineación e implementación en el campo. Por lo tanto, parece más apropiado dejar las divisiones hasta ahora delineadas, como las regiones finales de procedencia, y definir límites para las recolecciones individuales de semillas, basados en el alcance máximo de altitud, y como algunas regiones son algo extensas, también en extensión aérea. Los límites recomendados son que la altitud no debe sobrepasar los 300 m, o el alcance horizontal no debe ser más de 50 km (alrededor de las líneas de contorno) para cualquier recolección única, similar a los propuestos para Canadá (Piesch y Stevenson, 1976).

Durante el proceso de delineación mencionado anteriormente, se tomo nota de los resultados de las pruebas de procedencia del C.F.I. y estudios asociados, los cuales, en general, confirman la división propuesta.

Las regiones han sido codificadas numericamente, con base a las zonas fisiográficas principales, utilizando tres dígitos, de manera que la localización y relación de las regiones pueda ser apreciada con facilidad, y de manera que fácilmente se puedan agregar futuras sub-divisiones. El nombre de la región también se refiere a los principales rasgos geográficos (cordillera montañosa, valle, etc.) de manera que la localización también pueda ser comprendida con facilidad.

La codificación es una clasificación de tres dígitos (ver mapa). El primer dígito se refiere a la zona fisiográfica en general, ver zona 9 (la cual se indica en el mapa), representando las Montañas del Sur-Oeste. El segundo dígito se refiere a futuras sub-divisiones, por ejemplo, 9.1, Copán. El tercer dígito 9.1.1 se refiere a las Laderas Bajas en Copán.

REPUBLICA DE HONDURAS

REGIONES DE PROCEDENCIA REGIONS OF PROVENANCE

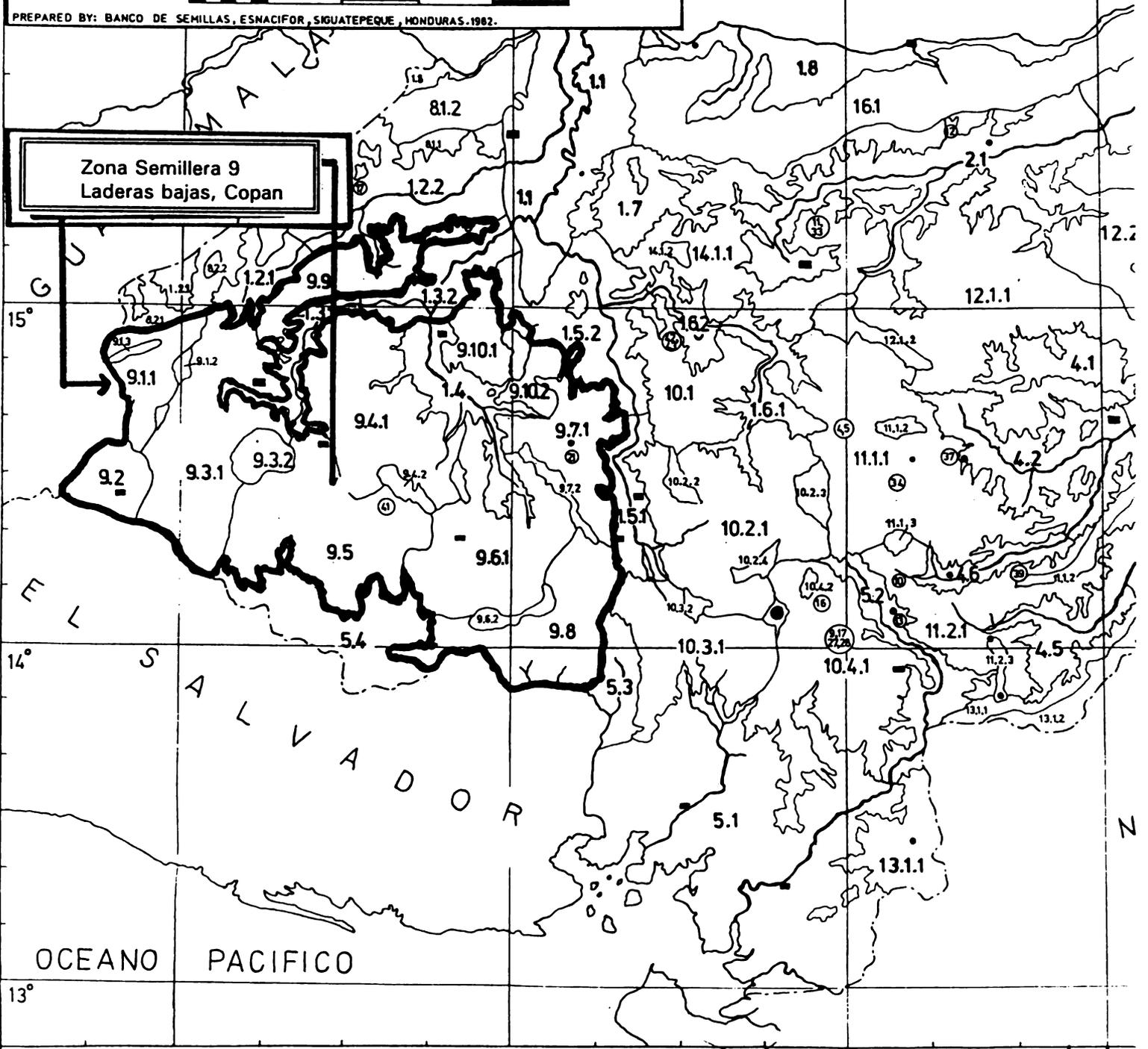
Para Pinus oocarpa, Pinus caribaea y otras especies
For Pinus oocarpa, Pinus caribaea and other species

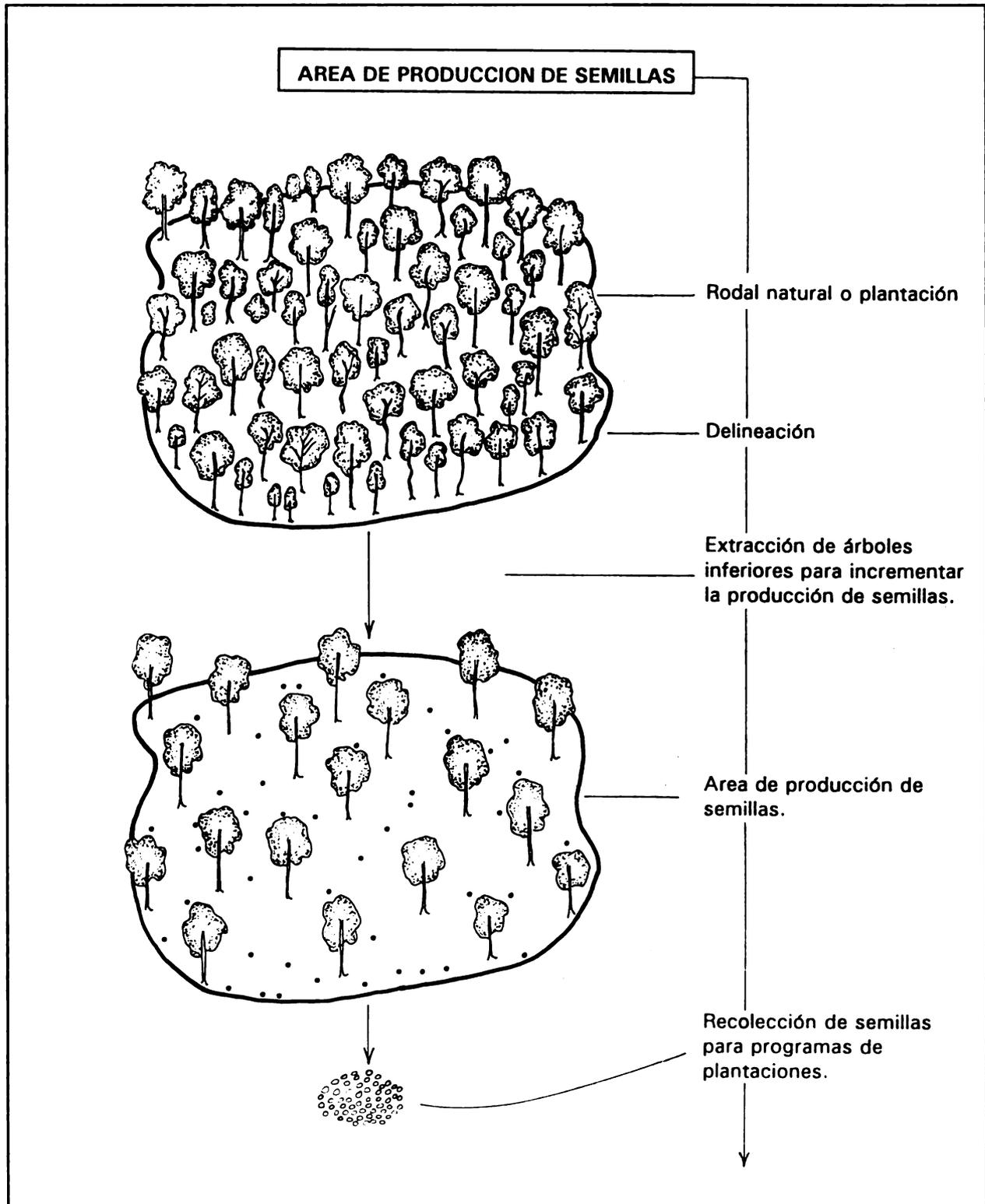
OXFORD
PROVENANCE
COLLECTION

VER TEXTO PARA CLAVE / SEE TEXT FOR KEY

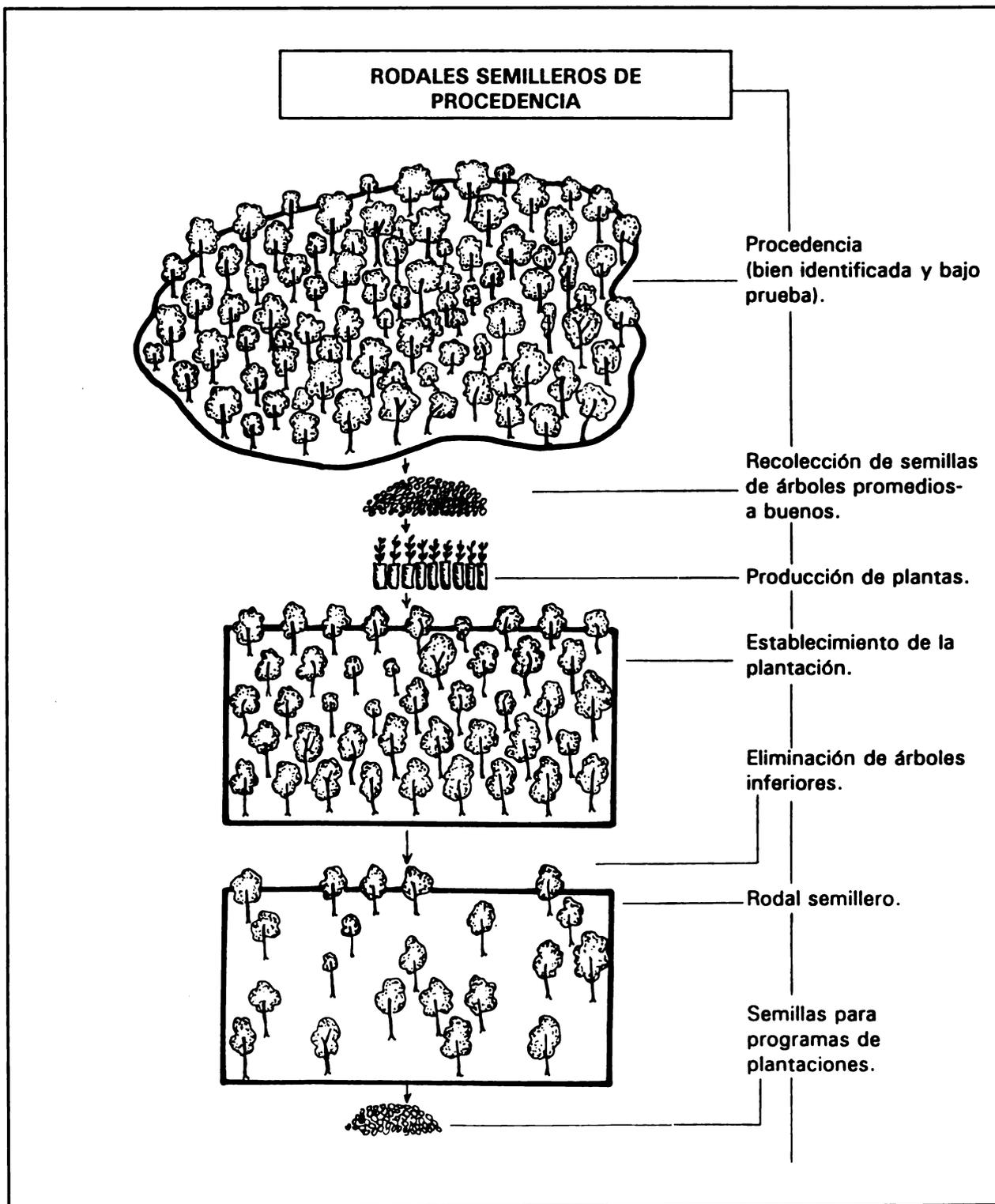
25 0 25 50 75 100 KM

PREPARED BY: BANCO DE SEMILLAS, ESNACIFOR, SIGUATEPEQUE, HONDURAS, 1982.

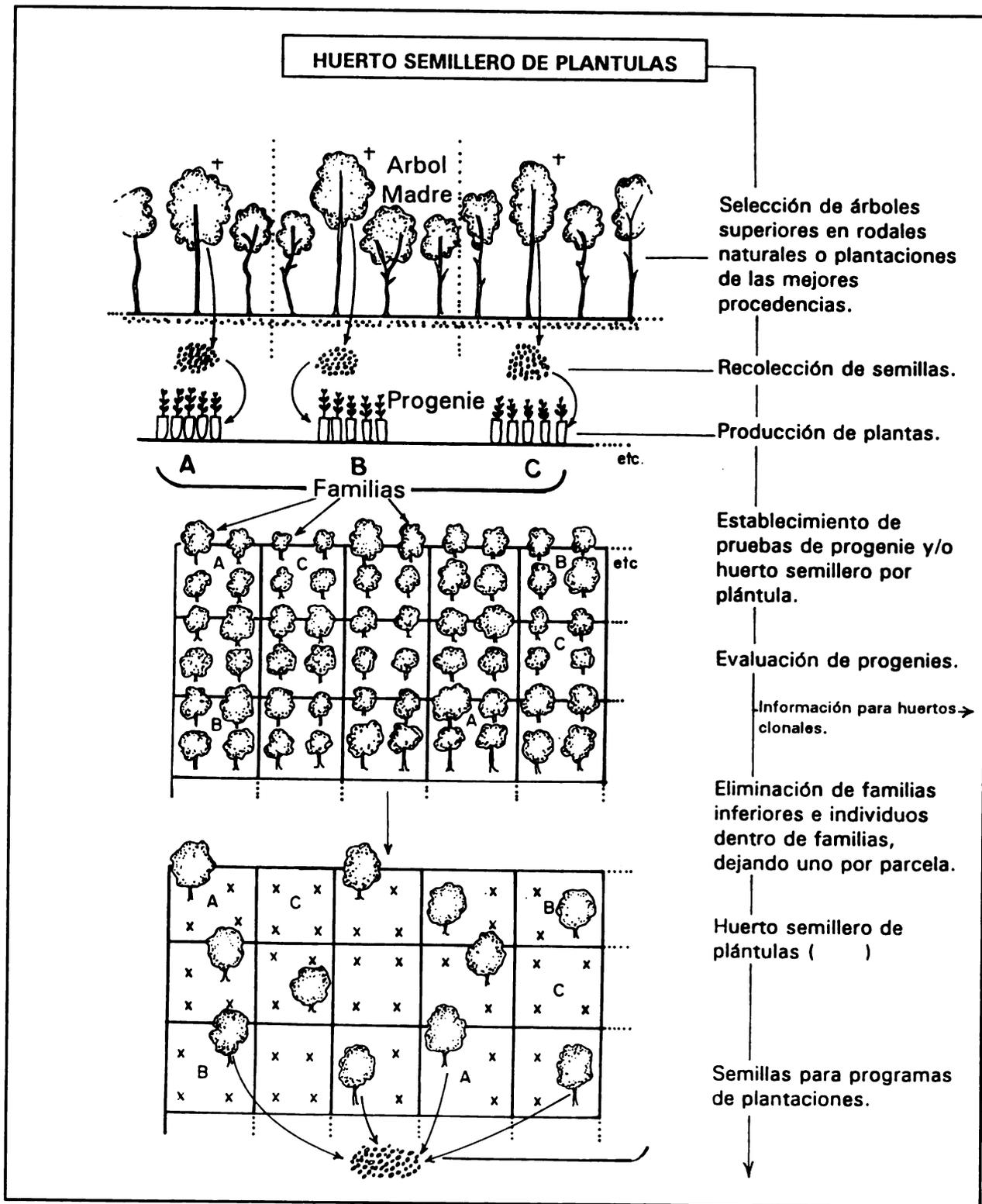




Fuente: Robbins in Ditlevsen *et al.* 1988.



Fuente: Robbins in Ditlevsen *et al.* 1988.



Fuente: Robbins in Ditlevsen *et al.* 1988.

REGISTRO DE HUERTOS SEMILLEROS**ANEXO 7**

País *Dinamarca* Sin probar 19__
 Aprobado como
 No. Referencia 240 Probado 19__

1. Identificación

Especies *Norway Spruce* *Picea abies*
 Nombre vulgar Nombre Científico
Propietario *Fundación Hofmangave y la Estación de Mejoramiento Forestal, en coordinación con la Asociación Danesa de Salud.*
Supervisor -
Localidad *Hofmangave "Timeglasmarken", Ne-Funen*
Latitude *55°32' E* **Longitud** *10°29' N* **Elevación** *0-10 m*
Area *6 ha* **Referencias** *A 3416, 1313 II*

2.

Objetivo *Producción de Western Continental Spruce adaptado a condiciones de DK*
Criterios de selección *Volumen, gravedad específica, rectitud y calidad de ramas*
Regiones de probable adaptación *Dinamarca*

Producción de semillas, edad estimada = kg. por año

3.

<u>Composición</u>	Arboles padres representados		Año de propagación o maduración	Año de Establecimiento	Espaciado m²	
	al establecerse	eliminado 19__			19__	19__
Clonal Completas Medio	100	-	1973-1982	1980-1984	15	

Diseño y Distribución *Permutated neighbourhood designs see: Bell and Fletcher, Silvae Genetica, 1978, 27.*

Aislamiento *Efectivo, tanto a 500 como a 1000 m, aparte de unos pocos parches de spruce en el parque.*

4. Material básico (Ver otra página)

La información puede ser recopilada de árboles padres de un mismo origen, creciendo bajo condiciones ecológicas similares. Para huertos semilleros más avanzados, se deben presentar registros de reproducción. Utilice el dorso de la página.

Relación entre la Fuente Semillera y el Sitio de Plantación

(Matching seed source to planting site)

Nota de Clase No. B.3

R.L. Willan y H. Barner

Humblebaek, Dinamarca. Octubre 1993

CONTENIDO

	PAGINA
1. INTRODUCCION	123
2. DESCRIPCION ECOLOGICA DE FUENTES DE SEMILLAS Y SITIOS DE PLANTACION	124
3. PRINCIPALES CATEGORIAS DE SITIOS DE PLANTACION Y FUENTES DE SEMILLAS	125
4. FUENTES DE SEMILLAS IDENTIFICADAS SEGUN LA LOCALIZACION	126
4.1 Sitios de plantación dentro del rango natural de la especie	
4.2 Sitios de plantación fuera del rango natural de la especie	
5. ESTUDIO DEL SITIO	135
6. FUENTES DE SEMILLAS SELECCIONADAS FENOTIPICAMENTE O MEJORADAS GENETICAMENTE	137
7. REFERENCIAS	139

Anexo 1: Formulario sobre información para la recolección de semillas Centro de Semillas Forestales de Danida

Anexo 2: Análisis de la Variación de la Media Anual de Temperatura en las Latitudes Tropicales y Subtropicales

Anexo 3: Indices climáticos

Anexo 4: Clases según aptitud de plantación para plantaciones mecanizadas de coníferas en Turquía

1. INTRODUCCION

La búsqueda de una compatibilidad entre la fuente de la semilla y el sitio de plantación implica dos comparaciones:

- (1) Debe escogerse la especie o fuente de semilla que sea capaz de rendir el producto deseado, sea madera para la construcción, leña para combustible, árboles que protejan una zona recolectora de agua o cualquier otro "producto" o propósito que se tenga en mente para la siembra de árboles.
- (2) Debe escogerse la especie o fuente de semilla que tenga probabilidades de sobrevivir, crecer y permanecer saludable en el sitio de plantación.

En este contexto "sitio de plantación" comprende todas las condiciones ambientales que afectan la salud y crecimiento de los árboles sembrados; el clima local, así como el suelo local y la topografía local e igualmente los factores bióticos locales, tales como las plagas, las enfermedades y la influencia benéfica o perjudicial del ser humano mismo. Con el objeto de incluir el punto (1), se puede extender para que comprenda el medio ambiente local para la cosecha, utilización y comercialización.

Una buena parte de esta conferencia tiene que ver con el establecimiento de una relación entre las oportunidades de crecimiento que ofrece un sitio de plantación y las necesidades de crecimiento de una fuente de semillas, aunque el propósito de la siembra es igualmente importante. Una madera blanda liviana no producirá una buena leña para combustible, ni una madera dura de fibras cortas producirá una pulpa de fibras largas, no importa cuán adaptadas al sitio se encuentren o cuánta abundancia de productos no adecuados estén en condiciones de producir. En algunos casos las especies de propósito múltiple (por ejemplo: las que producen leña para combustible y forraje al mismo tiempo) pueden desempeñar un papel importante. En otros casos podrían satisfacerse más eficazmente las distintas necesidades con diferentes especies.

Ejemplos de la útil diferenciación entre fuentes de semillas teniendo en cuenta las características de su uso final son menos frecuentes que la diferenciación entre especies, pero esto refleja una investigación inadecuada o inconclusa más que la ausencia de diferencias. Parece probable que con la adquisición de mayores conocimientos, llegará a descubrirse que las diferencias entre fuentes de semillas en cuanto a características tales como los grano en espiral, la rectitud del tallo, el contenido de nutrimentos en el forraje, etc., son estadísticamente significativas y económicamente importantes en muchas especies.

La investigación sobre fuentes semilleras (procedencia), con algunas notorias excepciones (teca, melina, unos pocos pinos tropicales y eucaliptos) está aún en pañales en los trópicos. Sin embargo, es posible enunciar algunas pautas generales para establecer la correspondencia o relación entre la fuente de la semilla y el sitio de

plantación, no sólo con base en la experiencia con esas pocas especies, sino también en la experiencia mucho mayor que se tiene en la determinación de correspondencia o relación entre especies y el sitio de plantación.

La operación de establecer tal compatibilidad implica la adquisición de conocimiento tanto acerca de la fuente semillera como del sitio de plantación. El tema referente a fuentes semilleras y su clasificación, características, selección, delineación y documentación lo trata Barner et al.(1988). Se necesita información similar sobre las características ambientales de los sitios de plantación.

La sección 2 hace una somera referencia a las necesidades y métodos para describir fuentes semilleras y sitios de plantación. Algunos de los métodos se describen con mayor detalle en la sección 4.2 y el importante tema del análisis del sitio se discute en la sección 5.

La sección 3 enumera las distintas categorías de sitios de plantación y fuentes semilleras que deben tenerse en cuenta. La sección 4.1 se refiere a los problemas de traslado de semillas de una especie dentro de su propio rango natural, cuando normalmente una fuente local de semillas debe estar disponible como estándar para la comparación; mientras que la sección 4.2 aborda los problemas que implica lograr compatibilidad entre la fuente y el sitio de plantación cuando no sólo la fuente sino también la especie son exóticas al sitio. La sección 6 está dedicada al caso especial de encontrar fuentes semilleras fenotípica o genéticamente superiores que sean compatibles con nuevos sitios de plantación.

2. DESCRIPCION ECOLOGICA DE FUENTES SEMILLERAS Y SITIOS DE PLANTACION

Para efectos de correspondencia, es más beneficioso cuanto más información pueda ofrecerse sobre una fuente semillera. Un formato apropiado aparece en las secciones sobre Localidad, Sitio y Bosque en el formulario del Proyecto de Semillas Forestales del CATIE para la Información sobre la recolección de semillas, que se reproduce en el Anexo 1. Cuando ya exista en un país un sistema funcional de zonas de semillas definidas y dibujadas y de bosques comerciales definidos, sería quizás bien posible proporcionar los datos para este formulario. En los casos en que no se haya iniciado un sistema nacional de fuentes semilleras puede ser difícil suministrar tanto detalle. Sin embargo, en todos los casos es esencial que se aporte información sobre la localización de la fuente semillera (provincia o departamento, distrito, cantón, etc., además de latitud y longitud), altitud, una estimación de la precipitación (media, anual y patrón de distribución) y temperatura, así como cualquier característica especial del uso del suelo, la topografía o la vegetación. Se han hecho muchos intentos por clasificar los distintos componentes del sitio a nivel local, nacional, regional y global, que comprenden el clima (homoclimas, índices climáticos, etc.), tipos de suelo, tipos de vegetación y ecosistemas. Algunos de estos se examinan en la sección 4.2.

La necesidad de una descripción exacta y detallada de las condiciones ecológicas se aplica en no menor medida a las pruebas de especies que a las de procedencia o de fuentes semilleras. Tiene poco valor establecer pruebas para comparar la especie X con la especie Y sobre la base de una semilla de origen desconocido y especialmente cuando ambas especies están ampliamente distribuidas en toda una gama de medios. La comparación debe hacerse entre fuentes semilleras claramente identificadas de cada especie. Si se conoce la fuente de las semillas de los individuos que mejor funcionan, pueden disponerse recolecciones mayores de la misma fuente y los resultados también ofrecerán orientación para la planificación de pruebas subsiguientes de procedencia con las especies de mayor éxito.

Los silvicultores u otros encargados de los planes de reforestación tienen que depender de otros para la identificación y descripción de las fuentes semilleras; su responsabilidad es conocer sus propios sitios de plantación. Cuanto más se conozca sobre las características ecológicas del (de los) sitio(s) de plantación, mejores serán las probabilidades de compatibilizarlo(s) con las fuentes semilleras más apropiadas. El estudio del sitio es un paso preliminar esencial de cualquier proyecto bien concebido de repoblación forestal y uno de sus objetivos debe ser proporcionar una base para la selección de especies y de fuentes semilleras dentro de cada especie. El estudio del sitio se examina en mayor detalle en la sección 5 más adelante.

3. PRINCIPALES CATEGORIAS DE SITIOS DE PLANTACION Y FUENTES SEMILLERAS

Por razones de conveniencia, los sitios de plantación pueden considerarse como:

- (1) Dentro del rango natural de la especie que se sembrará.
- (2) Fuera del rango natural de la especie que se sembrará.

Una división primaria de fuentes semilleras puede presentarse de la siguiente manera:

- 1) Fuentes identificadas según localización y, hasta donde sea posible, condiciones ambientales, pero sin hacer conscientemente selección alguna en cuanto a superioridad. Esto comprende las Zonas de Recolección de Semillas y los Bosques o Rodales Identificados (Barner et al., 1988).
- 2) Fuentes seleccionadas en cuanto a algún grado de superioridad, además de ser identificadas según localidad. Esto comprende Rodales o Bosques Seleccionados, Zonas de Producción de Semillas, Bosques o Rodales de Semillas de Procedencia y Huertos Semilleros. En las primeras etapas del programa de reforestación, especialmente en cuanto a las especies introducidas, es probable que los países se preocupen más de las primeras dos categorías: Zonas de Recolección de Semillas y Bosques o Rodales Identificados.

4. FUENTES SEMILLERAS IDENTIFICADAS SEGUN LA LOCALIZACION

Esto comprende Zonas de Recolección de Semillas y Bosques o Rodales Identificados. La calidad fenotípica debe ser representativa de la zona en cuestión; por ejemplo: no implica esfuerzo alguno seleccionar grupos superiores o árboles plus dentro de un rodal. Por otra parte deben evitarse los peores bosques y árboles. Una guía útil es recolectar semillas de "árboles de calidad media, que no sean peores que los dominantes y co-dominantes...de bosques normales" (FAO 1969). La calidad fenotípica que puede esperarse, por lo tanto, "no será más deficiente que la media para la zona".

4.1 Sitios de plantación dentro del rango natural de la especie

Puede suponerse que cuando el bosque natural se ha establecido en un sitio y se ha regenerado a lo largo de generaciones, la fuente local de semillas estará mejor adaptada a las condiciones locales del sitio que cualquier otra. Debe hacerse una importante distinción entre: (1) una fuente local de semillas que por ser indígena, tras generaciones de selección natural, está bien adaptada al sitio y (2) una fuente local de semillas que proviene de una introducción y que ha venido experimentando las presiones de la selección local sólo por una generación o por unas pocas generaciones. Es probable que a estas fuentes introducidas se las estime menos adaptadas a los sitios en los que se están desarrollando. Tras cierto número de generaciones, una especie o procedencia "introducida" se va convirtiendo en una "naturalizada" tan pronto como se adapta a las condiciones locales al igual que una fuente auténticamente indígena. Los ejemplos son más bien comunes: la teca en Indonesia, la casuarina en las costas tropicales y las ornamentales en todo el mundo. Ejemplos de naturalización de procedencias lejos de sus lugares de origen pero dentro del rango natural de la especie son menos comunes; el roble introducido en Dinamarca desde los Países Bajos a principios del siglo diecinueve ha demostrado estar bien adaptado y promete naturalizarse con éxito.

La introducción de procedencias no locales desde otros sitios dentro del rango natural de la especie es algunas veces promovida, en razón de su aparente superioridad en cuanto a alguna característica útil. En tales casos es necesario no sólo demostrar que la procedencia introducida mantiene su superioridad (por ejemplo en cuanto a rectitud del tallo) en el nuevo sitio, sino también que no es significativamente inferior a la procedencia local indígena en cuanto a adaptación al sitio (por ejemplo: resistencia a la sequía o a la enfermedad, tolerancia a un drenaje deficiente).

En la mayoría de los casos, no obstante, deben preferirse las fuentes locales naturales de semillas para el plantación en sitios dentro del rango natural. Puede surgir un problema si se necesitan grandes cantidades de semilla para un gran proyecto de reforestación y las fuentes locales de semillas son incapaces de suministrarlas. Esto puede ocurrir en los sitios en los que se ha producido una

deforestación masiva y se decide reforestar con la especie original. En tal caso, el experto deberá saber hasta qué punto podrá transferir de manera segura semillas de una fuente natural pero no local a su sitio de plantación.

Cualquier sistema sensato de zonificación de fuentes semilleras debe contar con una guía útil sobre los límites seguros para la transferencia de semillas. Lo ideal es que se base en los resultados de la investigación sobre las diferencias genéticas entre poblaciones, pero son pocos los casos en los que la investigación genética ha avanzado hasta este punto.

La mayoría de los sistemas de zonificación de áreas semilleras, a falta de una demostración de la variación genética, dependen de una variación ecológica observada, a menudo modificada por la necesidad de una conveniencia administrativa en la organización de la recolección de semillas. Un ejemplo es el diseño preliminar de las Regiones de Procedencia del *Pinus caribaea* y del *Pinus oocarpa* en la República de Honduras (Robbins y Hughes 1983), que se resume en el Anexo 2 de Barner et al (1988). La clasificación primaria de regiones de procedencia (o zonas de recolección de semillas) se basó en amplias zonas fisiográficas (sistemas de montañas y valles), prestándose especial atención a la discontinuidad en la distribución de especies. Dentro de las zonas fisiográficas primarias se establecieron límites para las recolecciones individuales de semillas; se encontraban en un rango de altitud máxima de 300 m y de extensión horizontal máxima de 50 km.

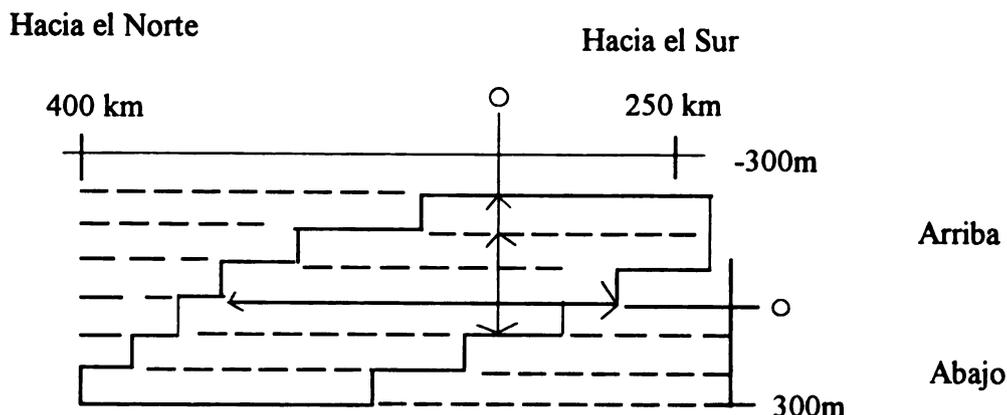
En Noruega se ha introducido un sistema de zonas semilleras, que se han representado en mapas. En ese país se recomienda que las semillas y las plantas sean usadas preferiblemente dentro de la zona en la cual se han recolectado los materiales. Sin embargo, se consideró que las semillas y las plantas podían, de ser necesario, trasladarse dentro de ciertos límites y todavía garantizar resultados satisfactorios.

El siguiente diagrama muestra las pautas para el traslado de semillas del *Picea abies* (abeto noruego) del lugar de la recolección (Fystro 1983).

La zona en la que se permite el traslado está indicada por la línea llena. Así, en la misma latitud, se considera seguro trasladar la semilla no más de 100 m más abajo y no más de 300 m más arriba en elevación. En la misma altitud se permiten traslados de hasta 300 km hacia el norte y hasta 150 km hacia el sur. Se permiten traslados a mayor distancia siempre y cuando la altitud compense por la latitud; por ejemplo: 250 km hacia el sur si es que también hay un aumento de 100-300 m en altitud.

En zonas montañosas, los rápidos cambios de altitud a lo largo de cortas distancias horizontales y los efectos de esto en la adaptación genética de las poblaciones locales, puede ser algo de gran importancia al buscar correspondencia entre fuente semillera y sitio de plantación. De tal manera, si no hay disponibilidad de cantidades suficientes de semilla de una fuente semillera preferencial, el usuario puede algunas veces encontrar una mayor correspondencia, como segunda opción, en una fuente semillera de la misma altitud y aspecto en una zona de semillas adyacente antes que en una fuente en la misma zona pero a una altitud 500 m menor.

Pautas para el traslado de semillas de *Picea abies* en Noruega



Un ejemplo en el cual las pautas preliminares sobre el traslado seguro de semillas se han basado en la investigación genética es el estudio sobre Pautas para el Traslado de Semillas del Alerce Occidental (*Larix occidentalis*) en las Montañas Rocosas del Norte de los Estados Unidos de América (Rehfeldt 1982, 1983). El autor definió un criterio apropiado para diferenciar las zonas de semillas como el intervalo mínimo geográfico o de altitud a través del cual pueden detectarse las diferencias entre poblaciones con un grado de probabilidad del 80%.

Los contornos geográficos de las zonas de semillas^{***} se representaron cartográficamente y se descubrió que el intervalo de elevación estaba aproximadamente a unos 460 m (1.500 pies). Se recomendó que la semilla de una única fuente no se trasladara más de la mitad del intervalo geográfico o de elevación mínimo a través del cual podía detectarse la diferenciación; es decir: no más de ± 230 m (750 pies) en altitud dentro de la misma zona geográfica de semillas. Se reconoció que cambios en altitud podían compensar por cambios en zona geográfica; por ejemplo: sería seguro trasladar semillas a través de no más de dos contornos geográficos en una dirección más fría si se mantuviera la misma elevación, pero a través de no menos de tres y de no más de siete contornos geográficos del mapa en una dirección más fría siempre y cuando el cambio geográfico quedara compensado por una reducción en elevación de 575 m (1.875 pies).

Las actuales pautas fueron desarrolladas con base en un único estudio de árboles muy jóvenes y fueron calificadas por el autor como provisionales, sujetas a modificación conforme vayan madurando los árboles estudiados.

Cuatro contornos geográficos en los mapas equivalen a un intervalo geográfico a través del cual puede detectarse la diferenciación.

Los casos en los que una fuente no local de semillas ofrece plantaciones mejor adaptadas que los de la fuente natural local pueden considerarse muy raros. Sin embargo, puede ser que algunas fuentes no locales resulten ser tan bien o casi adaptadas y que además muestren algunas características más favorables para su uso final. Suecia es uno de los pocos países en donde la delimitación de las zonas de semillas y las recomendaciones para el traslado de semillas están basadas en los resultados de las pruebas de procedencia.

Los resultados de las pruebas con el *Picea abies* en Suecia septentrional son de particular interés, puesto que muestran que el mejor comportamiento puede obtenerse trasladando procedencias en vez de usar la procedencia local. Rosvall y Ericsson (1981) resumieron los resultados:

"En 1979 se obtuvieron mediciones con base en siete pruebas de procedencia establecidas en 1958-60 en Suecia septentrional (61° - 67° N) con procedencias del abeto noruego (*Picea abies*) de diferentes latitudes (57° - 67°) y altitudes (20-445 msnm). Se registraron los datos sobre altura de los árboles, mortalidad y distintos tipos de daños. El propósito del estudio fue hacer una revisión de la recomendación sobre el traslado de procedencias que se emplea en la práctica. Esta recomendación se basa en las mismas pruebas de procedencia. La interacción entre el traslado óptimo y la localización de los experimentos ha sido investigada por medio del análisis de regresión. El origen de las procedencias y la localización de los sitios han sido descritos por latitud y elevación. La altura de los árboles ha sido el criterio para la selección de procedencia. Los riesgos inherentes al traslado de procedencias han sido discutidas con base en la tasa de mortalidad y daños.

La altura máxima de los árboles se logra trasladando procedencias hacia el norte 2-4 grados de latitud. La ventaja de trasladar procedencias en términos de latitud disminuye conforme aumenta la severidad del sitio y el traslado óptimo también será más corto. En gran medida la severidad es una función de la elevación del sitio. En algunos de los experimentos el crecimiento en altura entre 1973 y 1979 muestra un traslado óptimo más corto que lo que muestra la talla del árbol en 1979. Se recomienda el uso de un mapa esquemático de los sitios acoplados de Suecia septentrional para la clasificación de sitios.

La mortalidad y los daños indican que el traslado óptimo calculado debe reducirse al aplicarse a sitios extraordinariamente deficientes expuestos al viento y a la sequía en las grandes elevaciones de los lugares más septentrionales de Suecia. Un desarrollo débil, junto con los daños ocasionados por la enfermedad de la nieve (*Lophophasidium hyperboreum*) constituyen una amenaza contra los jóvenes abetos. Sin embargo, puede cuestionarse si estos sitios deben regenerarse del todo con abetos mientras no se usen mejores métodos de regeneración con una preparación más intensiva del suelo, en comparación con los que se aplicaron cuando se establecieron en el experimento. En la práctica se recomienda que se reduzca el traslado hacia el norte con 0,5 grados de latitud para cada traslado de

altitud de 200 m y sin exceder un traslado de altitud de 400 m. Esto está reafirmado por daños y mortalidad observados en los sitios más severos.

Finalmente se recalca que la regeneración con abetos debe orientarse hacia los buenos sitios. La variación en cuanto a índice del sitio y altura del árbol en las pruebas, muestra que la escogencia del sitio es más importante que la escogencia de la procedencia."

Los resultados de esta investigación se han incorporado en las disposiciones para el traslado de semillas que ha emitido la Junta Estatal de Forestería para Suecia septentrional, según aparecen en el diagrama a continuación. La franja oscura en el centro indica la zona preferencial de plantación y las líneas continuas externas marcan los límites extremos de las zonas siempre aceptables pero menos aptas. Por ejemplo: la correspondencia ideal de sitio de plantación con fuente semillera a una elevación de 400 m y 61° de latitud es la de 400 m y $63\frac{3}{4}^{\circ}$; igualmente apropiada sería la de 0 m y $64\frac{3}{4}^{\circ}$; 200 m y $64\frac{1}{4}^{\circ}$; 600 m y $63\frac{1}{4}^{\circ}$ u 800 m y $62\frac{3}{4}^{\circ}$. El alcance extremo aceptable para la siembra sería de 400 m y $60\frac{1}{2}^{\circ}$ a 400 m y $65\frac{1}{4}^{\circ}$ o combinaciones equivalentes de elevación y latitud.

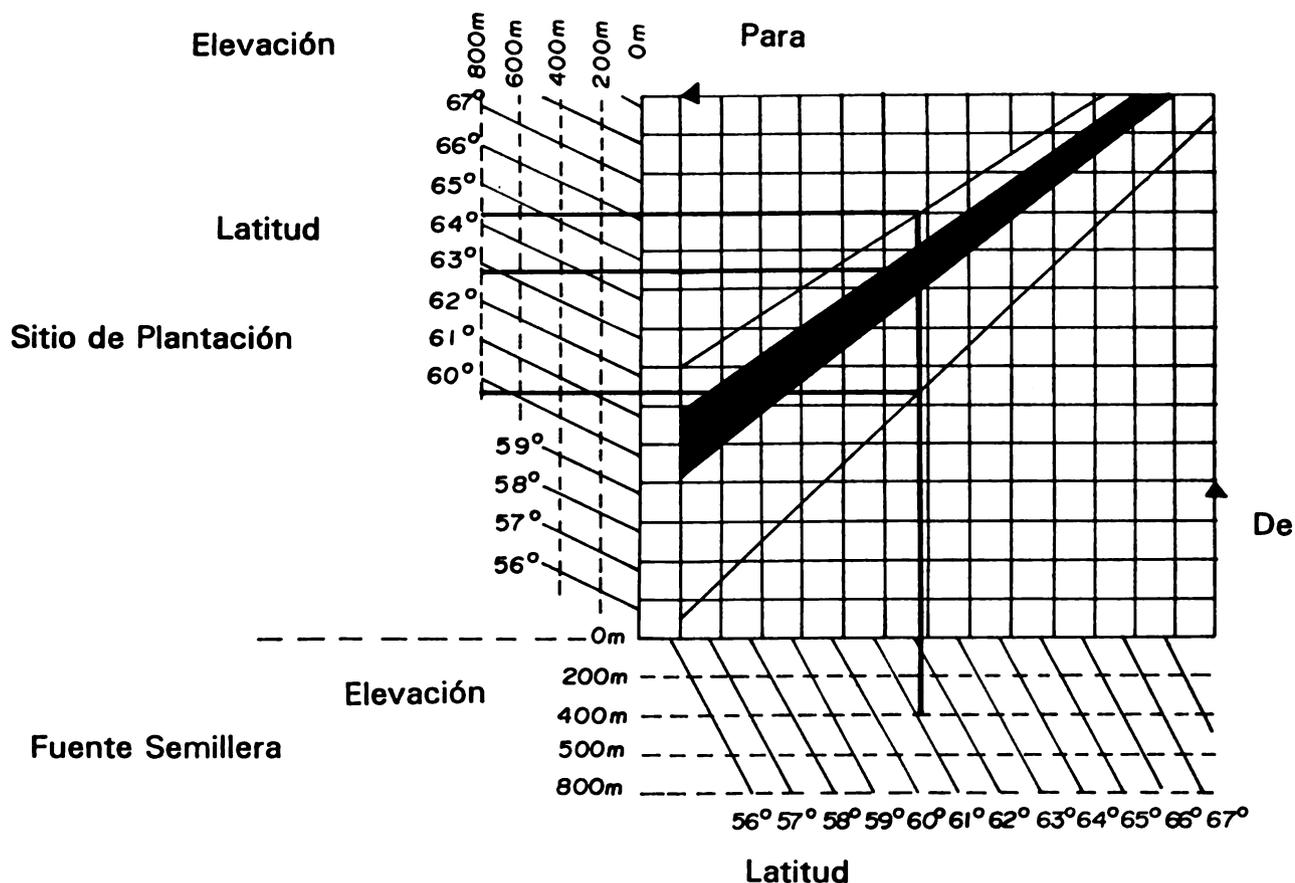
4.2. Sitios de plantación fuera del rango natural de la especie

El uso de especies exóticas en la siembra de árboles ha aumentado enormemente en este siglo. Ejemplos bien conocidos son las coníferas norteamericanas en Europa, la *Pinus radiata* en el Mediterráneo, Nueva Zelanda, Australia y Chile, los eucaliptos en Suramérica y Africa. Más recientemente los pinos tropicales han asumido una responsabilidad importante en la reforestación de los trópicos que, en su mayoría no cuentan con recursos adecuados de coníferas. En estos momentos existe un gran interés en la prueba y uso de especies para leña para combustible y agroforestería en las comunidades rurales. Si se seleccionan y administran bien, las especies exóticas son capaces de producir mayores cantidades y además, o en su defecto, productos finales más idóneos que las especies indígenas.

Con el uso de las especies exóticas, no existirá una fuente semillera local natural que se asuma estar bien adaptada al sitio de plantación y si la especie que habrá de sembrarse es indígena de algún país distante u otro continente, los problemas para hacer corresponder la fuente semillera con el sitio, aumentarán.

Surge una circunstancia especial si existe una fuente local de semillas de una especie exótica anteriormente introducida. Si ya ha mostrado buen crecimiento y salud a lo largo de varias generaciones puede considerársele "naturalizado" o como una raza local que esta tan bien adaptada al sitio como una fuente semillera local de una especie indígena. Las introducciones más recientes, no obstante, deben considerarse cautelosamente. Aun cuando los bosques establecidos con base en una fuente semillera, quizás introducidos sólo porque la semilla estaba convenientemente disponible, muestren signos de una buena adaptación, no puede concluirse que ésta sea la forma más adecuada de todas. Ante la falta de comparaciones de un rango de

fuentes semilleras en el mismo sitio, deben continuarse esforzadamente los estudios para encontrar la correspondencia entre la fuente de las semillas y el sitio.



Clima

Un instrumento de gran importancia al compatibilizar la fuente de las semillas con el sitio de plantación ha sido el análisis homoclimático o comparación de climas en distintas localizaciones para identificar aquellos con las mayores similitudes entre sí, aunque pudiesen estar geográficamente muy separados. Esto se ha usado mucho en la selección de especies para pruebas de introducción. El concepto homoclimático es una guía útil en la primera etapa de la selección de especies y procedencias, pero no es sustituto de las pruebas. La clasificación y representación cartográfica de los climas del mundo se ha hecho a pequeña escala, ostensiblemente por Köppen (con base en temperatura y precipitación total o estacional) y Thornthwaite (temperatura, precipitación y evapotranspiración). La clasificación de zonas bioclimáticas, ecológicas o silvícolas en el plano nacional, junto con listas de especies recomendadas para cada

zona, se ha hecho en cierto número de países; por ejemplo: Brasil, Africa del Sur, Zimbabwe (Golfari y otros, 1978; Poynton, 1971; Barrett y Mullin, 1968). Webb y otros (1984) clasificaron los climas tropicales y subtropicales (excluyendo la zona árida) en 21 zonas basadas en la precipitación media anual y en la temperatura (o altitud) media anual y sugirieron especies que ameritarían pruebas en cada zona.

A falta de medidas directas de temperatura en la zona de la fuente semillera, pueden obtenerse estimaciones de la Temperatura Media Anual (TMA) a partir de la latitud y la altitud. Webb y otros (1984) calcularon con fórmulas de regresión múltiple el valor de la TMA correspondiente a combinaciones de altitud y latitud entre 30°S y 30°N para América, Africa y Asia/Pacífico, excluyendo las grandes masas de tierras áridas del norte de Africa y Australia, en donde los datos meteorológicos son escasos y anómalos. Aunque existe alguna variación entre continentes, descubrieron que una buena regla práctica que podía usarse para los trópicos y los subtrópicos era suponer lo siguiente:

1. Una TMA de 27°C a nivel del mar en el "ecuador de temperatura" que está aproximadamente a 7°N del ecuador geográfico.
2. Una reducción de 0,15°C de la TMA por cada grado de latitud norte o sur del "ecuador de temperatura" (7°N).
3. Una reducción de 0,5°C de la TMA por cada elevación de 100 msnm.

Los datos tabulados para cada continente se muestran en el Anexo III de Webb y otros 1984, que aquí se reproducen como Anexo 2.

El desarrollo de programas computarizados para el análisis homoclimático ha facilitado su aplicación hasta lograr comparaciones más finas entre la fuente semillera o procedencia y el sitio de plantación. En Australia se han desarrollado los programas BIOCLIM (Sistema de Predicción Bioclimática) y CLIMSIM (Programa de Similitud Climática) para ayudar a otros países a seleccionar las especies y fuentes semilleras australianas que resulten más idóneas para el medio climático de sus sitios de plantación. Los datos que se necesitan para estos programas son: (1) la media mensual de la máxima temperatura diaria para cada mes; (2) la media mensual de la mínima temperatura diaria para cada mes; (3) la precipitación para cada mes. De estas 36 cifras básicas se recopilan 18 índices climáticos para cada localización; éstos se tabulan como lo muestra el Anexo 3 adjunto. Es posible definir el rango de una especie indígena y con base en eso predecir, utilizando el análisis homoclimático, las regiones de otros continentes en donde hay probabilidades de que la especie se desarrolle bien. Un estudio realizado sobre el *Eucalyptus citriodora* (Booth 1985) indicó una correlación satisfactoria entre el grado de éxito de plantaciones en el Africa y el grado de similitud climática entre las zonas en el Africa y las zonas de distribución natural en Australia.

Es posible revertir el procedimiento definiendo primero los índices climáticos del

sitio de plantación e identificando luego localizaciones en otros sitios del mundo con los mismos índices u otros muy similares. Esto tiene la ventaja de que puede sugerir no sólo una especie que ameritaría una prueba, sino también una o más de una fuente semillera dentro del rango de la misma especie. También es posible que una localidad pudiese ofrecer fuentes semilleras de más de una especie. La misma localidad en Australia, por ejemplo, puede aportar semillas de las especies *Acacia* y *Casuarina*, así como de *Eucalyptus*. En consonancia con el actual interés que existe en el mundo en las especies para leña para combustible y agroforestería, hay muchas otras especies que pueden ser de valor potencial pero que son aún poco conocidas.

Dentro de Australia se han estimado los índices climáticos, por medio de técnicas de interpolación, de 2.795 puntos en una cuadrícula de medio grado. Es posible comparar estos índices con los de un determinado sitio de plantación que se haya propuesto, por ejemplo en Africa, las localidades australianas se ajustan en consonancia con la similitud climática que tengan con el sitio africano. Un método conveniente para efectos de ajuste es el uso de las letras del alfabeto, indicándose con "A" lo sitios más parecidos al sitio de plantación y con "Z" los menos parecidos. Entonces pueden representarse en el mapa las zonas según distintos grados de similitud. En un ejemplo del método empleado en Kaolack, Senegal, Africa Occidental (Booth y otros 1987), se identificó una ancha zona con un grado de similitud más bien alto (grados A-C) en la Queensland septentrional y las partes septentrionales de Australia Occidental y del Territorio Septentrional. Para un homoclima más preciso (sólo grado A) se determinó que la apropiada era una extensión total mucho más pequeña dividida discretamente en diversos bloques. Ver el Anexo 3

En la correspondencia o relación entre fuente semillera y sitio de plantación, ninguna correspondencia climatológica o ecológica puede expresar la capacidad de una especie o fuente semillera para adaptarse a condiciones cambiadas (Leuchars 1965). En este sentido, las condiciones en las cuales se ha comportado bien una fuente semillera introducida pueden ser no menos importantes que las de su estado natural al evaluarse su potencial y esto debe incluirse en su "perfil climático". Particularmente, un cierto número de pruebas en una gama de condiciones de ubicación puede ya haber determinado que ciertas fuentes semilleras son ampliamente adaptables. Un buen ejemplo es el comportamiento de la procedencia del Lago Albacutya del *Eucalyptus camaldulensis* en toda una gama de localizaciones y en una serie de países mediterráneos, así como el de la procedencia Petford en diferentes tipos de sitios dentro de la zona húmeda tropical de lluvia estival del Africa (Lacaze 1978). Resultados como estos indican el enorme valor de las pruebas internacionales a la hora de obtener y diseminar los resultados de amplia aplicabilidad. Debe darse prioridad a la introducción de fuentes semilleras con una reconocida y amplia adaptabilidad, si es que existen.

Suelo

La correspondencia entre climas ha demostrado ser más útil que la correspondencia entre suelos. Aunque las características del suelo pueden ser de

crítica importancia para algunas especies, son más difíciles de evaluar y de interpretar y más susceptibles de variación de pequeña escala que los factores climáticos. Por estas razones, la búsqueda de una correspondencia de suelos a menudo se limita a la tolerancia o intolerancia de una especie a un tipo particular de suelo; por ejemplo: la *Leucaena* no es compatible con suelos de alta acidez. Webb y otros (1984) enumeran cierto número de especies con tolerancia a unas condiciones particulares de suelo. Aún se conoce poco acerca de las preferencias de suelo de las fuentes semilleras individuales dentro de las especies, aunque las fuentes Port Lincoln y Wiluna del *Eucalyptus camaldulensis* han demostrado tener una tolerancia particular a los suelos calcáreos de alto pH tanto en Australia como en pruebas hechas en el Mediterráneo (Jacobs 1981).

Es recomendable considerar una amplia gama de especies que algunas pocas especies y fuentes semilleras para una prueba en un determinado sitio de plantación. Con todo y su utilidad, mediante la correspondencia climática no es posible evaluar todos los factores que afectan la probabilidad de éxito de una especie o procedencia introducida. El efecto de 250 mm menos de precipitación anual puede resultar compensado por la presencia de un suelo arcilloso retentor de agua en vez de un suelo arenoso de libre drenaje.

Vegetación

La vegetación puede con frecuencia considerarse una expresión de todos los factores ambientales que juegan en un sitio. En algunos casos constituye una guía útil para lograr la correspondencia de sitio, especialmente en donde no hay datos climatológicos locales. Por ejemplo: es probable que las condiciones para una especie exótica puedan ser similares a las de un sitio boscoso montañoso de *Podocarpus/Ocotea*, esté en Kenya o en Tanzania. La comparación de vegetación de dos continentes es mucho más difícil, puesto que son pocas las especies comunes a los dos, si es que las hay.

El tipo de vegetación es un indicador confiable para distinguir sitios rivereños de la sabana más seca en un medio. Climatológicamente no pueden diferenciarse, pero las relaciones suelo-humedad y con ello la lista de especies/fuentes semilleras bien adaptadas a cada uno, son muy distintas.

En donde hay diversas especies y muchas fuentes semilleras (procedencias) que considerar y no hay pruebas claras acerca de su adaptabilidad a un sitio de plantación, no hay alternativa que pueda reemplazar a un programa experimental cuidadosamente planificado antes de proceder a una reforestación a gran escala. La reforestación es cara y los fracasos en grandes extensiones son inaceptables. La metodología de pruebas de procedencias lo describe Pedersen et al. (1993). Aquí basta con notar que las pruebas replicadas de fuentes semilleras utilizando pequeños terrenos, pueden ofrecer un fundamento sólido para la subsiguiente reforestación a un costo modesto, siempre y cuando se tenga cuidado de que los sitios utilizados para las pruebas sean una muestra representativa de los sitios que caracterizan toda la zona de plantación.

Si esto se logra pueden extrapolarse los resultados de las pruebas con confianza a toda la extensión del proyecto de plantación y esto llevará a la sensata selección de las fuentes semilleras mejor adaptadas. El estudio del sitio es una herramienta esencial en el logro de este objetivo.

5. ESTUDIO DEL SITIO

Los estudios de sitios determinados para la siembra de árboles deben hacerse idealmente dentro del contexto de la planificación nacional del uso de la tierra. Existen pautas para la evaluación de la tierra a nivel nacional (por ejemplo: FAO 1976, FAO 1984). Para nuestros propósitos podemos suponer que se ha demarcado una determinada zona para un proyecto de reforestación, digamos un bloque compacto de 5.000 ha para la producción de trozas aserrables o la misma extensión total de zonas boscosas municipales distribuidas en un distrito de 80.000 ha. Se requiere el estudio del sitio para obtener datos para la selección de especies y de fuentes semilleras y para evaluar la variación en términos de calidad del sitio en toda esa extensión.

Suponiendo que no haya árboles que se estén desarrollando de una especie apropiada en la zona, será necesario establecer unas pruebas replicadas de especies y fuentes semilleras potencialmente útiles en sitios que sean representativos de los principales tipos de terreno en la zona de la plantación. El estudio para identificar estos tipos y estimar su extensión relativa en la zona debe garantizar que las pruebas se han localizado de manera que ofrezcan la más completa y pertinente información para la futura plantación. Pero las pruebas mejor diseñadas y administradas del mundo son de valor limitado si se sitúan en un suelo altamente arcilloso cuando los suelos predominantes de la zona del proyecto, como se descubriría más tarde, son arenas de libre drenaje.

La existencia de plantaciones de especies apropiadas que están creciendo ya en la zona puede reducir o eliminar la necesidad de pruebas adicionales; pero ahí también resultará importante evaluar cuán representativos son los sitios en los que están creciendo estos árboles. La escogencia original del sitio pudo haber sido dada por factores accidentales, tales como la proximidad a calles o pueblos. Si la evaluación de la zona muestra que no se ha plantado en sitios de algún tipo que se estime importante, puede hacerse necesario realizar algunas pruebas adicionales en esos sitios en particular.

Cuando hay buena información sobre las características ambientales generales de una zona y las especies que resulten apropiadas plantar en el sitio y se ha tomado una decisión política para que se inicie la plantación, existe siempre la necesidad de evaluar la variabilidad en cuanto a calidad del sitio dentro de la zona del proyecto. Un buen ejemplo de los métodos disponibles es el de un proyecto de reforestación en Turquía (Gaddas 1976, Cooling 1977). Se desarrolló un sistema de evaluación del sitio o

clasificación de la aptitud para plantación para 1) ayudar en la distribución de especies entre sitios determinados, 2) facilitar la predicción de tasas de crecimiento y 3) determinar el tipo de reforestación apropiado para un sitio determinado (por ejemplo: totalmente mecanizado, parcialmente mecanizado, manual). La clasificación fue inspirada por diversos sistemas de clasificación de aptitud de uso del suelo empleada para las tierras agrícolas. Se hizo énfasis en la productividad potencial del sitio con base en diversos factores, particularmente las condiciones climáticas, la textura del suelo, la pedregosidad y la forma y declive de la tierra, tomando en cuenta la factibilidad de operaciones mecanizadas y el peligro de erosión.

Se clasificaron los sitios en cuatro clases de terreno apto para la plantación: P1: tierra muy buena; P2: tierra buena; P3: tierra regular y P4: tierra deficiente. La tierra que no resultó apta para la reforestación mecanizada fue clasificada como NA (no apta para la plantación).

En las zonas piloto de plantación, con superficies desde unos pocos cientos de hectáreas hasta más de mil, se cavó una calicata por cada 4 o 5 ha y se complementaron los perfiles descriptivos con observaciones de superficie y perforaciones con barreno entre las calicatas. Se describió la vegetación en los mismos puntos. Se hicieron análisis de laboratorio de los suelos y el trabajo de campo culminó con la preparación de mapas en escala de 1/10.000 de (i) suelos, (ii) vegetación, (iii) sitios (una combinación de los mapas de vegetación y de suelos) y (iv) aptitud para la plantación.

La tabla del Anexo 4 muestra las clases de aptitud para la plantación que se emplearon para la siembra mecanizada de coníferas en Turquía, como ejemplo de los factores que se consideraba afectaban la calidad del sitio. En la práctica, se ha dado una clave para definir de manera más precisa los términos utilizados en la clasificación de cada factor; por ejemplo: "ligeramente salino" se definió como 4-8 mmhos/cm y "muy ácido" como pH < 5,5.

La intensidad del estudio del suelo depende de la variabilidad esperada y del propósito del estudio. En Zambia, por ejemplo, se recomendó una calicata por cada 36 ha para la evaluación inicial de la tierra. Esto se aumentó a una cada 9 ha en zonas ya seleccionadas para un proyecto de reforestación (Sanders 1967). En zonas en las que la profundidad del suelo es el factor individual más crítico para el crecimiento de los árboles el estudio de las calicatas puede complementarse con una más intensa perforación del suelo.

La evaluación del sitio es lo que con más frecuencia se ha utilizado para diferenciar sitios en términos de calidad. Las clases de mayor aptitud pueden cultivarse primero (por ejemplo: P1 y P2 en el ejemplo de Turquía) y las de menor aptitud (P3) sólo si el área no es suficiente en P1 y P2. Si todos los sitios tienen que ser utilizados, el administrador del bosque usará la evaluación del sitio para predecir rendimientos más altos en las zonas de la clase de mayor aptitud para la plantación. En algunos proyectos la especie que debe sembrarse se ajusta a la clase según la aptitud. Así, en la región del Mar Negro de Turquía se recomendó el *Pseudotsuga menziesii* para las

zonas no calcáreas con alta precipitación, el *Pinus radiata* para los sitios más fértiles en las zonas de menor precipitación, el *P. pinaster* para los sitios de fertilidad moderada y la *P. brutia* para los sitios calcáreos (Cooling 1977).

En el Africa Oriental, se ha descubierto que la especie más adecuada para los sitios en los que se ha eliminado el bosque es *Cupressus lusitanica* y para las praderas de montaña *P. patula*. En muchos de los proyectos pueden especificarse fuentes semilleras en particular que se conoce están bien adaptadas climáticamente a la zona y que producen el resultado esperado; por ejemplo: la procedencia del Lago Albacutya del *E. camaldulensis* o la raza de Elburgon (Kenya) de *Cupressus lusitanica*. Hasta ahora, no obstante, parece que se han dado sólo unos pocos casos en los que se informe que se haya usado más de una fuente semillera de la misma especie dentro del territorio de un proyecto. Conforme la investigación va revelando más y más sobre la variación entre fuentes semilleras y las técnicas de evaluación de los sitios se hacen más eficientes, debe aumentar la precisión de la correspondencia entre fuente semillera y sitio de plantación. Será entonces posible identificar no sólo especies adaptables al clima de la zona de plantación, sino fuentes aisladas de semillas adaptables a cada uno de los tipos de sitio dentro de la zona; por ejemplo: una fuente semillera para los suelos más profundos de los valles y una distinta para los suelos menos profundos y las posiciones más expuestas de las serranías.

6. FUENTES SEMILLERAS SELECCIONADAS FENOTÍPICAMENTE O MEJORADAS GENÉTICAMENTE

Las categorías que aquí se incluyen, según la clasificación de fuentes semilleras descrita por Barner et al. (1988) son los bosques o rodales seleccionados, las zonas de producción de semillas, rodales de semillas de procedencias y huertos semilleros. El grado de mejoramiento que se espera o se demuestra varía de los Rodales Seleccionados (selección fenotípica de baja intensidad, sin tratamiento silvícola, sin prueba de mejoramiento genético) a los Huertos Semilleros Probados (selección fenotípica inicial de alta intensidad, superioridad genética demostrada por las pruebas de progenie, eliminación de los genotipos inferiores).

Los beneficios económicos que resultan del mejoramiento de los árboles están bien documentados (por ejemplo: Hollowell y Porterfield 1986, Stier 1986, Willan 1988). En la actualidad ningún administrador de bosques debe contentarse con la plantación de semillas de fuente conocida si puede obtener semillas genéticamente mejoradas de una procedencia bien adaptada. En el pasado ha habido muy poca disponibilidad de semillas mejoradas en los trópicos, pero su disponibilidad debe aumentar rápidamente conforme las zonas de producción de semillas y los huertos de semillas maduran. De lo que realmente se trata es del grado hasta el cual el mejoramiento genético de una zona puede aplicarse a otra. Se necesita tener el mismo cuidado para lograr la correspondencia entre una fuente semillera mejorada y un sitio de plantación, que en

la búsqueda de una correspondencia entre la fuente semillera de localidad conocida y el sitio. Las fuentes semilleras "exóticas" mejoradas deben demostrar su adaptabilidad local y en este sentido no están en mejor posición que las no mejoradas y las "exóticas" en su condición de extranjeras no sólo nacionales sino ecológicas.

No existe una regla estricta y práctica para contribuir a la escogencia entre la fuente semillera "mejor adaptada" y la "mas mejorada genéticamente". Cada caso debe juzgarse por sus propios méritos. Unos pocos ejemplos hipotéticos pueden ilustrar el tipo de selección que hay que hacer:

1. El país X tiene pruebas de que la fuente semillera del *Eucalyptus camaldulensis* mejor adaptada a su ambiente es una fuente de precipitación estival pronunciada como la Petford. No hay fuentes semilleras mejoradas de esta procedencia, pero hay semillas de un huerto de semillas probado, de una fuente de precipitación invernal pronunciada, tal como la de L. Albacutya, que ha demostrado, en condiciones de lluvia invernal, un mejoramiento genético sustancial por sobre las fuentes naturales. Este es un caso en el que queda claro que debe preferirse la adaptación local a una fuente mejorada de una procedencia no apropiada. De hecho, es probable que la selección y la reproducción en búsqueda de un mejor rendimiento en condiciones de precipitación invernal hayan hecho esta semilla del huerto de semillas aun menos adaptada al país X que la fuente original no mejorada de condiciones de precipitación invernal. El país X debe continuar con la Petford no mejorada hasta que pueda desarrollar sus propias zonas de producción de semillas y huertos de semillas de esta procedencia o hasta que pueda obtener semillas de ella de fuentes mejoradas en otros sitios, que se hubiesen desarrollado en condiciones ambientales idénticas o muy similares a la propia.
2. El país X ha seleccionado una procedencia bien adaptada a ciertos sitios. No ha desarrollado aún sus propias fuentes semilleras mejoradas, pero el país vecino Y tiene semillas de un huerto semillero de la misma procedencia, que provienen de huertos cultivados en sitios que son virtualmente idénticos a los sitios de plantación del país X. El país X no debe vacilar en usar la semilla del huerto semillero que tiene disponible su vecino. Un ejemplo real de algo muy similar es el uso en sitios montanos en Tanzania y Uganda de semillas de la zona de producción de semillas Elburgon (Kenya), de *Cupressus lusitanica*.
3. El país X está a punto de iniciar una serie de pruebas de procedencias de *Pinus caribaea*, pero ha sabido que hay disponibilidad de semillas genéticamente mejoradas de una fuente semillera, la Mountain Pine Ridge de Queensland, Australia. ¿Debe descartar las pruebas de procedencia y emprender de una vez el proyecto de plantación en gran escala utilizando sólo las semillas mejoradas de Queensland? El procedimiento correcto en este caso, es continuar con las pruebas de procedencia pero incluyendo la raza mejorada de Queensland (y cualquiera otra que sea prometedora) junto con las fuentes semilleras del rango natural. Sólo si la fuente de Queensland demuestra su adaptabilidad bajo las condiciones del país X debe adoptarse como fuente para los planes de plantación de mayores

proporciones.

Debe admitirse que en el pasado y a veces en el presente ha sido frecuente que se usaran las fuentes de semilla no porque estuvieran más adaptadas localmente ni porque fueran genéticamente mejores, sino porque estaban disponibles. Conforme mejora la exploración genecológica, las técnicas de la evaluación de sitios y la cooperación internacional debe hacerse más fácil evitar los errores del pasado. Conforme se extiende la plantación de árboles con determinadas especies y fuentes semilleras en un país, se hará necesario iniciar un programa de mejoramiento de árboles (ver Willan, 1988 y Willan et al., 1989).

Las fuentes mejoradas de semillas, por ejemplo: las zonas de producción de semillas y los huertos semilleros, figurarán con prominencia en el programa. Aunque una cierta proporción de semillas genéticamente mejoradas pudieran tener que venir de sitios similares en el extranjero por lo menos en las primeras etapas, es sensato como precaución asegurarse de que la mayoría (por lo menos dos tercios), provenga de la zona de plantación forestal apropiada del mismo país.

Como último recurso, la mejor fuente semillera que puede compatibilizarse con un sitio determinado es la fuente que ya haya probado su superioridad en el sitio, pero no una fuente que se esté desarrollando bien en un sitio aparentemente similar al otro lado del mundo. Aun cuando los sitios son inicialmente similares, las diferencias en ciclos climáticos locales y técnicas locales de manejo pueden introducir distintas presiones en cuanto a la selección.

Finalmente, cualquier país que tenga programas sustanciales de plantación de árboles tratará de desarrollar sus propias razas que se adapten bien a las condiciones locales y se mejoren continuamente mediante la selección y la reproducción de genotipos individuales superiores en condiciones locales. El grueso de toda la semillas será producido en casa, aunque el material reproductivo de los mejores genotipos se intercambiará en el plano internacional.

7. REFERENCIAS

- Barner, H., Olesen K. y Wellendorf, H.** 1988. Classification and selection of seed Sources. Lecture Note B-1, Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark. 33 p.
- Barrett, R.L. y Mullin, L.J.** 1968. A review of introductions of forest trees in Rhodesia. Rhodesian Bull. For. Res. N° 1, 227 p.
- Booth, T.H.** 1985. A new method for assisting species selection. Commonw. For. Rev. 64(3): 241-250.

- Booth, T.H., Nix, H.A., Hutchinson, M.F. y Busby, J.R. 1987.** Grid Matching: a new method for homoclimate analysis. *Agric. and For. Meteorology* 39:241- 255 p.
- Cooling, E.N.G. 1977.** Industrial forestry plantations, Turkey. Final Report Plantation Silviculture. FO:DP/TUR/71/521 Working Do.Nº 28, FAO, Roma.
- FAO. 1969.** Informe de la primera sesión del panel de expertos de la FAO sobre recursos genéticos forestales, Roma, octubre de 1968. Anexo 6. "Procedures for provenance seed procurement." FAO, Roma.
- FAO. 1976.** A framework for land evaluation. *Soils Bulletin* Nº 32, FAO, Roma.
- FAO. 1984.** Land evaluation for forestry. *Forestry Paper* Nº 48, FAO, Roma.
- Fystro, I. 1983.** Seed zoning system followed in Norway. In: *Seed Collection Units: 1. Seed Zones*, Tech. Note 16, DFSC Humlebaek.
- Gaddas, R.R. 1976.** Industrial forestry plantations, Turkey. Final Report - Soils and plant evaluation. FO:DP/TUR/71/521 Working Document Nº 19, FAO, Roma.
- Golfari, L., Caser, R.L. Moura, V.P.G. 1978.** Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento Brasil(2nd aproximacion). PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, Série Técnica Nº 11. Centro de Pesquisa florestal da Regiao do Cerrado, Belo Horizonte.
- Hollowell, R.R. y Porterfield, R.L. 1986.** Is tree improvement a good investment? *Forestry* 84(2): 46-48.
- Jacobs, M.R. 1981.** Eucalyptus for planting. FAO Roma, 677 p.
- Lacaze, J.F. 1978.** Etude de l'adaptation écologique des *Eucalyptus*, étude de provenances d' *Eucalyptus camaldulensis* (Proyecto de FAO nº 6). En: *Third World Consultation on Forest Tree Breeding*, Canberra (FO: FTB - 77-2/29).
- Leuchars, D. 1965.** The planning and practice of trials of exotic species. *East Afr. Agric. and For. J.* 31(1): 83-90.
- Pedersen, A.P., Olesen, K. and Graudal, L. 1993.** Tree Improvement at Species and Provenance Level. Lecture Note D-3. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, 12 p
- Poynton, R.J. 1971.** Characteristics and uses of trees and shrubs obtainable from the Forest Department. *Bull.* Nº 39 (3rd. Edition). Gont. Printer, Pretoria.
- Rehfeldt, G.E. 1982.** Differentiation of *Larix occidentalis* populations from the Northern Rocky Mountains. *Silvae Genet.* 31: 13-19.

- Rehfeldt, G.E.** 1983. Seed transfer guidelines for Western Larch in the Northern Rocky Mountains. Res. Note INT-331, Intermountain For. and Range Expt. Station, Ogden, U.S.A.
- Robbins, A.M.J. y Hughes, C.E.** 1983. Provenance regions for *Pinus caribaea* and *P. oocarpa* within the Republic of Honduras. Trop. For. Paper N° 18, Commonwealth Forestry Institute, Oxford (también disponible como Tech. Note N° 20, DFSC Humlebaek).
- Rosvall, O. y Ericsson, T.** 1981 "Förflyttningseffekter i norrländska gran-proviensförsök", en Föreningen 1981 Skogsträds-förädling. Institutet för Skogsförbättring, 1981 Årsbok.
- Sanders, M.** 1967. Soil survey and site selection in Zambia. For. Res. Bull. N° 12, Govt. Printer, Lusaka.
- Stier, J.C.** 1986. Economics of tree improvement. Proc. 18th World Congress, IUFRO, Yugoslavia, Div. 2, Vol. II: 600-613.
- Webb, D.B., Wood, P.J., Smith, J. y Henman, G.** 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Trop. For. Paper N° 15, 2nd Edition, Commonwealth Forestry Institute, Oxford.
- Willan, R.L.** 1988. Economic returns from tree improvement in tropical and sub-tropical conditions. Tech. Note N° 36, DFSC Humlebaek.
- Willan, R.L., Olesen, K. and Barner, H.** Natural Variation as a Basis for Tree Improvement. Lecture Note A-3. Danida 1989. Forest Seed Centre, Humlebaek. 14 p.

Anexo 1

DANIDA N°

**DATOS SOBRE RECOLECCION DE SEMILLAS
CENTRO DE SEMILLAS FORESTALES DE DANIDA**

Nombre botánico
Nombre vernáculo

N° provisional
Procedencia

LOCALIDAD

País Provincia/Estado Región/Unidad Adm.
Latitud Longitud Elevación
Referencia cartográfica, localización detallada

SITIO

Tipo de suelo

Declive		Aspecto		Drenaje		pH						Total /media
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Nov	Dic		

Lluvia

Temperatura

Estación meteorológica más cercana Lat. Long. Elev.

BOSQUE

Densidad: abierto en agrupaciones denso Establecimiento

Altura Diámetro Calidad de los árboles Edad

Asociación

Estado del bosque

Comentarios

RECOLECCION

Método

Fecha de recolección

Número de árboles de los que se recolectó

Espaciamiento de los árboles de los que se recolectó

Cantidad de Semillas/piñas

Condición de las Semillas/piñas

Posibilidad de recolección comercial

Comentarios

MANEJO DE LAS SEMILLAS (EN EL CAMPO)

Almacenamiento en el campo (piñas/frutos) días Método de extracción

Rendimiento por unidad en volumen Almacenamiento en el campo (semillas) días

Comentarios

Descripción hecha por:

Recolector:

ANALISIS DE LA VARIACION DE LA MEDIA ANUAL DE TEMPERATURA EN LAS LATITUDES TROPICALES Y SUBTROPICALES ¹

Se analizaron datos de 1.045 estaciones meteorológicas² para investigar el efecto de diversos factores sobre la media anual de temperatura entre las latitudes 30°N y 30°S. Las variables estudiadas fueron las siguientes: altitud, latitud, media anual de precipitación y distancia del mar. No fue posible incluir otras posibles influencias, tales como la cobertura nubosa, las corrientes oceánicas, etc., por falta de datos.

La distribución de las estaciones estudiadas fue la siguiente:

CONTINENTE	NUMERO DE ESTACIONES						
	ALTITUD (m)						
	0-100	101-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	2001-3000	> 3000
Américas	120	58	46	25	23	31	16
Africa	81	94	54	62	27	11	0
Asia	236	95	32	20	7	5	2
	LATITUD (°)						
	20-30 N	10-20 N	0-10 N	0-10 S	10-20 S	20-30 S	
Américas	57	66	52	41	51	52	
Africa	27	48	77	59	61	57	
Asia	97	110	60	43	38	49	

¹ Los autores expresan su agradecimiento por la asesoría y asistencia en el análisis que ofreció el Sr. H.L. Wright, del C.F.I., Oxford.

² Los datos provinieron de Walter, H. y Leith, H. (1967) Klimadiagramm-Weltatlas, Gustav Fischer Verlag, Jena.

La distribución estuvo en gran parte determinada por la existencia de superficie terrestre y, consecuentemente, por datos meteorológicos en cada categoría. Debido a la escasez de los datos disponibles para las mayores altitudes en Asia y Africa, el análisis en estos continentes se limitó a altitudes de 0-1500 metros y 0-2000 metros, respectivamente. El análisis preliminar de los datos también mostró que en las zonas áridas septentrionales de Africa y Australia no pudieron descubrirse tendencias regulares y por lo tanto, se excluyeron de un mayor análisis el Africa más al norte de la latitud 15°N y Australia más al sur de 15°S.

Dentro de estas limitaciones, se calcularon separadamente para cada uno de los continentes ecuaciones de regresión múltiple de la TMA sobre las mencionadas variables. Las tres regresiones resultaron ser muy significativas. En ninguno de los casos constituye un aporte significativo la media anual de precipitación o la distancia del mar. Las ecuaciones fueron las siguientes, en donde:

TMA = Temperatura media anual (°C)
 A = altitud en metros
 L = latitud en grados

América: ($r^2 = 0.942$)

$$\text{TMA} = 26.75 + 0.06785L - 0.003585A - 0.006844L^2 - 0.0000004714A^2 - 0.00000001086A^2L + 0.000001666AL^2$$

Africa: ($r^2 = 0.869$)

$$\text{TMA} = 27.00 + 0.07041L - 0.002044A - 0.003546L^2 - 0.000001459A^2 - 0.00000001510A^2L + 0.0000000007832A^2L^2$$

Asia y el Pacífico: ($r^2 = 0.777$)

$$\text{TMA} = 27.82 - 0.006527A - 0.005921L^2 + 0.0003830AL - 0.0000002047A^2 + 0.000000006839A^2L^2$$

El uso de las anteriores regresiones resultó en las estimaciones de la TMA que aparecen a continuación para cada continente. Como se ha dicho anteriormente, los valores calculados sólo cubren los tramos de altitud para los cuales se había analizado una cantidad suficiente de datos y las latitudes en las que las regresiones resultaron ser significativas.

VALORES DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL DERIVADA DE LA FORMULA DE REGRESION MULTIPLE

AMERICAS

ALTITUD	LATITUD (°)												
	NORTE						SUR						
	30.0	25.0	20.0	15.0	10.0	5.0	0.0	-5.0	-10.0	-15.0	-20.0	-25.0	-30.0
0	23.1	24.6	25.8	26.7	27.2	27.4	27.2	26.7	25.8	24.6	23.1	21.2	19.0
200	22.6	24.1	25.2	26.0	26.5	26.6	26.5	26.0	25.1	24.0	22.5	20.7	18.6
400	22.1	23.5	24.5	25.3	25.7	25.9	25.7	25.2	24.4	23.3	21.9	20.2	18.1
600	21.5	22.8	23.8	24.5	24.9	25.1	24.9	24.4	23.7	22.6	21.3	19.6	17.7
800	22.1	23.0	23.7	24.1	24.2	24.0	23.6	22.9	22.9	21.9	20.6	19.1	17.2
1000	20.2	21.3	22.2	22.8	23.2	23.3	23.1	22.7	22.1	21.1	19.9	18.5	16.8
1200	19.4	20.5	21.3	21.9	22.3	22.4	22.2	21.8	21.2	20.3	19.2	17.9	16.3
1400	18.6	19.6	20.4	20.9	21.3	21.4	21.3	20.9	20.3	19.5	18.5	17.3	15.8
1600	17.7	18.6	19.4	19.9	20.2	20.4	20.3	20.0	19.4	18.7	17.8	16.6	15.3
1800	16.7	17.6	18.3	18.8	19.2	19.3	19.2	19.0	18.5	17.9	17.0	16.0	14.8
2000	15.7	16.6	17.2	17.7	18.0	18.2	18.1	17.9	17.5	17.0	16.3	15.3	14.3
2200	14.6	15.4	16.1	16.5	16.9	17.0	17.0	16.9	16.6	16.1	15.5	14.7	13.7
2400	13.5	14.2	14.8	15.3	15.6	15.8	15.9	15.8	15.5	15.2	14.6	14.0	13.2
2600	12.3	13.0	13.6	14.0	14.4	14.6	14.7	14.7	14.5	14.2	13.8	13.3	12.6
2800	11.0	11.7	12.2	12.7	13.1	13.3	13.5	13.5	13.4	13.2	12.9	12.5	12.0
3000	9.6	10.3	10.9	11.3	11.7	12.0	12.2	12.3	12.3	12.2	12.1	11.8	11.4

AFRICA

ALTITUD	LATITUD (°)									
	NORTE					SUR				
	15.0	10.0	5.0	0.0	-5.0	-10.0	-15.0	-20.0	-25.0	-30.0
0	27.7	27.8	27.7	27.5	27.0	26.4	25.6	24.6	23.5	22.1
200	27.3	27.3	27.3	27.0	26.5	25.9	25.1	24.2	23.0	22.1
400	26.7	26.8	26.7	26.4	25.9	25.3	24.5	23.6	22.4	21.1
600	26.1	26.1	26.0	25.7	25.2	24.6	23.8	22.9	21.8	20.5
800	25.4	25.4	25.2	24.9	24.4	23.8	23.0	22.1	21.0	19.7
1000	24.6	24.5	24.3	23.9	23.5	22.8	22.0	21.1	20.1	18.9
1200	23.7	23.6	23.3	22.9	22.4	21.7	21.0	20.1	19.1	18.0
1400	22.8	22.5	22.2	21.7	21.2	20.5	19.8	18.9	18.0	16.9
1600	21.7	21.4	21.0	20.4	19.9	19.2	18.5	17.6	16.8	15.8
1800	20.6	20.1	19.6	19.0	18.4	17.7	17.0	16.3	15.4	14.6
2000	19.4	18.8	18.2	17.5	16.9	16.2	15.5	14.7	14.0	13.2

ASIA Y EL PACIFICO

ALTITUD	LATITUD (°)									
	NORTE					SUR				
	30.0	25.0	20.0	15.0	10.0	5.0	0.0	-5.0	-10.0	-15.0
0	22.9	24.6	25.9	26.9	27.7	28.1	28.3	28.1	27.7	26.9
200	22.1	23.9	25.3	26.3	26.9	27.1	27.0	26.4	25.5	24.2
400	21.4	23.2	24.6	25.5	26.0	26.0	25.7	24.8	23.6	21.9
600	20.6	22.4	23.7	24.6	25.0	24.9	24.4	23.3	21.9	19.9
800	19.8	21.5	22.8	23.5	23.9	23.7	23.0	21.9	20.3	18.3
1000	19.0	20.6	21.7	22.4	22.6	22.4	21.7	20.6	19.1	17.0
1200	18.2	19.6	20.5	21.1	21.3	21.1	20.4	19.4	18.0	16.2
1400	17.4	18.5	19.3	19.7	19.8	19.6	19.1	18.3	17.1	15.7

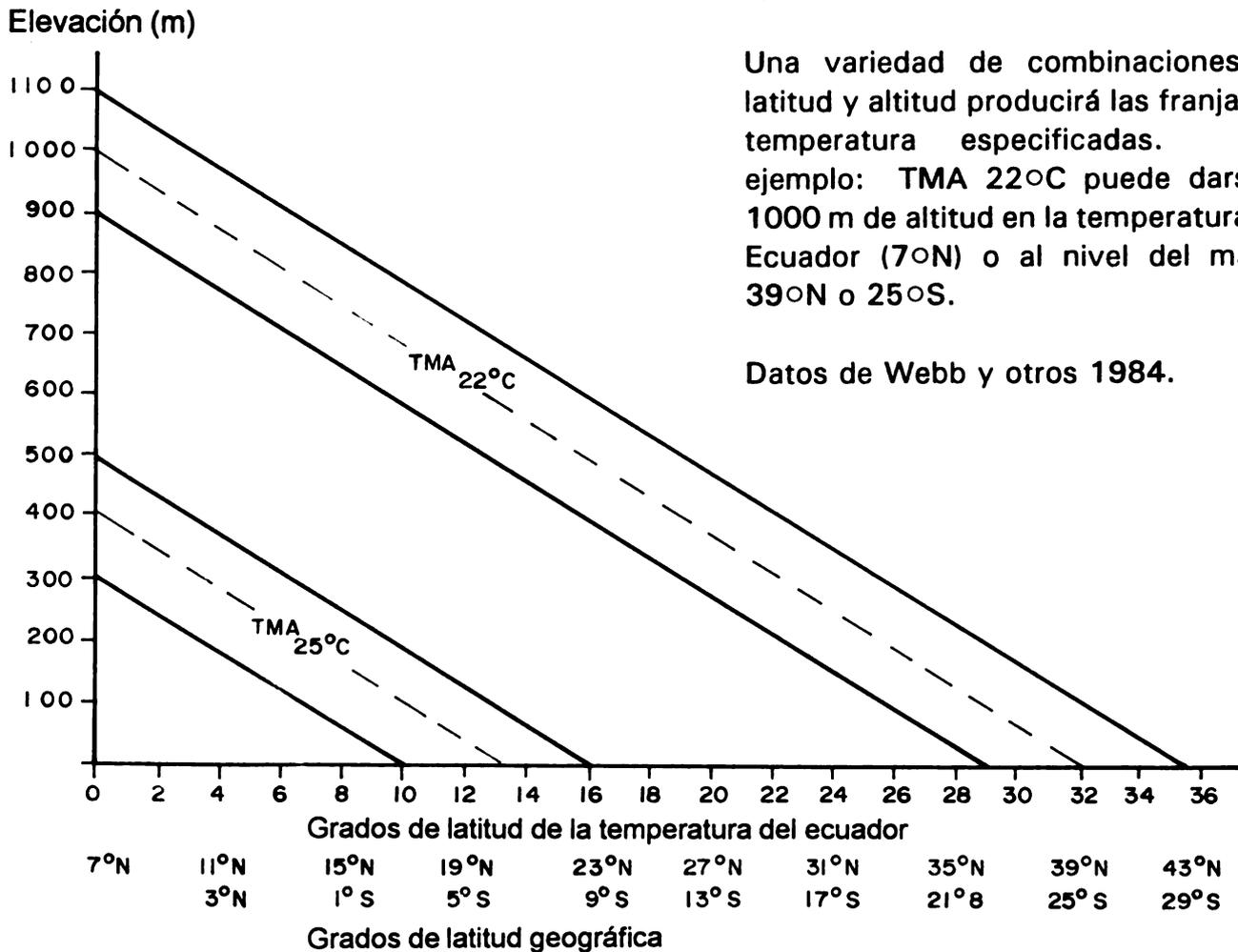
Anexo 2

Relación aproximada entre la Temperatura Media Anual, la Altitud y la Latitud.

Se muestran dos franjas de temperatura: 22°C con una amplitud de 21,5° a 22,5°C y 25°C con una amplitud de 24,5°C a 25,5°C.

Una variedad de combinaciones de latitud y altitud producirá las franjas de temperatura especificadas. Por ejemplo: TMA 22°C puede darse a 1000 m de altitud en la temperatura del Ecuador (7°N) o al nivel del mar a 39°N o 25°S.

Datos de Webb y otros 1984.



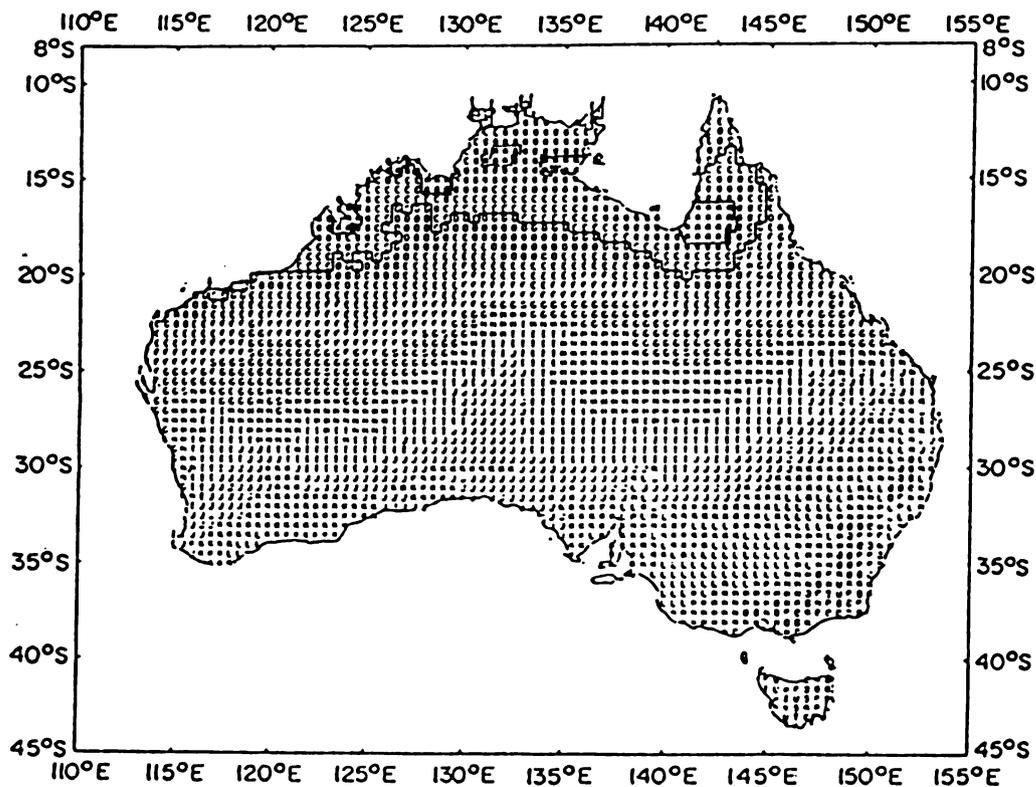
Tomado de: "Grid matching; a new method for homoclimate analysis"
(Booth, Nix, Hutchinson y Busby 1987)

Indices climáticos

El primer paso de este procedimiento es seleccionar una localización para el análisis. Puede ser cualquier sitio para el cual existan valores medios mensuales de temperatura diaria máxima, temperatura diaria mínima y precipitación o en cuyo defecto puedan estimarse. De estos 36 atributos se calculan 18 índices que resumen la variación en la media de la condición climática. Los índices, que se miden en °C, mm o unidades no dimensionales, son los siguientes:

1. Temperatura media anual
2. Temperatura mínima del mes más frío
3. Temperatura máxima del mes más caliente
4. Rango de fluctuación de la temperatura anual (3-2)
5. Temperatura media del trimestre más húmedo
6. Temperatura media del trimestre más seco
7. Media anual de precipitación
8. Precipitación media del mes más húmedo
9. Precipitación media del mes más seco
10. Rango de fluctuación de la precipitación anual (8-9)
11. Precipitación media del trimestre más húmedo
12. Precipitación media del trimestre más seco
13. Precipitación media del trimestre más caliente
14. Precipitación media del trimestre más frío
15. Temperatura media del trimestre más caliente
16. Temperatura media del trimestre más frío
17. Rango de fluctuación anual de la precipitación/
(media anual de precipitación/12)
18. Rango de fluctuación anual de la temperatura/media anual de temperatura

El area más amplia que se señala en la Australia septentrional indica zonas moderadamente similares en términos de índices climáticos al "objetivo" en Kaolack, Senegal (clases A a C inclusive). Las áreas más pequeñas y dispersas señaladas son las que acusan una gran similitud en términos de índices climáticos (sólo clase A).



Similitud climática entre Kaolack, Senegal y sitios representados en una cuadrícula de medio grado en Australia. "A" y "Z" indican, respectivamente, las localizaciones más y menos similares.

CLASES SEGUN APTITUD DE PLANTACION PARA LA SIEMBRA MECANIZADA DE CONIFERAS EN TURQUIA

CLASE	F1 MUY BUEN SUELO	F2 BUEN SUELO	F3 SUELO REGULAR	F4 SUELO POBRE	NP SUELO NO APTO PARA LA PLANTACION
	NIVEL MAXIMO ACEPTABLE DE LOS FACTORES, POR CLASES				
I. FORMA DE LA TIERRA	Colina suaves	Colinas suaves	Colinas suaves	Disectada con fuertes declives	Montañosa
II. MICROTOPOGRAFIA	Ligeramente quebrada	Ligeramente quebrado	Quebrada	Quebrada	Muy quebrada
III. DECLIVE	20%	30%	40%	60% N 50% S	Más del 60% N y 50% S
IV. PELIGRO DE EROSION	Ligero	Ligero	Ligero	Moderada	Alto
V. GRADO DE EXPOSICION	Ligera	Moderado	Moderada	Severa	Muy severa
VI. PEDREGOSIDAD	Ligeramente pedregosa	Pedregosa	Pedregosa	Muy pedregosa en más del 50%	Extremadamente pedregosa
VII. ROCOSIDAD	Sin rocas	Moderadamente rocosa	Rocosa	Muy rocosa	Extremadamente rocosa
VIII. NIVEL FREATICO	Inexistente o profundo	Profundo	A profundidad moderada	Poco profundo	Permanentemente: superficie o cerca de ella
IX. SALINIDAD	No salino	No salino	Ligeramente salino	Ligeramente salino	Salino o muy salino
	AMBITO DE ACEPTABILIDAD EN LOS NIVELES DE LOS FACTORES, POR CLASES				
X. PROFUNDIDAD SUELO	Más de 91 cm	Más de 61 cm	Más de 31 cm	Más de 16 cm	< 15 cm excepto en materia parental hendible
XI. TEXTURA	P1-1 De mediana a pesada	P1-2 De ligera a gruesa	P2-1 De mediana a muy pesada	P2-2 De ligera a gruesa	De muy gruesa (1) a franco
XII. DRENAJE	Bien drenada	De imperfecto a más bien excesivo	De excesivo a deficiente	De excesivo a deficiente	De muy excesivo a muy deficiente
XIII. pH	De ácido a ligeramente alcalino	De muy ácido a alcalino	De muy ácido a alcalino	De muy ácido a muy alcalino	De excesivamente ácido a excesivamente alcalino

1. Usualmente solo cuando está asociada con otros factores eliminitorios

Identificación, Establecimiento y Manejo de Fuentes Semilleras

(Identification, Establishment and Management of Seed Sources)

Nota de Clase No.B.2

E.B. Lauridsen y K. Olesen

Humblebaek, Dinamarca. Febrero 1994

CONTENIDO

	PAGINA
1.INTRODUCCION	154
2.ETAPAS EN EL PROCESO DE IDENTIFICACION DE FUENTES SEMILLERAS	154
3.TRABAJO PREVIO DE OFICINA	155
3.1 Localización y tamaño de las áreas de plantación	
3.2 Estimación del área necesaria de fuentes semilleras	
3.3 Localización de áreas semilleras potenciales y posibles abastecedores de semillas	
3.3.1 Recopilación de la información disponible	
3.3.2 Mapeo de las fuentes semilleras existentes	
3.3.3 Mapeo de las fuentes semilleras potenciales	
3.3.4 Identificación de abastecedores de semilla y de fuentes del exterior del país	
3.3.5 Comparación entre la demanda de semilla y la oferta estimada	
4.VISITA Y DESCRIPCION DE FUENTES SEMILLERAS CANDIDATAS	160
4.1 Accesibilidad	
4.2 Condición del rodal	
4.3 Número de árboles y tamaño de la fuente semillera	
4.4 Floración y fructificación	
4.5 Apariencia fenotípica	
4.6 Descripción y dibujo de croquis de las fuentes semilleras candidatas	
5.IDENTIFICACION DE LAS FUENTES SEMILLERAS	166
6.ESTABLECIMIENTO DE FUENTES DE SEMILLERAS	167

A- ESTABLECIMIENTO DE FUENTES EN BOSQUES NATURALES**B- ESTABLECIMIENTO DE FUENTES SEMILLERAS PLANTADAS**

6.1 Semilla y plantas para el establecimiento de fuentes
semilleras

6.2 Ubicación de las fuentes semilleras

6.3 Tamaño del área

6.4 Registro de las fuentes seleccionadas y
de las fuentes plantadas

7. MANEJO DE FUENTES SEMILLERAS

172

7.1 Demarcación

7.2 Protección

7.3 Mantenimiento

7.4 Raleos

7.5 Aislamiento

7.6 Fertilización

7.7 Conservación

8. REFERENCIAS

176

1. INTRODUCCION

La identificación y establecimiento de fuentes semilleras, es un proceso continuo en todo programa de semillas forestales. Las fuentes de semilla se seleccionan, mejoran y descartan dependiendo del grado de avance del mejoramiento genético en cada una de las diferentes especies. Es importante iniciar dicho proceso tan pronto como sea posible, aún cuando la información disponible sea incompleta.

El objetivo inmediato es identificar fuentes semilleras que satisfagan adecuadamente la demanda inmediata, tanto en lo que respecta a la cantidad como a la mejor calidad genética posible de las semillas. Al mismo tiempo, se deben incorporar medidas a largo plazo para el abastecimiento de semilla mejorada en el futuro, tales como por ejemplo, mediante la selección, la conservación y establecimiento de poblaciones de mejoradas y fuentes de semilla mejorada.

La exploración de fuentes semilleras se debe realizar tanto en bosques naturales como en plantaciones. Una fuente semillera se puede establecer en un rodal puro o en un rodal mixto (generalmente natural).

Muy a menudo no es posible identificar suficientes fuentes semilleras "ideales", por lo que es necesario incluir inicialmente fuentes menos deseables. Sin embargo, es importante reconocer e identificar la condición de cada fuente de semilla para trabajos futuros de mejoramiento. También se tiene que considerar el establecimiento, vía plantación, de fuentes semilleras adicionales.

A pesar que se hayan identificado suficientes fuentes para cubrir la demanda inmediata, la exploración, la identificación y el establecimiento debe continuar, para que las buenas fuentes puedan ser sustituidas por otras aún superiores.

Barner, Olesen y Wellendorf (1988) brindan mayores detalles sobre la definición y clasificación de fuentes semilleras.

2. ETAPAS EN EL PROCESO DE IDENTIFICACION DE FUENTES SEMILLERAS

El proceso de identificación de fuentes semilleras incluye las siguientes etapas principales:

Trabajo previo de oficina (sección 3)

- Localizar y cuantificar las áreas de plantación
- Ubicar y cuantificar la demanda de semilla correspondiente
- Localizar y elaborar mapas de las áreas semilleras potenciales y los abastecedores de semilla
- Cuantificar el potencial de producción de semilla y el abastecimiento externo

Exploración e identificación (secciones 4 y 5)

- Visitar y describir las fuentes de semilla candidatas
- Seleccionar fuentes semilleras
- Visitar y describir las fuentes seleccionadas
- Repetir cuanto sea necesario

3. TRABAJO PREVIO DE OFICINA

3.1 Localización y tamaño de las áreas de plantación

El primer paso del proceso es la recopilación y uso de la información existente sobre las áreas de plantación actuales y futuras. En la información que se registre se deben especificar las especies y las localidades de plantación, así como la organización responsable, el área a plantar por año y el periodo de plantación.

Las fuentes de semilla deben tener buen acceso, considerando si la recolección se realiza en forma local o centralizada. Cada fuente de semilla se usa para ciertas áreas ecológicas y usos específicos, definiéndole así un ámbito de situaciones ecológicas específico. Esto se tratará posteriormente en el punto sobre especies.

Selección de especies

Las especies prioritarias pueden ser determinadas políticamente o por parte de las autoridades forestales del país. Esto significa que no siempre los programas de plantación seleccionan libremente las especies que utilizan.

Especies prioritarias según el objetivo de plantación

Siempre es necesario evaluar los usos finales de las especies que se incluyen en un programa. Los usos finales pueden ser, por ejemplo, madera de aserrío, leña, hojas y frutos para forraje y protección contra la erosión. La prioridad de las especies depende de la extensión e importancia de los usos finales y de la experiencia con las especies en el país y en el área local, así como también en otras áreas.

Especies prioritarias dentro de las zonas semilleras

Durante los últimos cincuenta años se ha acumulado evidencia de que la variación genética existente dentro de especies forestales está frecuentemente asociada con diferencias ecológicas. La selección natural opera a través de las generaciones seleccionando los individuos más adecuados para el área donde crecen, dejando así los que están mejor adaptados al ambiente local. Esto significa que entre mayor sea la semejanza entre los sitios de plantación y el sitio donde se colecta la semilla, mayor es la probabilidad de que las plantas sobrevivan, crezcan y se mantengan saludables.

Algunos países están divididos naturalmente en regiones ecológicas debido a grandes diferencias en clima y otras condiciones ambientales importantes para las formaciones vegetales.

Esas regiones ecológicas se pueden usar como base para establecer un sistema de zonas semilleras. Se espera que la semilla que se recolecta y usa dentro de una zona está mejor adaptada a las condiciones ambientales que semilla de otras zonas semilleras diferentes. En varios países tales como India, Tanzania, Etiopía, Tailandia, se han establecido sistemas de zonas semilleras.

Cuando los programas de plantación han sido efectivos por varios años y se dispone de resultados de ensayos de procedencias, será posible revisar los límites entre las zonas semilleras de acuerdo a la experiencia y el conocimiento generado.

Cuando se ha obtenido información sobre las especies que se utilizarán en los programas de plantación en las diferentes áreas (idealmente zonas semilleras) de un país, entonces se debe determinar el tamaño del área de plantación para cada especie en cada localidad.

3.2 Estimación del área de fuentes semilleras para ser identificadas

El número de plantas útiles necesarias, se calcula con base en (1) el número de hectáreas que se espera plantar con las diferentes especies dentro de cada zona semillera, (2) el espaciamiento inicial de los árboles y (3) la tasa estimada de replante en el campo. Con base a esto, se estima la cantidad de semillas a recolectar, tomando en cuenta (1) las pérdidas y eliminación de plantas en vivero y (2) el porcentaje de germinación.

Para estar en capacidad de calcular el área necesaria de cada fuente semillera, se debe conocer el número de árboles por hectárea que producen semilla y la cosecha promedio anual por árbol. También se debe tomar en cuenta que los buenos años semilleros frecuentemente ocurren irregularmente.

Por ejemplo, si se necesitan 500.000 semillas y la producción promedio anual por árbol es de 15.000 semillas, entonces es necesario recolectar la semilla de al menos 33 árboles. Si el número de árboles productores es uno por cada dos hectáreas, entonces el área necesaria para la producción anual de semilla es de aproximadamente 66 ha.

Si se asume que sólo cada tres años ocurre un buen año semillero, entonces se necesitan (3x66) 198 ha de área semillera para esa especie y zona semillera. Se debe recolectar semilla para tres años en un sólo buen año, siempre y cuando las semillas de la especie en cuestión se pueden almacenar por lo menos dos años de manera segura.

En realidad es difícil predecir cuantas hectáreas de la fuente semillera se necesitan para cubrir la demanda de semilla, debido a que la magnitud de la cosecha varía de año a año y depende, aún en buenos años semilleros, del desarrollo, estado y edad de la fuente semillera, así como de la capacidad de germinación de la semilla. La cantidad que es posible recolectar depende también de la habilidad del personal encargado y del equipo disponible. Por esta razón, es recomendable registrar bien las fuentes candidatas, particularmente durante la fase de exploración e identificación.

Mayores detalles se brindan en Moestrup (1988), Stubsgaard y Baadsgaard (1989) y Willan (1985).

Cuando se ha determinado el área de la fuente necesaria para cada especie y zona semillera, se deben considerar, en relación con el tipo de las fuentes, tres situaciones posibles: 1) algunas fuentes pueden estar en uso (dentro o fuera del país), 2) se identificarán nuevas fuentes (dentro o fuera del país) y 3) es posible que sea necesario plantar nuevas fuentes dentro del país.

3.3 Localización de áreas semilleras potenciales y posibles abastecedores de semillas

Se deben realizar los siguientes pasos:

- a. Obtener información en las instituciones relacionadas con la ocurrencia y situación de bosques, especies y poblaciones forestales. (3.3.1)
- b. Localizar en mapas a una escala adecuada las fuentes de semilla existentes para cada especie y zona semillera. Estimar la capacidad de producción de semilla. (3.3.2)
- c. Localizar en mapas a una escala adecuada nuevas fuentes potenciales y relevantes; estimar la capacidad de producción de semilla. (3.3.3)
- d. Para cada especie, registrar y ubicar en un mapa, los posibles abastecedores internacionales potenciales relevantes y sus fuentes de semilla. Estimar las necesidades de semilla de tales fuentes. (3.3.4)
- e. Evaluar si el abastecimiento potencial estimado satisface aproximadamente la demanda. Si no es así, revisar y seleccionar fuentes alternativas. (3.3.5)

3.3.1 Recopilación de la información disponible

La información mencionada en el anterior punto "a" se puede obtener en instituciones tales como:

Direcciones ó Departamentos forestales: inventarios, planes nacionales de trabajo que contengan las metas de plantación, mapas forestales, reservas forestales, etc.

Encargados de distritos, áreas o regiones forestales: conocimiento de buenos rodales y del origen de las plantaciones, experiencia con producción de plantas, etc.

Institutos de investigación forestal: ensayos de especies, procedencias, progenie, etc.

Centros nacionales o internacionales de semillas u otros centros nacionales de semillas en otros países.

Institutos botánicos de universidades u otras organizaciones: distribución de las especies, conocimiento sobre la biología reproductiva, variación, etc.

Departamentos de investigación: mapas actualizados, mapas de vegetación, etc.

Residentes locales con conocimiento sobre ciertas áreas.

La cooperación con las organizaciones y personas mencionadas puede ahorrar mucho tiempo y esfuerzo y favorecer en gran medida los estudios posteriores.

3.3.2 Mapeo de las fuentes semilleras existentes

El mapeo de las áreas semilleras existentes abarca tanto rodales naturales como plantaciones, dentro o fuera del país.

Se debe registrar, lo más pronto posible, cualquier información existente sobre los rodales que se utilizan para recolectar semillas dentro del país. Se deben agregar las observaciones realizadas durante las giras de estudio, recolecciones de semilla, manejo de semillas y las prácticas de vivero. La información sobre los rodales debe incluir el origen, el tamaño, la capacidad de producción, la calidad, los periodos de recolección, etc.

Las fuentes semilleras se deben ubicar en un mapa. Se debe registrar además la zona semillera a la que pertenecen.

Es necesario evaluar la información obtenida y decidir cuales fuentes semilleras vale la pena visitar y cuales hay que descartar.

3.3.3 Mapeo de las fuentes semilleras potenciales

Mucha de la información que se necesita para seleccionar las áreas que se deben estudiar, se obtiene en las mismas organizaciones e instituciones mencionadas en el punto 3.3.1. Alguna parte se puede encontrar a través del registro (y evaluación) de fuentes semilleras en uso. Otra parte se puede obtener en publicaciones e informes.

Las fuentes semilleras potenciales también se deben ubicar en un mapa y registrar la zona semillera a la que pertenecen.

Es necesario evaluar la información obtenida y decidir cuales fuentes semilleras potenciales vale la pena visitar.

3.3.4 Identificación de abastecedores de semilla y de fuentes del exterior del país

Para muchas especies exóticas, la experiencia e investigación pueden indicar que es preferible comprar la semilla de una determinada procedencia externa en lugar de establecer y mantener una fuente propia. Por ejemplo, esto ocurre cuando el área de plantación es pequeña, cuando no existen las condiciones ambientales locales necesarias para la producción de semilla o cuando se presenta inevitablemente una fuerte contaminación con polen de fuentes inferiores.

Cuando la semilla ha sido (o es probable que sea) importada, se debe obtener la mayor información posible sobre la fuente de semilla. Generalmente no es posible visitar los rodales por lo cual se debe seleccionar abastecedores o distribuidores confiables.

Hoy en día existe un buen número de abastecedores, distribuidores y centros de semilla confiables, de los cuales se puede obtener, con seguridad, semilla de buena calidad genética y fisiológica y en forma oportuna.

Es necesario obtener información relacionada con la posibilidad del obtener semilla de la procedencia correcta en las cantidades adecuadas. La mayoría de los distribuidores publican buenos catálogos de semillas y varias agencias internacionales publican listas de abastecedores y distribuidores. Si es posible, se pueden suscribir contratos a largo plazo de abastecimiento de semilla.

3.3.5 Comparación entre la demanda de semilla y la oferta estimada

Se puede ahorrar mucho tiempo y esfuerzo si los estudios de campo abarcan aproximadamente el área demandada de fuentes semilleras, aunque la tendencia debe orientarse hacia cubrir una área mayor que la que se necesita

en forma inmediata. Inicialmente es difícil estimar con exactitud el potencial de producción de semilla, no obstante siempre es necesario realizar la mejor estimación posible y compararla con la demanda estimada de cada localidad.

4. VISITA Y DESCRIPCION DE FUENTES SEMILLERAS CANDIDATAS

Cuando se visitan y evalúan fuentes semilleras candidatas es necesario registrar la siguiente información:

- Accesibilidad
- Condición del rodal
- Número de árboles y tamaño de la fuente semillera
- Floración y fructificación
- Apariencia de los árboles

Si todavía no se han evaluado las fuentes semilleras en uso, se deben realizar visitas para describirlas y evaluarlas de la misma manera que las fuentes candidatas.

4.1 Accesibilidad

El tiempo y los recursos que se invierten en realizar recolecciones sucesivas, así como en la supervisión y el manejo de fuentes semilleras localizadas en áreas remotas o con vías de acceso inadecuadas, puede representar una fuerte carga en el presupuesto.

Sin embargo, los estudios no se deben limitar a las áreas cercanas al centro de semillas o las estaciones de campo. Se deben cubrir aquellas áreas que probablemente contengan las fuentes necesarias, sin incluir, tal vez, las áreas más inaccesibles en la primera exploración.

4.2 Condición del rodal

Es posible que un rodal o un bosque desaparezca o sea degradado a tal punto que ya no sea útil para la producción de semilla. El descartar tales rodales es una decisión fácil de tomar.

Pueden existir rodales con muchos árboles, pero estos han sido sometidos por largo tiempo a tala disgénica, es decir, se han cortado sistemáticamente los mejores árboles. También puede haber rodales que no están en buen estado fitosanitario, en cuyo caso se debe tratar de encontrar la causa (sitio pobre, fuego, efecto de la actividad humana, animales, insectos o patógenos). En algunos de estos casos puede haber todavía una buena producción de semilla. Si no existen otros rodales adecuados o abastecedores

alternativos de semilla, dichos rodales (excepto los atacados por insectos y patógenos) se pueden considerar como candidatos, pero su posible selección final como fuentes de semilla necesita una evaluación cuidadosa.

Los árboles deben haber alcanzado su madurez reproductiva y la mayoría de ellos deben florecer y producir semilla. Los árboles no deben ser demasiado viejos ya que se corre el riesgo de que disminuya la producción de semilla.

4.3 Número de árboles y tamaño de la fuente semillera

El tamaño de las fuentes candidatas puede ser desde aproximadamente 25 árboles no emparentados hasta 100 hectáreas o más. Sin embargo, el tamaño debe responder a la demanda de semilla de cada fuente particular.

En fuentes naturales pequeñas los árboles pueden estar muy emparentados. Para algunas especies como *Ficus spp.* y *Prosopis cinerea*, un rodal puede estar constituido por un solo clon (genotipo). Algunas especies tropicales, como *Vochysia spp.*, que colonizan claros medianos o grandes, pueden formar rodales puros de hasta dos hectáreas o más, derivados de un solo árbol madre, es decir, rodales de una sola familia de medios hermanos y/o hermanos completos. Esto puede favorecer una alta tasa de endogamia, lo que hace que tales fuentes puedan ser inapropiadas para la producción de semilla.

Algunos rodales son tan pequeños que no resulta económicamente viable usarlos para la recolección de semilla. Por otra parte, las áreas muy grandes son difíciles de supervisar y manejar. También es posible que las condiciones de crecimiento no sean uniformes para toda el área semillera, por lo que podría ser necesario subdividirla.

Una población que está formada por árboles dispersos y en una área grande, como ocurre en muchas especies tropicales, podría considerarse como una fuente de semilla, si las condiciones ecológicas dentro del área son uniformes. La demarcación en el campo de los límites reales de tales fuentes no es posible, por lo que el área de recolección debe especificarse clara y precisamente en mapas adecuados.

Por otra parte, en el caso de especies amenazadas, se deben considerar aún grupos muy pequeños, para asegurar la conservación del recurso genético. Estas poblaciones o grupos pequeños podrían no ser seleccionados como fuentes semilleras, pero se debe registrar su localización y hacer esfuerzos para asegurar su existencia, *in situ* o *ex situ*.

Los límites naturales (como quebradas, caminos, senderos, bordes de cultivos agrícolas o ganadería) ayudan a la demarcación del área y pueden determinar el tamaño de la fuente semillera.

4.4 Floración y fructificación

En rodales naturales, generalmente la floración y fructificación ocurre en cantidades adecuadas. Sin embargo, en plantaciones, particularmente de especies exóticas, se debe evaluar el desarrollo de las flores, ya que aunque el área puede ser adecuada para los objetivos de plantación, podría no ser favorable para la floración y fructificación.

En las fuentes semilleras existentes, la recolección de semilla registrada en una cosecha más temprana en una localidad, puede ayudar a estimar la magnitud de la cosecha en otras áreas que producen un poco más tarde, cuando la densidad del rodal es similar.

4.5 Apariencia fenotípica

Se asume que los buenos fenotipos están, en algún grado, genéticamente determinados, lo que significa que las características deseables pasan, en alguna medida, a la descendencia. Por lo tanto, si es posible seleccionar entre rodales, se debe elegir el mejor. Sin embargo, muy a menudo no hay alternativas, por lo que se debe considerar el mejoramiento a través del raleo.

Los criterios de selección (las características de los árboles que se consideran de importancia para la selección) se deben limitar a unos pocos rasgos fenotípicos importantes, los cuales se espera que tengan una heredabilidad relativamente alta. La heredabilidad es la habilidad de los padres para transmitir sus características a la progenie. Estas características pueden ser la rectitud del fuste, los hábitos de ramificación, las propiedades de la madera, etc. La tasa de crecimiento depende en gran medida, del ambiente por lo que generalmente es de baja heredabilidad.

El tipo de árboles que se debe seleccionar depende del uso final. Por lo tanto, este es un concepto variable que debe ser definido para cada grupo de especies (según objetivo de plantación). Por ejemplo, los árboles maderables deben tener fustes altos y rectos, mientras que los árboles forrajeros deben tener copas amplias con muchas hojas o frutos.

Si el rodal da la impresión inmediata de ser excelente para los propósitos de producción (madera de aserrío, leña, protección, etc) se debe describir como una fuente semillera candidata.

El evaluador de campo debe invertir suficiente tiempo para caminar alrededor del área y obtener una buena impresión general del rodal.

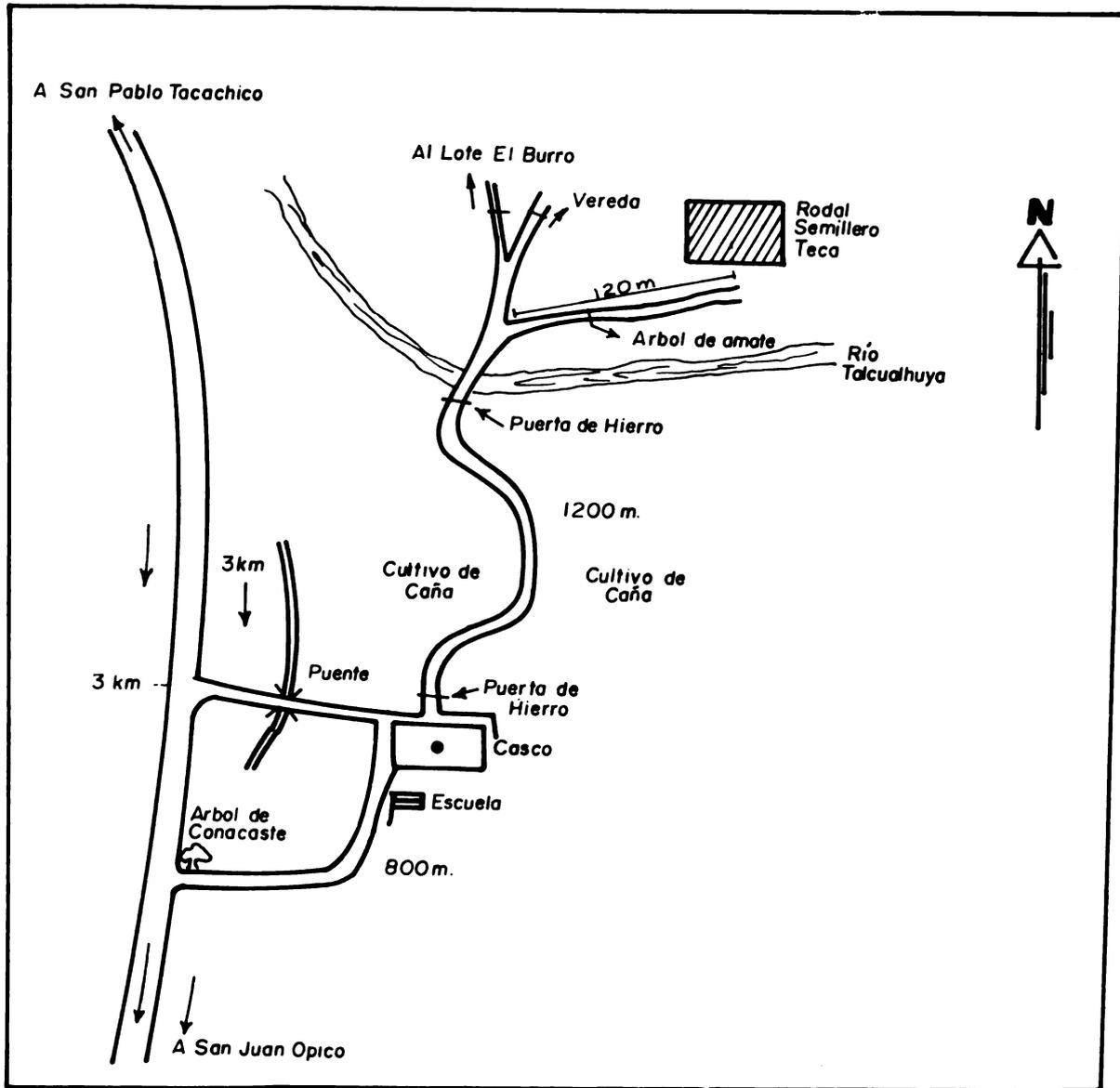


Fig.1. Ejemplo de Croquis: Ubicación y acceso de un rodal de *Tectona grandis* en la Hacienda, Talcualhuya, San Juan de Opico, La Libertad, El Salvador.

4.6 Descripción y dibujo de croquis de las fuentes semilleras candidatas

Cuando se ha seleccionado un rodal como una fuente candidata, se debe dibujar un croquis adecuado y hacer una buena descripción de la misma.

En la figura 2 se presenta un formulario sugerido para la descripción de una fuente semillera candidata. Este se debe llenar con la información que se encuentre inmediatamente disponible. Si posteriormente el rodal se selecciona, se debe llenar un formulario más detallado de registro de fuentes semilleras (ver figura 3).

INFORMACION MINIMA PARA FUENTES SEMILLERAS CANDIDATAS

REF. TENTATIVA No.:			
ESPECIE			
Nombre científico:			
Nombre vulgar:			
Propietario/Contacto personal:			
Responsable del informe:			Fecha:
UBICACION			
Latitud	Longitud	Altitud	
Departamento/Provincia:		Región forestal:	
Nombre del bosque		Compartimiento/bloque:	
Ubicación detallada:			
Mapa ref.			
Zona semillera/zona ecologica			
DESCRIPCION DEL ACCESO POR CARRETERA			
LIMITES NATURALES			
DESCRIPCION DEL RODAL			
Area total:		Año del establecimiento:	
Método de establecimiento:	Natural	Plantado/sembrado con semilla de:	desconocido
Especies asociadas:			
Condición actual del rodal(incluye uniformidad del espaciamiento y/o agrupamiento de árboles):			
DESCRIPCION DE ARBOLES SEMILLEROS			
Seleccionado para: Madera Pulpa Combustible Forraje Extractos de madera otros extractos Rompe-vientos			
Otros:			
Rodal superior o igual al promedio de las pruebas para:			
Edad aproximada:		Desarrollo de la copa:	Dominante Codominante Suprimido
Sanidad :	+ +/- -	Altura aproximada de árboles:	dominantes codominantes m
Comentarios:			
DISTANCIA A LOS RODALES CERCANOS DE LA MISMA ESPECIE			
COLECCION DE SEMILLA: Permiso requerido si por no desconocido			
Período de floración:		Período de fructificación:	
% de árboles floración/fructificación:			
Capacidad de Producción semilla:			
Comentarios:			

(CROQUIS DEL MAPA AL REVERSO)

FIG. 2 Ejemplo de un registro para la descripción de una fuente semillera candidata.

Es importante obtener cualquier información local sobre el origen de la fuente semillera e incluir esa información en la descripción. Esto aplica tanto a bosques naturales como a plantaciones.

Las partes más importantes de la descripción son los mapas y la información sobre el origen de la fuente. Frecuentemente se necesita más de un mapa. Por ejemplo, un mapa mostrando la localización en el país, un mapa indicando la ubicación de la fuente semillera con respecto a ciudades importantes cercanas, cruces de caminos, montañas, etc., y finalmente, un croquis mostrando suficientes detalles útiles para llegar al rodal e identificar sus límites en el campo.

Es esencial que el croquis contenga suficiente información para que otros miembros del personal, además de los que realizan el estudio, puedan localizar e identificar la fuente con facilidad. El croquis debe incluir los siguientes aspectos:

- Ubicación de la fuente con respecto a puntos claramente distinguibles: el pueblo más cercano, un templo o iglesia, carreteras, caminos, ríos, etc. Se deben indicar los nombres que se usan localmente.
- Distancia aproximada, en tiempo de conducción desde la estación forestal o de la estación local y/o en kilómetros, más la distancia que haya que caminar.
- La dirección del norte. A menudo es más conveniente dibujar la fuente semillera en relación a senderos, ríos y otros puntos de referencia relevantes y posteriormente indicar la dirección norte-sur por medio de una brújula.
- Se deben indicar también las posibles demarcaciones naturales o realizadas por el hombre.
- Nombre de las personas que realizaron el estudio y de los posibles contactos locales.

5. IDENTIFICACION DE LAS FUENTES SEMILLERAS

Después de la exploración sobre fuentes candidatas es necesario compilar la información obtenida. Es conveniente hacer resúmenes agrupando las fuentes según los objetivos de plantación, las especies y las zonas ecológicas, para lograr una visión general completa de la situación. Particularmente se debe comparar la producción de semilla con la demanda estimada de semilla en cada uno de los grupos. Si existe un desbalance negativo se deben seleccionar fuentes adicionales.

Las personas que realizan el estudio y las que finalmente seleccionan las fuentes de semilla pueden en algunos casos ser las mismas, por lo que es posible integrar algunas

actividades de exploración y de identificación. Sin embargo, en la mayoría de los casos la selección final la efectúa personal forestal o del centro de semillas con más experiencia, cuyas decisiones se basan en su propio conocimiento y en la información recibida de las personas que realizaron los estudios y exploraciones.

La decisión final se basa en la evaluación hecha durante la etapa de selección de fuentes candidatas. Adicionalmente se pueden considerar algunos aspectos importantes tales como la selección entre varias alternativas o evaluar si las fuentes son inferiores en su apariencia fenotípica debido a explotación disgénica y no existen otras alternativas, o si la única alternativa es muy pequeña para producir la cantidad de semilla necesaria.

Es necesario recordar que se deben realizar nuevas exploraciones e identificaciones para que las buenas fuentes sean sustituidas por otras aún mejores.

6. ESTABLECIMIENTO DE FUENTES DE SEMILLERAS

A. ESTABLECIMIENTO DE FUENTES SEMILLERAS EN BOSQUES NATURALES

En bosques naturales se considera como una fuente establecida aquella (candidata) que ha sido finalmente seleccionada, mapeada y descrita. Las actividades posteriores como la demarcación de límites, protección, mantenimiento, etc., se consideran parte del manejo. Específicamente, se debe mencionar que raramente es realizable el establecimiento y mantenimiento de límites adecuados, los cuales sólo pocos centros de semillas pueden lograr. Los límites que se establecen y se mantienen alrededor de reservas forestales se deben utilizar tanto como sea posible. De otra manera, se deben hacer esfuerzos para que se usen como límites los rasgos relevantes del paisaje, tal como se describió antes.

La figura 3 y la sección 6.4 muestran como se deben llenar los formularios de registro de fuentes semilleras.

B. ESTABLECIMIENTO DE FUENTES SEMILLERAS PLANTADAS

El establecimiento de nuevas fuentes semilleras mediante plantación es parte invariable de un programa continuo de abastecimiento de semillas y mejoramiento forestal. La razón más obvia es que no haya suficiente semilla disponible de las fuentes existentes. Otras razones pueden estar relacionadas con las posibilidades de mejoramiento o las necesidades de protección y conservación, o una combinación de las anteriores.

6.1 Semilla y plantas para el establecimiento de fuentes semilleras

Para obtener y seleccionar las semillas y plantas para establecer fuentes semilleras se deben seguir algunas reglas generales de muestreo:

- a. Representar la población adecuadamente: se debe recolectar semilla de un mínimo de 25 árboles, preferiblemente en un buenos años semilleros.
- b. Los árboles deben estar suficientemente distanciados entre sí para evitar la posibilidad de que sean parientes.
- c. Cada árbol semillero debe estar igualmente representado en la fuente que se establezca.
- d. Los criterios de selección de los árboles semilleros deben formularse de acuerdo a los objetivos:

Para propósitos de mejoramiento la semilla se recolectará de los mejores fenotipos, siempre y cuando produzcan semilla.

Para propósitos de conservación de recursos genéticos se debe incluir en la muestra tantos genotipos como sea posible. Por tanto, en principio no debe realizarse ninguna selección deliberada.

6.2 Ubicación de las fuentes semilleras

Se deben observar las siguientes condiciones:

- a. El acceso debe ser adecuado para el establecimiento, protección y manejo de las fuentes y para la recolección y transporte de la semilla.
- b. Se deben establecer claramente los derechos legales sobre el uso del sitio para los propósitos definidos. Tales derechos deben recaer sobre la autoridad de manejo. Por esta razón se debe preferir los reservas forestales estatales.
- c. El sitio donde se ubica la fuente debe ser similar a aquellos donde la fuente se ha comportado mejor con respecto al crecimiento y la producción de semilla y también semejante al área de plantación principal.
- d. Se deben tomar medidas de aislamiento para evitar la contaminación con polen externo: suficiente distancia con respecto a fuentes indeseables de la misma especie, aislamiento con respecto a especies botánicamente (filogenéticamente) cercanas, usando por ejemplo, fajas de especies latifoliadas entre fuentes de coníferas.

Es necesario investigar el uso actual, o planificado, de otras especies

forestales en el área antes de que se decida el sitio para establecer la fuente. Esto es particularmente importante en especies polinizadas por viento, para las que se recomienda un aislamiento mínimo de 300-500 m.

El efecto de aislamiento depende también del tamaño y forma de la fuente. Cuanto más grande y más compacta sea el área semillera, menor será el efecto del polen externo. Una fuente semillera de forma oblonga (elíptica) será menos afectada si el eje mayor se orienta en la dirección del viento predominante durante la época de floración.

- e. Las condiciones del suelo influyen en la floración y producción de semilla. Generalmente los suelos pesados con mal drenaje se consideran desfavorables para la floración. Los suelos moderadamente fértiles y limoarenosos se consideran favorables.
- f. Para prevenir la destrucción (fuego, vientos, plagas, etc) de la fuente de semilla es recomendable plantarla en dos o más lugares.

6.3 Tamaño del área

El área debe ser lo suficientemente grande para asegurar la producción del polen necesario para una adecuada fertilización cruzada entre árboles individuales, así como la existencia de suficientes árboles semilleros en edad de producción, que hagan la recolección de semilla económicamente viable y que eviten una representación genética muy estrecha en la descendencia.

El tamaño del área depende de la especie. Sin embargo, generalmente se requiere un área mínima de 5 ha, con un número total final de 500-750 árboles semilleros.

IDENTIFICACION DE FUENTES SEMILLERAS

Fuente No.:	Zona semillera:
Nombre de la Procedencia:	
Especies: (Nombre botánico):	Código de la especie:
(Nombre vernacular):	
Propietario/persona de contacto:	
Responsable:	Fecha:
UBICACION	
Latitud: ° ' N	Longitud: ° ' E Altitud: msnm
País:	Departamento/Provincia:
Región Forestal:	Bosque:
Descripción detallada sobre como encontrar el lugar:	
Mapa ref.:	
DESCRIPCION DEL ACCESO POR CARRETERA:	
LIMITES NATURALES:	
DESCRIPCION DEL SITIO:	
Topografía, aspecto:	
Tipo de suelo:	
Estructura:	
Drenaje:	
Observación general:	
Clima: Lluvia (mm) : mínima: media: máxima:	
Meses de estación seca:	

Fig. 3A: Formulario del Registro de Fuente Semillera. Ejemplo de página frontal.

DESCRIPCION DEL RODAL			
Area total:	Año de establecimiento:		
Método de establecimiento: Natural Plantado/Sembrado con semilla de:			
Especies importantes desconocidas asociadas			
Arboles/ha (todas las especies)			
Descripción de uniformidad del espaciamiento o agrupación de los árboles.			
Uniformidad de la edad: coetáneo medio coetáneo no coetáneo	Hábito de ramificación: árbol arbusto		
Sanidad: sano alguna enfermedad enfermo	Desarrollo-copa: Dominante Co-dominante Suprimido		
Rectitud del fuste: Muy recto medio pobre	Altura promedio de árboles dominantes/co-dominantes		
Condición general:			
Comentarios:			
Distancia al rodal más cercano de la misma especie: 0-150 m 200-250 m 500-1000 m > 1000 m			
PRODUCCION DE SEMILLA			
Permiso requerido para la colección:	No requerido:	Período de floración:	
Período de fructificación:	% árboles en floración/fructificación		
Producción: Semilla/árbol:	Semilla/rodal:		
DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA			
Nombre de los campos o villas cercanos:			
Distancia a los campos o villas cercanos:			
No. y tipo de mano de obra disponible:			
PROTECCION Y NECESIDADES DE MANEJO:			
EXTENSION DE FUENTE SEMILLERA			
CLASIFICACION DE LA FUENTE SEMILLERA:			
No clasificada:	Zona semillera:	Rodal identificado	Rodal seleccionado
Area de producción de semilla:	Origen del rodal semillero	Huerto semillero	
DETALLES DE ORIGEN			
Para rodales identificados, seleccionados, areas de producción semillera y rodal semillero de procedencia:			
Regeneración natural	Plantado con nativas	Plantado con exóticas	
Si conoce la procedencia, describa el material:			
Representación del área en la colección:	entera	= 2/3	= 1/2 < 1/3 desconocida
Selección:	positiva neutral	negativa	
Caracteres seleccionados para:			
Intensidad de selección:			
Ensayándose	No ensayado	Ensayadas	
Si ensayó, proporcione detalles/referencias			
Para huertos semilleros:			
Edad de la prueba:			
Características evaluadas			
Reportes de los ensayos:			
Referencias y detalles del programa de mejoramiento			

Fig. 3b: Formulario del Registro de Fuentes Semilleras. Ejemplo de la página posterior.

6.4 Registro de las fuentes seleccionadas y de las fuentes plantadas

Se deben hacer descripciones detalladas en un formulario de registro de fuentes semilleras (ver figura 3), además de un croquis final.

Una parte de la información se puede registrar en el formulario inmediatamente, mientras que el resto se completará conforme se encuentre disponible.

Lauridsen (1994) brinda mayores detalles sobre los registros y documentación de semillas y fuentes semilleras.

Para tener una idea clara de la situación general, es necesario realizar resúmenes sobre fuentes semilleras, clasificadas por especie o objetivo de plantación (ver por ejemplo el Cuadro 1).

Cuadro 1. Ejemplo de un resumen sobre fuentes semilleras

Especie	Sitio	Edad (años)	Area (ha)	Producción de semilla
<i>Gmelina arborea</i>	Gum Gum	14	0,8	400.000
	Kolapis	11	1,2	600.000
	Umas Umas	11	0,3	160.000
	Apas Rd. Mile 9	12	0,2	100.000
<i>Albizzia falcataria</i>	Gum Gum	12	0,9	360.000
	S.T.C. Mile 6	14	0,1	40.000
	Umas Umas	12	0,1	40.000
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Gum Gum 5 K	12	0,2	400.000
	Kolapis 72 A	8	15,0	12.000.000

7. MANEJO DE FUENTES SEMILLERAS

En este contexto, el manejo de fuentes semilleras es la ejecución de las actividades necesarias para lograr uno o más de los siguientes objetivos:

1. Mantener la fuente en buena condición para lograr una floración abundante

y una cosecha de semillas saludable.

2. Hacer la recolección de semilla más fácil y económica.
3. Asegurar la protección continua contra destrucción y daños.
4. Mantener el grado de aislamiento necesario para evitar la contaminación con polen indeseable.

El tipo de manejo necesario depende del tipo de fuente semillera. De acuerdo a Barner, Olesen y Wellendorf (1988), las fuentes de semilla se pueden clasificar en: (1) rodales identificados, (2) rodales seleccionados, (3) áreas de producción de semilla, (4) rodales semilleros de procedencia y (5) huertos semilleros.

Existe un grado creciente de selección, información e intensidad de manejo del primer tipo de fuente al quinto. En rodales identificados, el manejo generalmente se limita a limpiezas antes de la recolección, mientras que en huertos semilleros el manejo es muy intensivo y se conoce hasta la posición de cada familia o clon. Los métodos de manejo para los tipos intermedios siguen más o menos los lineamientos que se presentan en esta sección.

La supervisión regular es un requisito necesario para el manejo efectivo de una fuente semillera. Factores tales como el acceso y la concentración de fuentes juegan un papel importante. Se entiende por "acceso" el que se pueda llegar a la fuente durante todo el año por automóvil o camión con razonable seguridad, preferiblemente en un día o menos de viaje. En rodales naturales, siempre y cuando exista la opción, se debe seleccionar el rodal menos remoto.

7.1 Demarcación

El marcaje de los límites sirve para reconocer fácilmente el área donde se realiza la recolección de semilla, el mantenimiento y la protección. También indica los límites legales de entrada y prohibición de explotación prohibida (pastoreo, tala de árboles, etc.). La "intensidad" con que se marcan los límites depende de la importancia y tamaño de la fuente semillera.

El material con que se marcan los límites debe ser el de mayor durabilidad de los que se encuentran disponibles localmente. Se pueden usar piedras, postes de concreto o madera, o se pueden pintar anillos en los árboles del borde.

Los bordes se deben indicar en los mapas que se incluyen en la descripción de la fuente.

En fuentes con áreas muy grandes, la marcación de los límites no es posible, por lo que es esencial diseñar los mapas muy cuidadosa y detalladamente.

7.2 Protección

Los riesgos más comunes son el fuego, tala ilegal, invasión de tierras y ganado. La protección se debe realizar a través de franjas cortafuegos, supervisión constante y la creación de buenas relaciones con la población local. La limpieza de malezas en los límites puede servir como demarcación y para prevenir el fuego.

Se deben establecer y mantener franjas cortafuego alrededor de las fuentes semilleras, especialmente en áreas de pastizales y en climas monzónicos con una estación seca marcada. Para algunas especies puede ser adecuado aplicar fuegos controlados alrededor del rodal después de cierta edad.

Ocasionalmente se pueden requerir medidas de protección contra plagas y enfermedades que afectan el desarrollo de flores y semillas. Se puede remover los árboles afectados o aplicar medidas de control químico. Algunas plagas y enfermedades han desarrollado una relación simbiótica con plantas locales. Dichas plantas pueden ser eliminadas para cortar el ciclo biológico de los agentes patógenos.

Es necesario cercar la fuente semillera cuando existe el peligro de daños por parte del ganado y animales silvestres, o la posible explotación por parte de la población local.

7.3 Control de Malezas

El crecimiento de malezas, incluyendo trepadoras, es una de las mayores calamidades durante las primeras etapas de desarrollo de las fuentes semilleras. Este puede ser un problema temporal hasta que los árboles supriman las malezas. Sin embargo, si no se maneja adecuadamente pueden retardar en forma significativa el desarrollo de la fuente semillera. Por esta razón, las limpiezas se deben hacer regularmente, en algunos lugares inclusive varias veces al año.

También muy a menudo es necesario realizar una limpieza del sotobosque la recolección de semillas.

7.4 Raleos

Los raleos en las fuentes semilleras tienen un doble propósito. Por una parte se estimula la producción de flores y semillas permitiéndoles a los árboles más espacio para que desarrollen copas más amplias y profundas y por otro lado se eliminan los peores árboles mejorando la calidad promedio del rodal.

Es difícil lograr ambos objetivos completamente, por lo que se debe buscar un balance entre ellos. Por ejemplo, en teca el crecimiento apical finaliza cuando la yema

terminal desarrolla una inflorescencia. Esto significa que los árboles deseables con fustes largos y rectos generalmente presentan una floración tardía y escasa.

Es difícil establecer un régimen de raleos rígido, ya que este depende de la especie, el sitio, la densidad inicial y de la necesidad de suprimir la vegetación del sotobosque. Sin embargo, como regla general, los raleos en rodales semilleros son más intensos (aproximadamente un 10% más fuertes) que en rodales de producción. En los rodales semilleros se promueve el desarrollo de ramas con alta producción de semilla, mientras que en los rodales de producción se tiende a minimizar el número y tamaño de las ramas, limitando así el potencial de producción de flores.

Es necesario expresar que el retardo o la ausencia de raleos reduce considerablemente la cosecha de semillas y que las copas de los árboles necesitan mucho tiempo para recuperarse de la supresión.

7.5 Aislamiento

Durante la etapa de manejo se debe estar atento a posibles cambios en el nivel de aislamiento, para tomar las medidas necesarias oportunamente. Por ejemplo, suspender el uso de la fuente de semillas si se ha plantado en la vecindad material indeseable de la misma o de otra especie muy relacionada (del mismo género).

7.6 Fertilización

La fertilización solamente es aplicable en fuentes semilleras que se manejan intensivamente, por ejemplo, los rodales semilleros de procedencia o los huertos semilleros. La fertilización se aplicará solamente si ha probado que es efectiva y que los beneficios justifican el costo.

7.7 Conservación

Las fuentes de semilla que se encuentran en peligro de extinción o de deterioro severo, se conservan usando básicamente dos métodos diferentes:

Rodales <i>(In situ)</i> . (en sitio)	Protección y mantenimiento de especies y poblaciones en los ecosistemas en los que ocurren naturalmente.
Rodales <i>Ex situ</i> . (fuera del sitio)	Protección y mantenimiento de recursos genéticos fuera de su ambiente natural plantaciones, poblaciones de mejoramiento, rodales semilleros y de conservación.

La diferencia básica entre las dos estrategias es que la conservación *in situ* permite que el proceso evolutivo continúe dentro del área de distribución natural. En

ecosistemas complejos se asegura la existencia de los polinizadores naturales.

La conservación *ex situ* tiene la ventaja de que los rodales se pueden establecer en áreas especialmente favorables para la producción de semilla, protección y otros aspectos de manejo. Sin embargo, desde el punto de visto puramente de la conservación, la estrategia *in situ* es preferible cuando sea posible.

8.- REFERENCIAS

- Barner, H., Olesen K. y Wellendorf, H. 1988.** Classification and selection of seed sources. Lecture Note B-1, Danida. Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark. 33 p.
- Moestrup, S. 1988.** Planning national seed procurement programmes. Lecture Note C-1. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark, 28 p.
- Stubsgaard, F. and Baadsgaard, J., 1989.** Planning Seed Collections. Lecture Note C-3. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark, 19 p.
- Lauridsen, E.B., 1994.** Seed Documentation. Lecture Note C-13. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark, 55 p.
- Willan, R. L. 1995.** A Guide to Forest Seed Handling. FAO Forestry Paper 20/2. Danida-FAO. Roma, Italy. 502 p.

DATE DUE

09 AGO 1995

DEVUELTO

DEVUELTO

20 FEB 1996

06 MAR 1996

20 MAR 1996

09 ABR 1996

DEVUELTO

04 JUN 1996

19 JUN 1996

DEVUELTO

DEVUELTO

DEVUELTO

DEVUELTO

CATIE
ST
MT-11

89701

Título Selección y manejo de
rodales semilleros.

Fecha Devolución	Nombre del solicitante
09 AGO 1995	Jose' G 89701
10 OCT 1995	V. Colán
29 FEB 1996	Yalc
06 MAR 1996	Y-
20 MAR 1996	
09 ABR 1996	
04 JUN 1996	
19 JUN 1996	
01 JUL 1996	

Foto portada: Fuente seleccionada de *Gmelina arborea*
Foto: Francisco Solano.

Editor Luis Fernando Jara N.

Montaje y levantado
de texto: Edith Garita

Impresión: Unidad de Producción

Edición de 1000 ejempl



Danida Forest Seed Centre, DFSC
Krogerupvej 3A, DK-3050 Humlebaek, Dinamarca
Tel. + 4542190500 Fax + 45 49 16 02 58

Proyecto Semillas Forestales - PROSEFOR
7170-137, CATIE, Turrialba, Costa Rica
Tel. + 506 - 556 1933 Fax + 506 - 5561933